

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes

OPTIMIZACIÓN DE LA OFERTA VIAL PARA EL TRANSPORTE PRIVADO DE LA CIUDAD DE AZOGUES

**Proyecto de titulación de Maestría previo a la obtención
del título de Magíster en Vialidad y Transporte.**

Autora: Ing. Sonia Lucía Cabrera Vélez
C.I. 0301642369

Director: Dr. Ing. Yasmany Damián García Ramírez
C.I. 1103873384

Cuenca, Abril de 2017



RESUMEN

La optimización de la oferta vial para el transporte privado en la ciudad de Azogues, se obtiene a través de la implementación de los Sistemas Inteligentes de Transporte, que son un conjunto de soluciones diseñadas para mejorar la operación y seguridad del transporte. Enmarcados en este concepto, dentro de la Ciudad de Azogues, se estudió este tema debido al crecimiento de la flota vehicular, en gran parte, producto del aumento económico de los ingresos familiares por el fenómeno migratorio, lo cual ha ocasionado graves problemas de congestión vehicular.

El análisis globalizado de todos los agentes de la movilidad exceptuando el transporte pesado se incluye en el presente estudio, el cual permitirá planificar el tránsito de la ciudad de manera ordenada. Se plantearon soluciones a los principales agravantes de esta congestión, como primordiales aspectos de estudio están las intersecciones o puntos de conflicto, los semáforos, la señalización y los vehículos privados.

En primer lugar se demarcó la ciudad tomando en consideración las zonas de mayor movimiento vehicular, con un área aproximada de 1,65 km². Se efectuaron conteos vehiculares en las principales intersecciones y zonas de aporte, de manera manual, durante 15 días consecutivos en al menos las 6 horas de mayor circulación vehicular.

A partir de los puntos o intersecciones de conflicto, dentro de la ciudad se efectuó un análisis de capacidad y niveles de servicio y se propusieron mejoras para la oferta vial dentro de la zona. Finalmente con el programa Synchro se modelaron las alternativas propuestas.

PALABRAS CLAVE: oferta vial, movilidad, congestión, capacidad, niveles de servicio, optimización.



ABSTRACT

The road transport optimization for the private transport in Azogues city is obtained through the operation of Intelligent Transportation Systems, which correspond to a set of solutions, designed to improve the transport operation and safety.

On that basis, and taking into account the uncontrolled vehicle fleet increasing, triggering serious congestion problems; a comprehensive study on transportation optimization is performed, on Azogues city, the capital of the Province of Cañar.

A holistic analysis including all transportation modes (except heavy transport) is completed; this approach will help on the search for solutions focusing on improving traffic within the city. Solutions are proposed for the main aggravating congestion factors, the main phases on this study are: the intersections (or conflict points), traffic lights, signaling, and private vehicles.

In the first place, the city was demarcated taking into account the areas with the greatest vehicular movement, with an approximate area of 1.65 km². Vehicle counts were carried out at the main intersections and supply areas, manually, for 15 consecutive days in at least 6 hours of increased vehicular traffic. This counting was performed with trained personnel.

On intersections, an analysis of capacity and levels of service was carried out and improvements were proposed for the road supply within the area. The solutions include optimization of traffic lights.

Finally, working with the Synchro program, the solution alternatives were modeled, focusing on evaluating and finding the best the options technically and economically speaking.

KEYWORDS: road transport, capacity, congestion, levels of service, optimization.



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Resumen | 2 |
| ABSTRACT..... | 3 |
| Índice | 4 |
| Índice de Tablas..... | 7 |
| Índice de Figuras | 9 |
| Cláusula de Derechos de Autor | 12 |
| Cláusula de Propiedad Intelectual..... | 13 |
| Dedicatoria..... | 14 |
| Agradecimiento..... | 15 |
| Contenido | 16 |
| 1. GENERALIDADES..... | 16 |
| 1.1. ANTECEDENTES | 16 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| 1.3. OBJETIVOS | 17 |
| 1.4. ALCANCES | 18 |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN | 18 |
| 1.6. METODOLOGÍA..... | 19 |
| 1.7. ESTRUCTURA..... | 19 |
| 2. GESTIÓN DE LA CIRCULACIÓN | 21 |
| 2.1. ANTECEDENTES | 21 |
| 2.2. DEMARCAACION DEL ÁREA DE ESTUDIO..... | 21 |
| 2.3. OFERTA VIAL | 24 |
| 2.4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN | 32 |
| 2.5. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO EN PUNTOS DE CONFLICTO..... | 50 |
| 2.6. PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE | 56 |
| 2.7. SINÓPSIS | 57 |



| | | |
|------|---|-----|
| 3. | SISTEMAS DE GESTIÓN AVANZADA DE TRÁFICO..... | 58 |
| 3.1. | REGULACIÓN DEL TRÁFICO | 58 |
| 3.2. | GESTIÓN DE INCIDENTES | 58 |
| 3.3. | GERENCIA DE TRÁFICO | 60 |
| 3.4. | SINÓPSIS | 81 |
| 4. | MODELACIÓN DE TRANSPORTE..... | 82 |
| 4.1. | SYNCHRO | 82 |
| 4.2. | DATOS DE ENTRADA | 82 |
| 4.3. | MODELACIÓN | 84 |
| 4.4. | SINÓPSIS | 100 |
| 5. | ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 102 |
| 5.1. | ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DE CICLOS Y FASES SEMAFÓRICAS..... | 102 |
| 5.2. | ALTERNATIVAS ADOPTADAS EN LOS PUNTOS DE CONFLICTO | 112 |
| 5.3. | COSTOS DE TRANSPORTE. | 117 |
| 5.4. | CONCLUSIONES..... | 128 |
| 6. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 129 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 131 |
| | ANEXOS | 135 |
| | ANEXO 1..... | 135 |
| | ANEXO 2..... | 137 |
| | ANEXO 3..... | 139 |
| | ANEXO 4..... | 141 |
| | ANEXO 5..... | 143 |
| | ANEXO 6..... | 145 |
| | ANEXO 7..... | 147 |
| | ANEXO 8..... | 149 |
| | ANEXO 9..... | 151 |



| | |
|---------------|-----|
| ANEXO 10..... | 153 |
| ANEXO 11..... | 155 |
| ANEXO 12..... | 157 |
| ANEXO 13..... | 159 |
| ANEXO 14..... | 161 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 2.1.- Puntos de la zona de acordonamiento (ZA) del casco urbano de Azogues..... | 21 |
| Tabla 2.2.- Oferta vial en la zona acordonada de la ciudad de Azogues | 25 |
| Tabla 2.3.- Señales de tránsito en las vías internas del cordón de estudio. | 32 |
| Tabla 2.4.- Hoja modelo de conteo vehicular. | 34 |
| Tabla 2.5.- Puntos de conflicto (PC) analizados en la ciudad de Azogues | 35 |
| Tabla 2.6.- Factores de ajuste..... | 54 |
| Tabla 3.1.- Tiempos de los ciclos semafóricos de la ciudad de Azogues | 76 |
| Tabla 3.2.- Tiempos de los ciclos semafóricos de los puntos de conflicto | 79 |
| Tabla 4.1.-Configuración de carril –Synchro (Trafficware, Ltd., 2011) | 83 |
| Tabla 4.2.- Datos ingresados al synchro para la configuración del carril. | 92 |
| Tabla 4.3.- Datos ingresados al synchro para la configuración de volúmenes. 93 | |
| Tabla 4.4.- Volúmenes de tránsito. Programa Synchro (Trafficware, Ltd., 2011) | 94 |
| Tabla 4.5.- Datos ingresados al synchro para la configuración del nodo. | 97 |
| Tabla 4.6.- datos ingresados al synchro para la configuración de Semáforos. 99 | |
| Tabla 5.1.- Pc1. Intersección Simón Bolívar y Serrano | 106 |
| Tabla 5.2.- Pc2. Intersección Fray Vicente Solano y Simón Bolívar | 106 |
| Tabla 5.3.-Pc3. Intersección Serrano y Benigno Malo..... | 107 |
| Tabla 5.4.- Pc4. Intersección Rivera y Serrano | 107 |
| Tabla 5.5.- Pc5. Intersección Luis Cordero y Serrano | 108 |
| Tabla 5.6.- Pc6.- Intersección Simón Bolívar y Azuay | 108 |
| Tabla 5.7.- Pc7. Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero | 109 |
| Tabla 5.8.- Pc8. Matovelle y Azuay | 109 |
| Tabla 5.9.- Pc9. Intersección Ayacucho y Juan B. Cordero..... | 110 |
| Tabla 5.10.- Pc10. Intersección Azuay y Benigno Malo..... | 110 |
| Tabla 5.11.- Pc 11. Intersección Avenida 24 de Mayo y Azuay | 111 |
| Tabla 5.12.- Pc 12. Intersección Avenida Miguel Vintimilla y Luis González .. | 111 |
| Tabla 5.13.- Pc 13. Intersección Avenida 16 de Abril y Luis M. González | 112 |
| Tabla 5.14.- Alternativas adoptadas en los puntos de conflicto | 112 |
| Tabla 5.15.- Pc1.Intersección Simón Bolívar y Serrano | 118 |
| Tabla 5.16.- Pc2.Intersección Fray Vicente Solano y Simón Bolívar | 119 |
| Tabla 5.17.- Pc3.Intersección Serrano y Benigno Malo | 119 |
| Tabla 5.18.- Pc4.Intersección Rivera y Serrano | 119 |
| Tabla 5.19.- Pc5.Intersección Luis Cordero y Serrano | 120 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 5.20.- Pc6.Intersección Simón Bolívar y Azuay | 120 |
| Tabla 5.21.- Pc7.Intersección Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero | 121 |
| Tabla 5.22.- Pc8.Intersección Matovelle y Azuay | 121 |
| Tabla 5.23.- Pc9.Intersección Ayacucho y Juan B. Cordero | 121 |
| Tabla 5.24.- Pc10.Intersección Azuay y Benigno Malo..... | 122 |
| Tabla 5.25.- Pc11.Intersección Avenida 24 de Mayo y Azuay | 122 |
| Tabla 5.26.- Pc12.Intersección Avenida MiguelVintimilla y Luis González | 123 |
| Tabla 5.27.- Pc13. Intersección Avenida 16 de Abril y Luis M. González | 123 |
| Tabla 5.28.- Costos de transporte y beneficio en puntos de conflicto (hora pico) | 124 |
| Tabla 5.29.-Población por parroquias del cantón Azogues, censo 2010 | 125 |
| Tabla 5.30.- Proyección inec de la población del cantón Azogues hasta el año 2020..... | 126 |
| Tabla 5.31.- Proyección inec por parroquias del cantón Azogues 2010-2020 | 126 |
| Tabla 5.32.-Costos de transporte y beneficio en puntos de conflicto (proyectado a 5 años)..... | 127 |
| Tabla 5.33.- Ahorro de los costos de viaje en 5 años | 128 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1-1.- Estructura del trabajo de titulación. | 20 |
| Figura 2-1.- Cordón de estudio en la ciudad de Azogues (escala 1:15,000).... | 23 |
| Figura 2-2.- Esquema de calle para levantamiento de información de oferta vial. | 24 |
| Figura 2-3.- Jerarquización vial de la ciudad de Azogues. | 26 |
| Figura 2-4.- Señales de tránsito. Curva abierta, no entre, desvío y velocidad máxima. | 27 |
| Figura 2-5.- Señales de tránsito. No estacionar. | 28 |
| Figura 2-6.- Zona escolar y prohibido transporte pesado | 29 |
| Figura 2-7.- Señales de tránsito. Cruce peatonal y no girar en u. | 30 |
| Figura 2-8.- Señales de tránsito. Pare. | 31 |
| Figura 2-9.- Puntos de conflicto del área de estudio (escala 1:10,000). | 36 |
| Figura 2-10.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Bartolomé Serrano y Simón Bolívar. | 37 |
| Figura 2-11.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Fray Vicente Solano y Simón Bolívar. | 38 |
| Figura 2-12.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Bartolomé Serrano y Benigno Malo. | 39 |
| Figura 2-13.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Bartolomé Serrano y Benigno Rivera. | 40 |
| Figura 2-14.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Bartolomé Serrano y Luis Cordero. | 41 |
| Figura 2-15.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Simón Bolívar y Azuay. | 42 |
| Figura 2-16.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Juan Bautista Cordero y Simón Bolívar. | 43 |
| Figura 2-17.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Azuay y Julio María Matovelle. | 44 |
| Figura 2-18.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Juan Bautista Cordero y Ayacucho. | 45 |
| Figura 2-19.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Azuay y Benigno Malo. | 46 |
| Figura 2-20.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Av. 24 de Mayo y Azuay. | 47 |



Figura 2-21.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Av. Miguel Vintimilla y Luis M. González. 48

Figura 2-22.- Flujos vehicular en hora pico de la intersección Av. 16 de Abril y Luis M. González. 49

Figura 2-23.- Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas..... 56

Figura 3-1.- Sentido vial de las calles del casco urbano de la ciudad de Azogues- Zona norte. Escala 1:8,000. 63

Figura 3-2.- Sentido vial de las calles ubicadas en el casco urbano de la ciudad de Azogues- Zona sur. Escala 1:8,000. 64

Figura 3-3.- Cambio de la direccionalidad de las calles del casco urbano de la ciudad de Azogues- Zona norte. Escala 1:8,000. 66

Figura 3-4.- Intervalo de cambio de fase gráfico, Cal et al. (2007). 70

Figura 3-5.- Flujo de saturación y tiempo total perdido por ciclo..... 74

Figura 3-6.- Semáforos en el casco urbano de la ciudad de Azogues. 80

Figura 4-1.- Pc1. Calles Simón Bolívar y Serrano. 85

Figura 4-2.- Pc2. Calles Simón Bolívar y Solano..... 85

Figura 4-3.- Pc3. Calles Serrano y Benigno Malo..... 86

Figura 4-4.- Pc4. Calles Rivera y Serrano. 86

Figura 4-5.- Pc5. Calles Luis Cordero y Serrano. 87

Figura 4-6.- Pc6. Calles Simón Bolívar y Azuay..... 87

Figura 4-7.- Pc7. Calles Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero..... 88

Figura 4-8.- Pc8. Calles Matovelle y Azuay..... 88

Figura 4-9.- Pc9. Calles Ayacucho y Juan Bautista Cordero. 89

Figura 4-10.- Pc10. Calles Benigno Malo y Azuay. 89

Figura 4-11.- Pc11. Calles Azuay y Avenida 24 de Mayo..... 90

Figura 4-12.- Pc12. Calles Luis M. Gonzáles y Av. Miguel Vintimilla. 90

Figura 4-13.- Pc13. Calles Luis M. González y avenida 16 de Abril. 91

Figura 4-14.- Pantalla de configuración de carril (Lane settings).Programa Synchro (Trafficware, Ltd., 2011). Avenida 16 de Abril y Luis M. González..... 92

Figura 4-15.- Pantalla de configuración de volumen (Volume settings). Programa Synchro (Trafficware, Ltd., 2011).Avenida 16 de abril y Luis M. González..... 93

Figura 4-16 .- Pantalla de configuración de intersecciones (Node Settings). Programa Synchro (Trafficware, Ltd., 2011). Avenida 16 de Abril y Luis M. González..... 97

Figura 4-17.- Pantalla de configuración de semáforos (Timing Settings). Programa Synchro (Trafficware, Ltd., 2011). Avenida 16 de Abril y Luis M. González..... 98



Figura 4-18.- Fases semafóricas en la Av 16 de Abril y Luis M. González. 98

Figura 4-19.- Fases nema para la configuración de semáforos..... 99

Figura 4-20.- Pantalla de modelación de tráfico. Programa Synchro
(Trafficware, Ltd., 2011). Avenida 16 de Abril y Luis M. González.100

Figura 5-1.- Pc1. Intersección Calles Simón Bolívar y Serrano.113

Figura 5-2.- Pc2. Intersección Calles Simón Bolívar y Solano.....113

Figura 5-3.- Pc3. Intersección Calles Serrano y Benigno Malo.....113

Figura 5-4.- Pc4. Intersección Calles Rivera y Serrano.114

Figura 5-5.- Pc5. Intersección Calles Luis Cordero y Serrano.....114

Figura 5-6.- Pc6. Intersección Calles Simón Bolívar y Azuay.114

Figura 5-7.- Pc7. Intersección Calles Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero.
.....115

Figura 5-8.- Pc8. Intersección Calles Matovelle y Azuay.....115

Figura 5-9.- Pc9. Intersección Calles Ayacucho y avenida Juan b. Cordero...115

Figura 5-10.- Pc10. Intersección Calles Azuay y Benigno Malo.116

Figura 5-11.- Pc11. Intersección Calles avenida 24 de Mayo y Azuay.116

Figura 5-12.- Pc12. Intersección Calles avenida Miguel Vintimilla y Luis M.
González.....116

Figura 5-13.- Pc13. Intersección Calles Luis M. González y Avenida 16 de Abril.
.....117

Figura 5-14.- Composición de la población del cantón Azogues por parroquias.
.....125



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Sonia Lucía Cabrera Vélez, autora del proyecto de titulación "Optimización de la Oferta Vial para el transporte privado de la Ciudad de Azogues", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (Magíster en Vialidad y Transporte). El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Azogues, 04 de Abril de 2017.

Sonia Lucía Cabrera Vélez

C.I: 0301642369



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Sonia Lucía Cabrera Vélez, autora del proyecto de titulación "Optimización de la Oferta Vial para el transporte privado de la Ciudad de Azogues", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Azogues, 04 de Abril de 2017.

Sonia Lucía Cabrera Vélez

C.I: 0301642369



DEDICATORIA.

A quienes les tocó sufrir mi ausencia, y me esperaron sin cansancio detrás de una ventana ansiando mi regreso, mis dos niños Ali y Nahincito, que fueron quienes se sacrificaron para permitirme cumplir mis sueños y contaron los días para verme terminar este proyecto. A mi amigo incondicional y compañero de vida Andrés por apoyarme y darme ánimos para continuar.

La Autora.



AGRADECIMIENTO.

A mi padre Napoleón y mi hermana María Eugenia, que me ayudaron a conseguir esta meta permitiéndome ausentarme de mi jornada diaria y por creer en mi capacidad, alentándome a no desmayar y siendo mi pilar hoy y siempre.

La Autora.



CONTENIDO

1. GENERALIDADES

El capítulo 1 señala la finalidad de este estudio, iniciando con el planteamiento del problema, los objetivos del presente proyecto, así como la justificación y alcances del mismo.

1.1. ANTECEDENTES

La congestión del tráfico es uno de los problemas más importantes en el ámbito del transporte. Como resultado surgen pérdidas económicas directas debido a los retrasos e indirectos debido al impacto ambiental. En la mayoría de los casos, la capacidad vial no se puede aumentar. Así que existen dos maneras de resolver el problema de la congestión y son mejorar el uso de los sistemas existentes a través de una gestión más eficaz del tráfico y la creación de estrategias operativas adecuadas, o mejorar la geometría de carreteras y autopistas existentes (Baptista, 2005, p.3).

El interés por el desarrollo de los Sistemas Inteligentes de Transporte proviene justamente de los problemas causados por la congestión del tráfico. Esta congestión reduce la eficiencia de la infraestructura de transporte e incrementa el tiempo de viaje, consumo de combustible y la contaminación.

El término Sistema de Transporte Inteligente (STI) o ITS por sus siglas en inglés, se utiliza generalmente para referirse a la tecnología, la infraestructura de mañana, y los servicios, así como la planificación, operación y métodos de control que se utilizarán para el transporte de personas y mercancías. (Crainic et al., 2008, p.1)

Por lo antes mencionado y para promover la movilidad sustentable es importante que la Ciudad de Azogues, capital de la provincia del Cañar, cuente con una planificación de la movilidad que permita regular el tráfico vehicular y la movilidad de todos los actores del tránsito en la ciudad, para lo cual, como objetivo principal se encuentra la implementación de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

A sabiendas de que el tráfico influye en la calidad de vida de los ciudadanos, se aportan propuestas del manejo del tránsito de tal manera que se puedan salvar vidas, tiempo, dinero y se disminuya la contaminación ambiental.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la Ciudad de Azogues y de acuerdo a la percepción de la ciudadanía existe congestión vehicular debido al alto crecimiento de la flota vehicular, como se puede constatar en el Gobierno Autónomo Descentralizado de Azogues y conforme los registros del año 2015, que señalan que la flota vehicular matriculada tuvo un aumento del 20 % respecto del año 2014. A la presente fecha el Gobierno Autónomo Descentralizado de Azogues no cuenta con información de tiempos de viaje y demoras en ninguna de las intersecciones estudiadas así como de longitudes de colas o medida de niveles de contaminación ya que no se cuenta con un departamento técnico que provea esta información.

Como agravio al problema de transporte actual, se encuentra la topografía irregular de la ciudad, la cual hace muy difícil que los usuarios puedan movilizarse a pie o en formas no motorizadas.

La oferta actual no cubre la demanda existente, debido a que la misma presenta falencias en los tiempos semafóricos, deficiente señalética, exceso de dispositivos semafóricos y direccionalidad paralela en varias vías céntricas de la ciudad lo que implica congestión y demoras en los tiempos de viaje de los usuarios.

La implementación de los SIT, contribuirá a disminuir de forma notable y paulatina el congestionamiento existente, además de mejorar todo el sistema vial de transporte privado por medio de señales de tránsito, semáforos inteligentes, re direccionamiento de vías, basados en la modelación a través del programa Synchro (Trafficware, Ltd., 2011).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer alternativas a la oferta actual para el transporte privado en el centro urbano de la Ciudad de Azogues, a través de la implementación de SIT.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar la información relacionada a la oferta vial.
- ✓ Elaborar la metodología y procesamiento de datos.
- ✓ Realizar conteos vehiculares y peatonales en las Intersecciones de conflicto y zonas de aporte.



- ✓ Levantar la ubicación de semáforos, tiempos de ciclos y medición de colas de espera.
- ✓ Levantar la señalización y direccionalidad de vías internas al cordón urbano.
- ✓ Modelar el transporte privado actual y a futuro con alternativas propuestas, por medio del programa Synchro.
- ✓ Analizar de manera técnica y económica las alternativas propuestas.

1.4. ALCANCES

El alcance de la presente tesis contempla un estudio del sistema de transporte privado, en el casco urbano de la Ciudad de Azogues, por medio del levantamiento de semáforos, señales de tránsito, intersecciones conflictivas, etc.

Estudio de los niveles de servicio de los puntos de conflicto, modelación de la alternativa propuesta para mejorar el congestionamiento vehicular.

El transporte público y comercial no se contempla en la presente tesis, ya que en éstos influyen otros factores a estudiar y regular, sin embargo serán tomados en cuenta en el levantamiento de información, relacionando los mismos a la unidad de vehículo privado o Passenger Car Unit (PCU), además no se incluye el estacionamiento tarifado SEMERTAZ, debido a que este análisis correspondería a un estudio detallado de esta problemática, pero en el programa Synchro de modelación se ingresarán los parámetros correspondientes al número de estacionamientos en cada intersección estudiada.

1.5. JUSTIFICACIÓN

De forma general el presente trabajo tomará en consideración aspectos principales del tránsito y la movilidad que sustenten la tarea investigativa, de tal manera que pueda ser aplicada en un corto, mediano y largo plazo a través del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Azogues, sirviendo como modelo para gestionar de forma eficiente el tránsito vehicular en las ciudades pequeñas y medianas.

Es necesario evaluar las condiciones de tráfico en la Ciudad de Azogues, ya que se encuentra en crecimiento constante y por lo tanto, los problemas de congestionamientos son cada vez mayores y más frecuentes. Con la ayuda de los SIT se aportará al desarrollo de la ciudad de una manera económica, segura, cómoda y compatible con el medio ambiente.



1.6. METODOLOGÍA

El presente estudio abarca 5 etapas, gestión de la circulación, sistemas de gestión avanzada de tráfico, modelación por medio del Synchro, análisis económico de las alternativas propuestas y conclusiones.

La gestión de la circulación presenta 4 sub-etapas, las mismas que son: demarcación del área de estudio, oferta vial, levantamiento de la información por medio de conteos, encuestas origen-destino, recorridos en vehículo y a pie; análisis de capacidad y niveles de servicio y planificación del transporte. El objetivo de esta etapa es levantar todos los datos necesarios que servirán de base para este proyecto y planificación del transporte.

Los sistemas de gestión avanzada de tráfico que abarca 3 sub-etapas: regulación del tráfico, para minorar el ingreso de vehículos hacia la zona acordonada, la gestión de incidentes y la gerencia de tráfico. El objetivo de esta etapa es analizar todos los aspectos que conciernen a la optimización del transporte privado dentro del casco urbano de la ciudad de Azogues e ir señalando las posibles mejoras a cada uno de estos aspectos.

La modelación por medio del programa computacional Synchro, tiene dos sub-etapas, la primera consiste en modelar el tránsito actual, para conocer la capacidad y los niveles de servicio en las intersecciones conflictivas y la segunda consiste en modelar la alternativas planteadas, como objetivos de esta etapa están diferenciar los niveles de servicio en los puntos de conflicto antes y después de la optimización planteada en lo referente al transporte privado.

Finalmente el análisis económico permite evaluar desde el punto de vista financiero la alternativa de optimización que se plantea para lograr el objetivo último que es mejorar la movilidad en lo referente a transporte privado.

1.7. ESTRUCTURA

El presente trabajo de titulación consta de 6 capítulos. En el capítulo 1 se contempla el planteamiento, objetivos, justificación y alcance del estudio. El capítulo 2 abarca la gestión de la circulación, se muestra como se levantó la información respectiva a través de conteos, encuestas y se describe la planificación del transporte mejorando los niveles de servicio, optimizando los ciclos o fases semafóricas, además de mostrar la oferta vial existente. El capítulo 3 trata acerca de los sistemas de gestión avanzada de tráfico en donde se regula el tráfico, se estudia la gestión de incidentes, demandas, y semaforización. El

capítulo 4 consta de modelar el transporte actual, plantear las alternativas de optimización y modelar las mismas a través del programa Synchro, además este programa señala los niveles de servicio en las intersecciones conflictivas. En el capítulo 5 se evalúa económicamente las alternativas propuestas con la finalidad de comparar los costos antes y después de la optimización de la oferta para el transporte privado y finalmente las conclusiones que señalan los resultados obtenidos al finalizar el estudio. A continuación podemos observar en la figura 1.1 la estructura del presente proyecto de titulación.

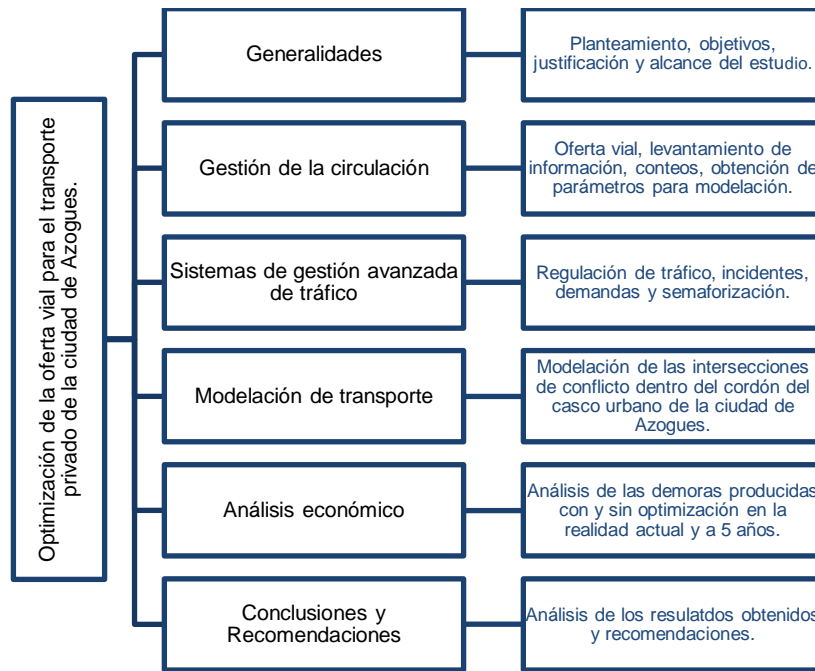


FIGURA 1-1.- ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.



2. GESTIÓN DE LA CIRCULACIÓN

2.1. ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Azogues y de acuerdo al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), asumió las responsabilidades del tránsito a partir de 01/09/2014, fecha en la cuál y de manera paulatina han venido absorbiendo las competencias de tránsito que anteriormente eran ejecutadas por la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) entre las que se encuentran la planificación, regulación y control de tránsito y transporte.

Varias son las medidas que en su empeño de mejorar el tránsito en la capital provincial ha tomado la Dirección de Movilidad, entre las principales se observa la exagerada colocación de semáforos en todo el casco urbano de la ciudad, así como el continuo cambio de direccionalidad de las vías que forman parte del casco urbano de Azogues.

2.2. DEMARCACION DEL ÁREA DE ESTUDIO

Conforme la información del Gobierno Autónomo Descentralizado de Azogues y de acuerdo a la zona comercial de la ciudad que es el área de mayor congestionamiento, se tomaron en consideración todos los puntos de conflicto así como los polos de atracción de viajes, y se trazó el área de demarcación, la cual cubre un área total de 137,622.71 m², que será estudiada, analizada y considerada para la optimización de la oferta vial del transporte privado en la capital provincial. A continuación se detallan los puntos que conforman el área de estudio (tabla 2.1) y gráficamente se observan en la figura 2.1.

TABLA 2.1.- PUNTOS DE LA ZONA DE ACORDONAMIENTO (ZA) DEL CASCO URBANO DE AZOGUES

| ZONA DE ACORDONAMIENTO(ZA) | |
|----------------------------|--|
| PUNTO | DIRECCIÓN |
| 1 ZA | Calle 4 de Noviembre y Calle Atahualpa |
| 2 ZA | Calle 4 de Noviembre y Avenida Rumiñahui |
| 3 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Paccha |
| 4 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Chapera |
| 5 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Puruhaes |
| 6 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Cacha |
| 7 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Eugenio Espejo |
| 8 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Juan Montalvo |



TABLA 2.1.- PUNTOS DE LA ZONA DE ACORDONAMIENTO (ZA) DEL CASCO URBANO DE AZOGUES (CONTINÚA)

ZONA DE ACORDONAMIENTO(ZA)

| PUNTO | DIRECCIÓN |
|-------|---|
| 9 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Demetrio Aguilera Malta |
| 10 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle S/N1 |
| 11 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Froilán Segundo |
| 12 ZA | Avenida Rumiñahui y Calle Simón Bolívar |
| 13 ZA | Avenida Rumiñahui y Avenida de los Alcaldes |
| 14 ZA | Avenida de los Alcaldes y Avenida 24 de Mayo |
| 15 ZA | Avenida 24 de Mayo y Calle Manuelita Sáenz |
| 16 ZA | Avenida 24 de Mayo y Calle s/n |
| 17 ZA | Avenida 24 de Mayo y Avenida Homero Castanier Crespo |
| 18 ZA | Avenida 24 de Mayo y Calle Honorato Vásquez |
| 19 ZA | Avenida 24 de Mayo y Avenida Che Guevara |
| 20 ZA | Avenida Che Guevara y Calle Hermano Miguel |
| 21 ZA | Avenida Che Guevara y Avenida 16 de Abril |
| 22 ZA | Avenida 16 de Abril y Avenida Andrés F Córdova |
| 23 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle s/n |
| 24 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Alberto Sarmiento |
| 25 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Humberto Rodríguez |
| 26 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Napo |
| 27 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Chimborazo |
| 28 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Cotopaxi |
| 29 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Imbabura |
| 30 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Luis M. González |
| 31 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Alberto Ochoa Vásquez |
| 32 ZA | Avenida 16 de Abril y Calle Vicente Cabrera |
| 33 ZA | Avenida Miguel Vintimilla y Calle Vicente Cabrera |
| 34 ZA | Avenida Miguel Vintimilla y Calle Vicente Aurelio Crespo |
| 35 ZA | Avenida Miguel Vintimilla y Calle Luis Ariosto Muñoz |
| 36 ZA | Avenida Miguel Vintimilla y Calle César Izquierdo |
| 37 ZA | Avenida Miguel Vintimilla y Avenida 24 de Mayo |
| 38 ZA | Avenida 24 de Mayo y Calle Trajano Carrasco Baquero |
| 39 ZA | Avenida 24 de Mayo y Calle Juan Bautista Cordero |
| 40 ZA | Calle Juan Bautista Cordero y Calle Benigno Malo |
| 41 ZA | Calle Juan Bautista Cordero y Calle Julio María Matovelle |

TABLA 2.1.- PUNTOS DE LA ZONA DE ACORDONAMIENTO (ZA) DEL CASCO URBANO DE AZOGUES (CONTINÚA)

ZONA DE ACORDONAMIENTO(ZA)

| PUNTO | DIRECCIÓN | |
|------------|--|---------------------------|
| 42 ZA | Calle Juan Bautista Cordero y Calle Rafael García | |
| 43 ZA | Calle Juan Bautista y Calle Simón Bolívar | |
| 44 ZA | Calle Juan Bautista y Calle Batalla de Ayacucho | |
| 45 ZA | Calle Juan Bautista y Calle Oriente | |
| 46 ZA | Calle Oriente y Calle Azuay | |
| 47 ZA | Calle Oriente y Calle General Ignacio de Veintimilla | |
| 48 ZA | Calle Oriente y Calle Bartolomé Serrano | |
| 49 ZA | Calle Oriente y Calle 4 de Noviembre | |
| 50 ZA | Calle 4 de Noviembre y Calle 3 de Noviembre | |
| 51 ZA | Calle 4 de Noviembre y Avenida de la Virgen | |
| ÁREA TOTAL | | 137,622.71 m ² |
| PERÍMETRO | | 6,526.41 m |

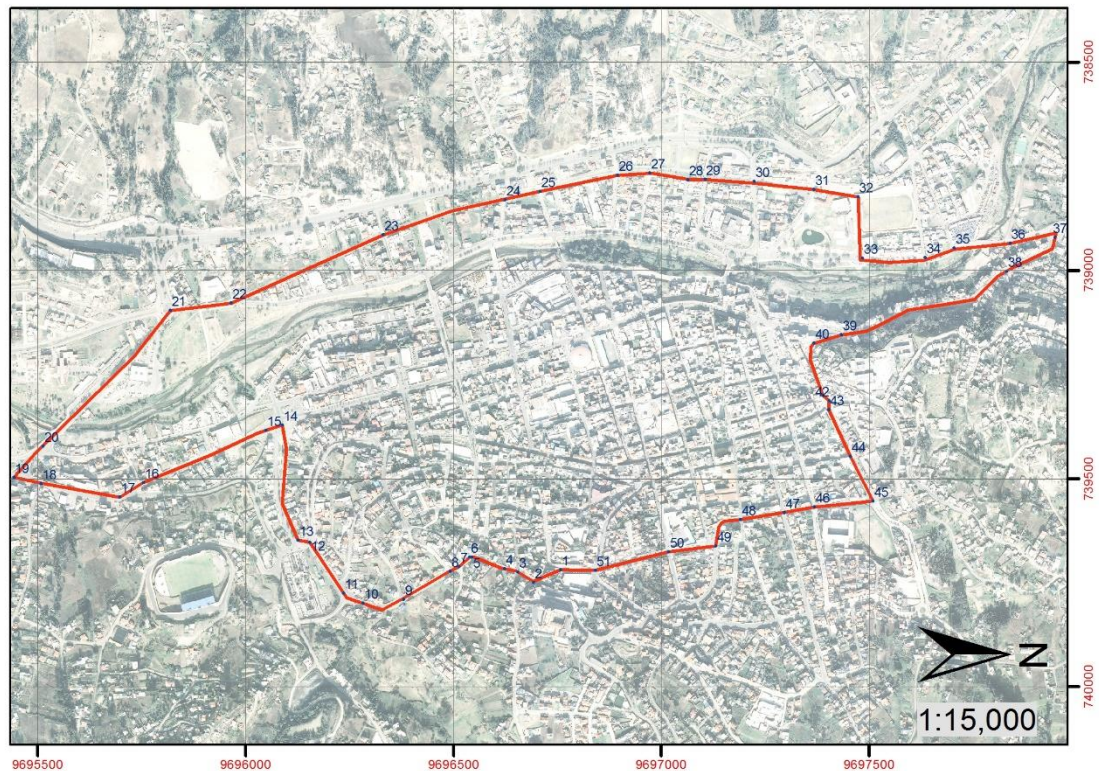


FIGURA 2-1.- CORDÓN DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE AZOGUES (ESCALA 1:15,000).

2.3. OFERTA VIAL

Dentro de la zona acordonada se levantó la información que concierne a la oferta vial la misma que incluye varios parámetros, necesarios para el desarrollo del presente proyecto de titulación, los mismos que son:

- ◆ Longitud de vía (m).
- ◆ Ancho total de carretera (m).
- ◆ Anchos de carriles izquierdo y derecho (m).
- ◆ Parterre (m).
- ◆ Veredas izquierda y derecha (m).
- ◆ Semáforos (#).
- ◆ Semáforo peatonal (#)
- ◆ Rampas para discapacitados (m).

A continuación en la figura 2.2 se observa un esquema del levantamiento de la información antes señalada.

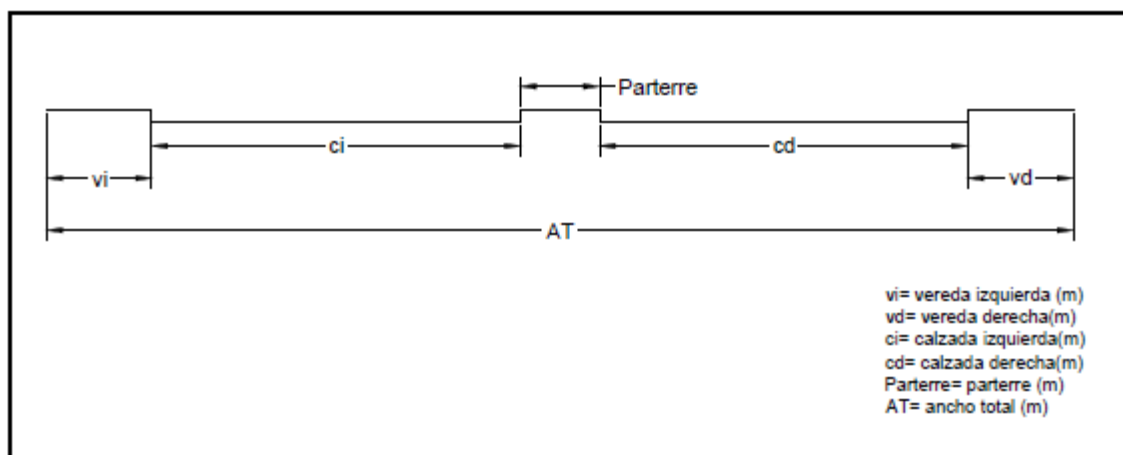


FIGURA 2-2.- ESQUEMA DE CALLE PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE OFERTA VIAL.

En la tabla 2.2, se hallan los parámetros requeridos.



TABLA 2.2.- OFERTA VIAL EN LA ZONA ACORDONADA DE LA CIUDAD DE AZOGUES

| Calle | Longitud (m) | Ancho promedio (m) | Carriles # | Direccionalidad | Semáforos(#) | Semáforo Peatonal | Rampas para discapacitados(#) L=1.50 M | Veredas (m) |
|---------------------------|--------------|--------------------|------------|-----------------|--------------|-------------------|---|-------------|
| Av Francisco Carrasco | 176.96 | 10 | 2 | N-S S-N | 0 | 0 | 0 | 1.7 |
| 04 de Noviembre | 296.97 | 9.5 | 2 | N-S S-N | 2 | 0 | 0 | 1.7 |
| Guayas | 188.38 | 10 | 2 | N-S | 0 | 0 | 0 | 1.7 |
| Ayacucho | 271.28 | 12 | 2 | S-N | 2 | 2 | 2 | 1.7 |
| Simón Bolívar | 876.77 | 4 | 1 | S-N | 6 | 6 | 10 | 1.5-2.00 |
| Julio María Matovelle | 287.77 | 4 | 2 | N-S | 2 | 0 | 10 | 1.7 |
| Rivera | 482.62 | 6 | 2 | S-N | 2 | 0 | 6 | 1.7 |
| Luis Cordero | 673.44 | 6.5 | 2 | N-S | 6 | 0 | 6 | 1.70-2.00 |
| José Joaquín de Olmedo | 590.62 | 7.5 | 2 | S-N | 3 | 0 | 6 | 1.7 |
| Av 24 de Mayo | 2676.15 | 12 | 4 | N-S S-N | 7 | 7 | 8 | 1.80-2.00 |
| Augusto Sacoto Farias | 636.79 | 9 | 2 | N-S S-N | 1 | 0 | 0 | 1.7 |
| Av Andrés F Córdova | 1237.23 | 10 | 2 | S-N | 2 | 2 | 4 | 1.6 |
| Av 16 de Abril | 1463.28 | 17.5 | 4 | N-S S-N | 2 | 2 | 4 | 1.80-3.00 |
| David Mogrovejo | 171.23 | 5 | 2 | N-S | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| Benigno Malo | 310.95 | 4.5 | 2 | N-S S-N | 0 | 0 | 2 | 1.7 |
| Emilio Abad Aguilar | 787.36 | 9 | 2 | S-N | 3 | 0 | 4 | 1.7 |
| Segundo Méndez | 154.71 | 9.5 | 2 | N-S | 0 | 0 | 0 | 1.7 |
| Av. Juan Bautista Cordero | 427.84 | 13.5 | 4 | N-S S-N | 3 | 2 | 2 | 1.7 |
| Azuay | 483.32 | 9.5 | 3 | E-O | 5 | 0 | 4 | 1.7 |
| Ignacio Vintimilla | 431.71 | 7 | 3 | S-N | 3 | 0 | 2 | 1.6 |
| Bartolomé Serrano | 488.76 | 5.5 | 2 | E-O | 5 | 2 | 4 | 1.7 |
| Fray Vicente Solano | 394.33 | 5 | 2 | O-E | 3 | 0 | 2 | 1.7 |
| Antonio José de Sucre | 675.43 | 7.5 | 2 | E-O | 3 | 1 | 0 | 1.7 |
| 03 de Noviembre | 709.46 | 8.5 | 2 | O-E | 3 | 3 | 4 | 1.7 |
| 10 de Agosto | 575.82 | 6.5 | 2 | E-O | 4 | 2 | 2 | 1.7 |
| Cacique Tenemaza | 395.08 | 7.5 | 2 | O-E | 2 | 2 | 0 | 1.7 |
| Av de la Virgen | 304.33 | 12.5 | 4 | E-O | 0 | 0 | 0 | 1.00-1.70 |
| General Enriquez | 518.51 | 9.5 | 2 | N-S S-N | 2 | 0 | 2 | 1.6 |
| José Peralta | 95.24 | 6.5 | 2 | O-E | 0 | 0 | 0 | 1.6 |
| Aurelio Jaramillo | 92.61 | 8 | 4 | O-E E-O | 1 | 0 | 0 | 1.6 |
| Samuel Abad | 202.14 | 14.5 | 4 | O-E E-O | 1 | 0 | 0 | 1.3 |
| Av de los Alcaldes | 310.37 | 20 | 4 | O-E E-O | 0 | 0 | 0 | 1.7 |
| Av Ernesto Che Guevara | 528.43 | 16 | 4 | O-E E-O | 1 | 0 | 2 | 1.7 |
| Imbabura | 163.88 | 12 | 2 | O-E | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| Cotopaxi | 80.13 | 6 | 2 | O-E E-O | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| Portoviejo | 92.47 | 6 | 2 | O-E E-O | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Chimborazo | 136.77 | 6 | 2 | O-E E-O | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| Machala | 66.79 | 6 | 2 | O-E E-O | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| Napo | 126.08 | 9 | 2 | O-E E-O | 1 | 0 | 0 | 1.5 |
| Humberto Rodríguez | 97.83 | 8 | 2 | O-E | 1 | 0 | 1 | 1.25 |
| Adolfo Palomeque | 170.91 | 7 | 2 | O-E | 2 | 0 | 0 | 1.5 |

Además y de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Azogues la jerarquización vial se clasifica en: local, colectora y arterial lo cual puede ser observado en la figura 2.3.

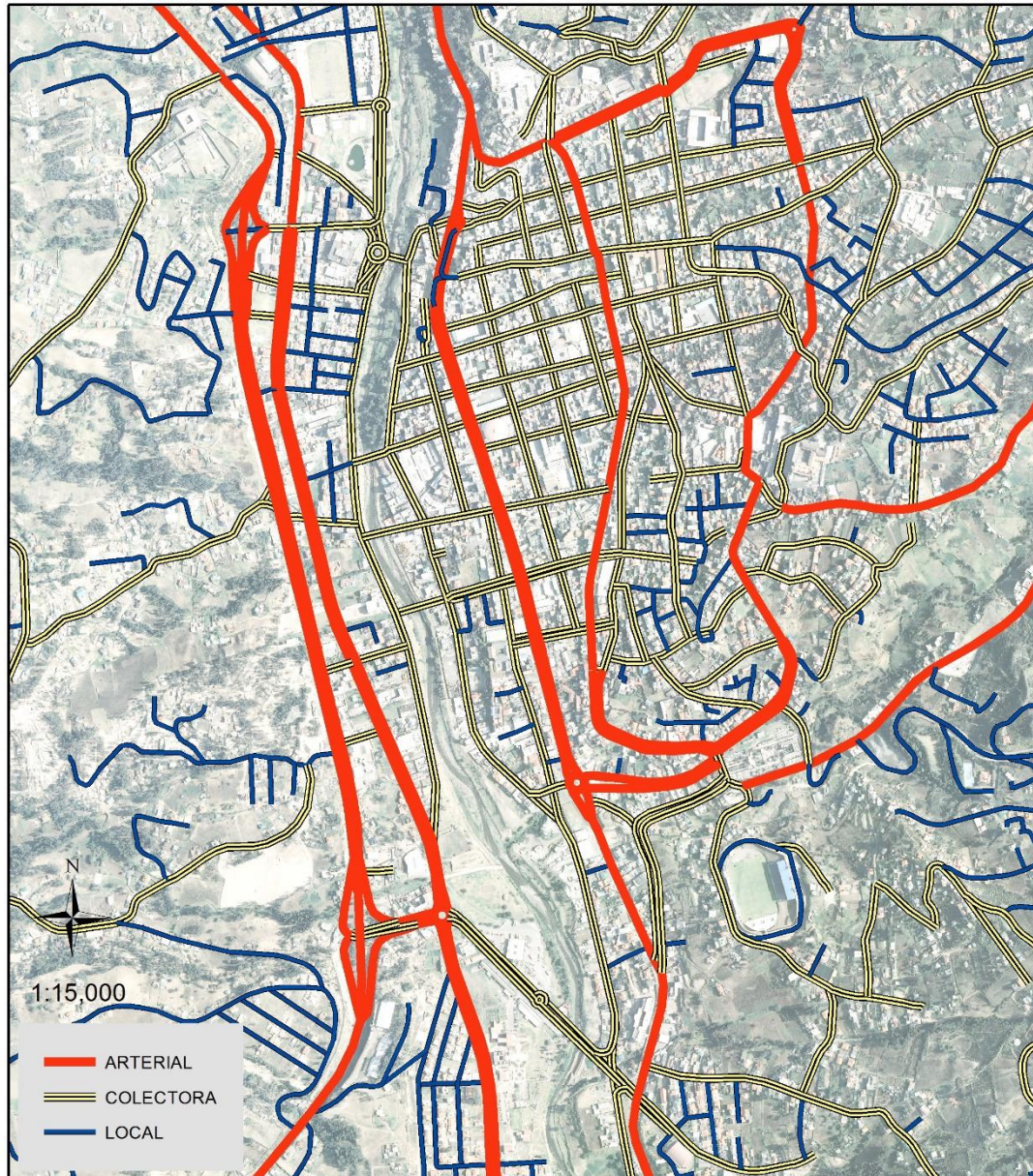


FIGURA 2-3.- JERARQUIZACIÓN VIAL DE LA CIUDAD DE AZOGUES.

De igual forma se obtiene el levantamiento de la señalización vial dividida en 5 categorías, con el objetivo de tener una mejor visualización de la misma.

En la figura 2.4 se observan las señales de curva abierta, no entre, desvío y velocidad máxima.

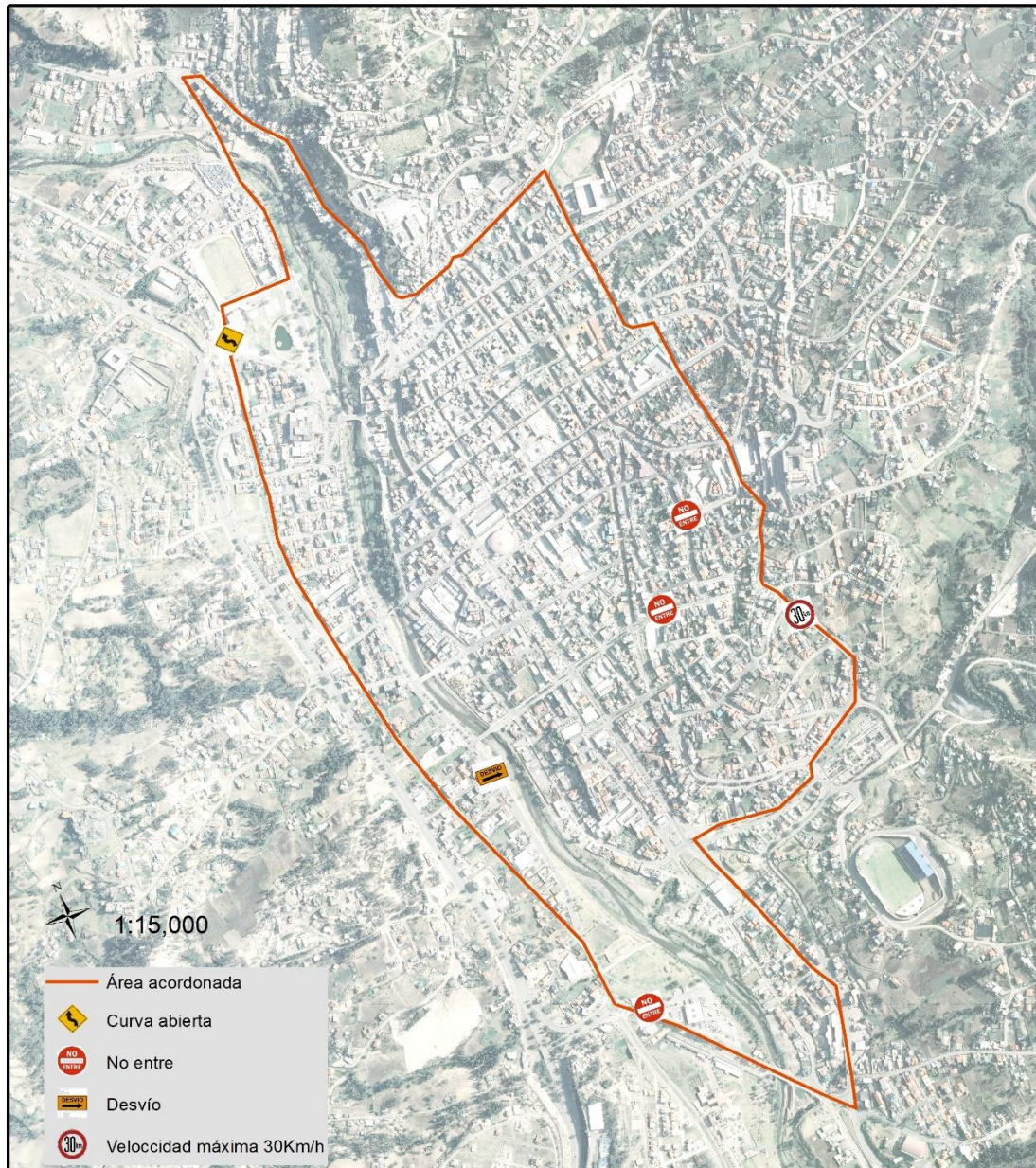


FIGURA 2-4.- SEÑALES DE TRÁNSITO. CURVA ABIERTA, NO ENTRE, DESVÍO Y VELOCIDAD MÁXIMA.

En la figura 2.5 se observa la señal de no estacionar.

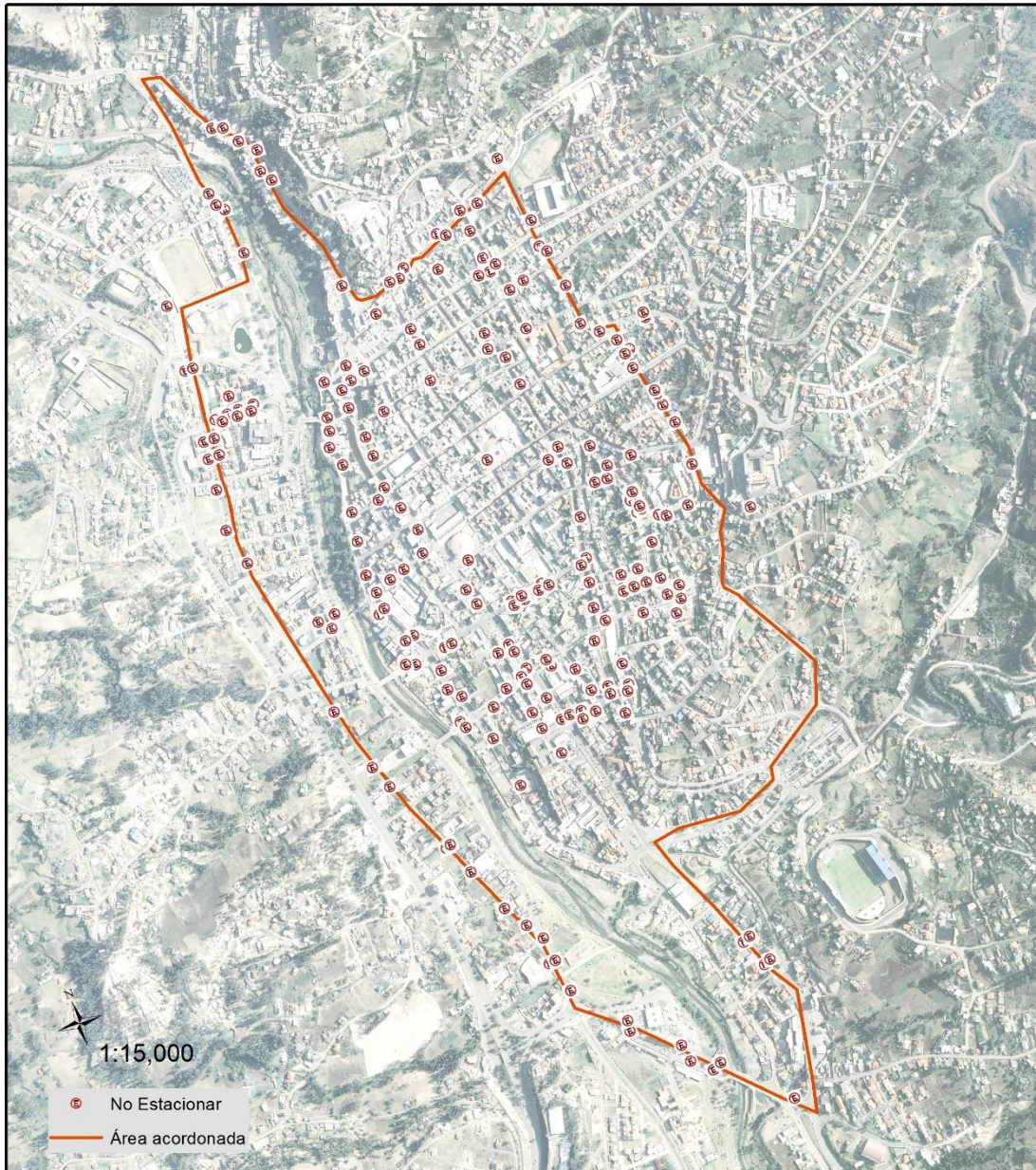


FIGURA 2-5.- SEÑALES DE TRÁNSITO. NO ESTACIONAR.

En la figura 2.6 se observan las señales de zona escolar y prohibido transporte pesado.

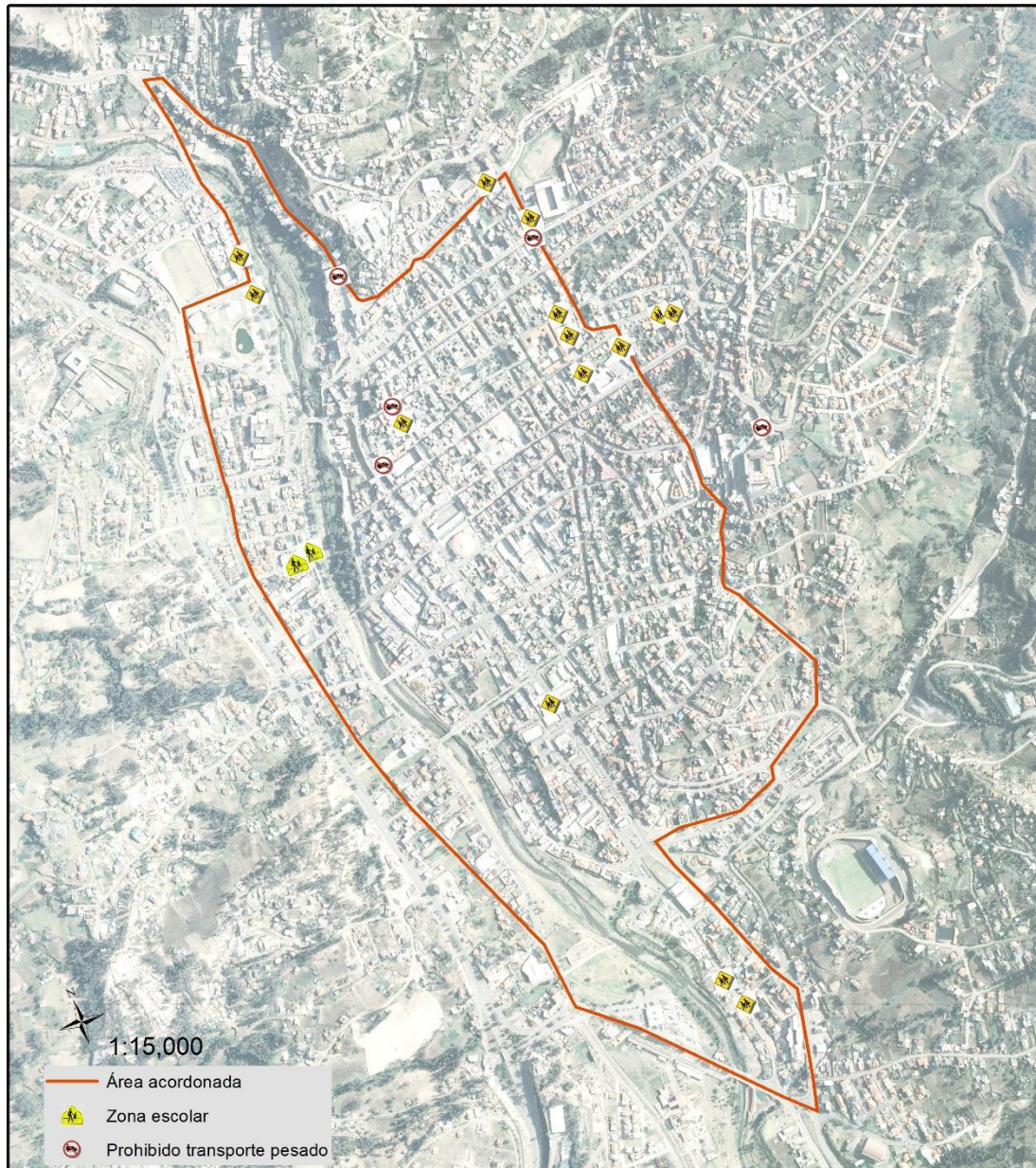


FIGURA 2-6.- ZONA ESCOLAR Y PROHIBIDO TRANSPORTE PESADO

En la figura 2.7 se observan las señales de cruce peatonal y no girar en u.

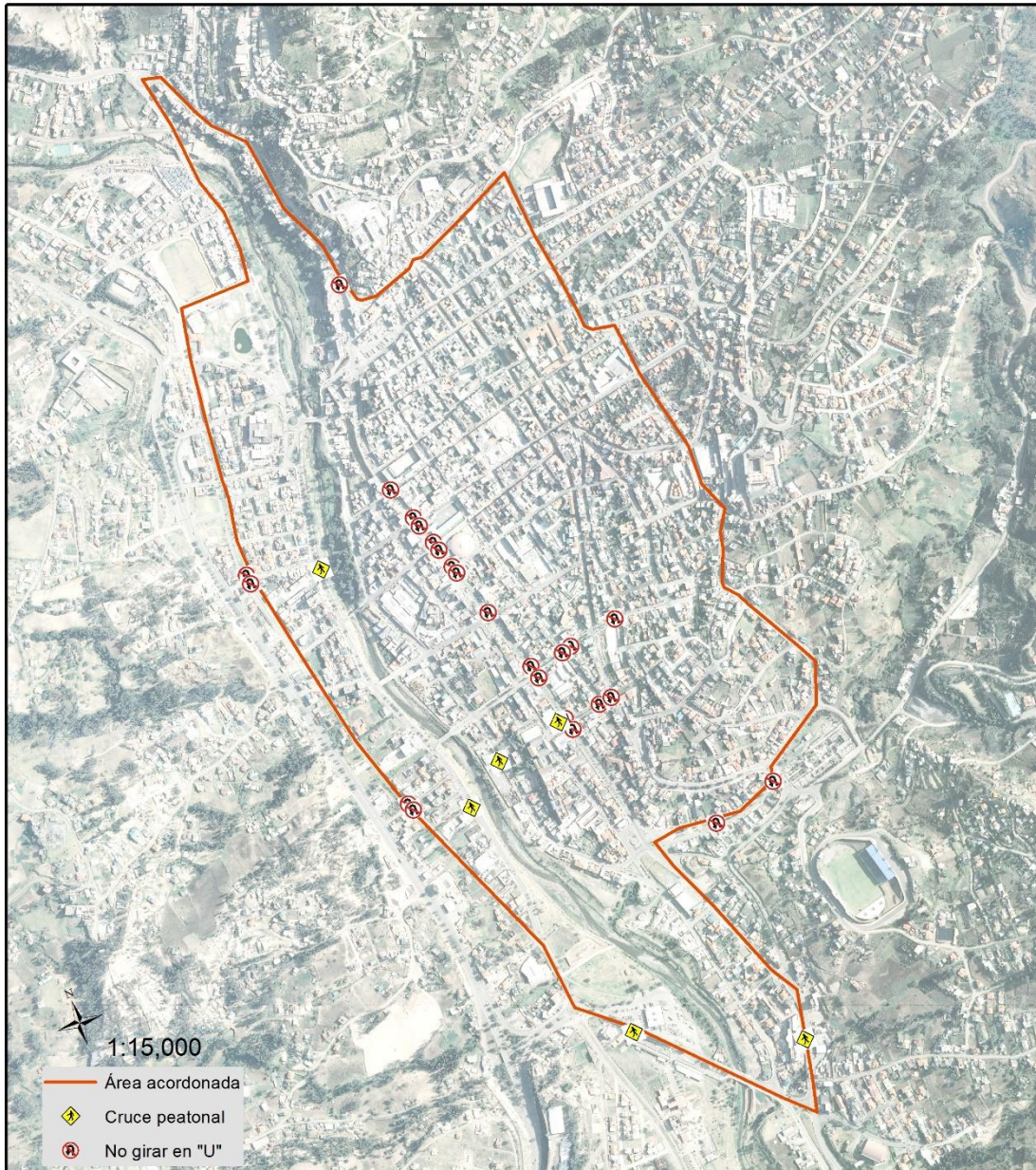


FIGURA 2-7.- SEÑALES DE TRÁNSITO. CRUCE PEATONAL Y NO GIRAR EN U.

Finalmente en la figura 2.8 se observa la señal de pare.

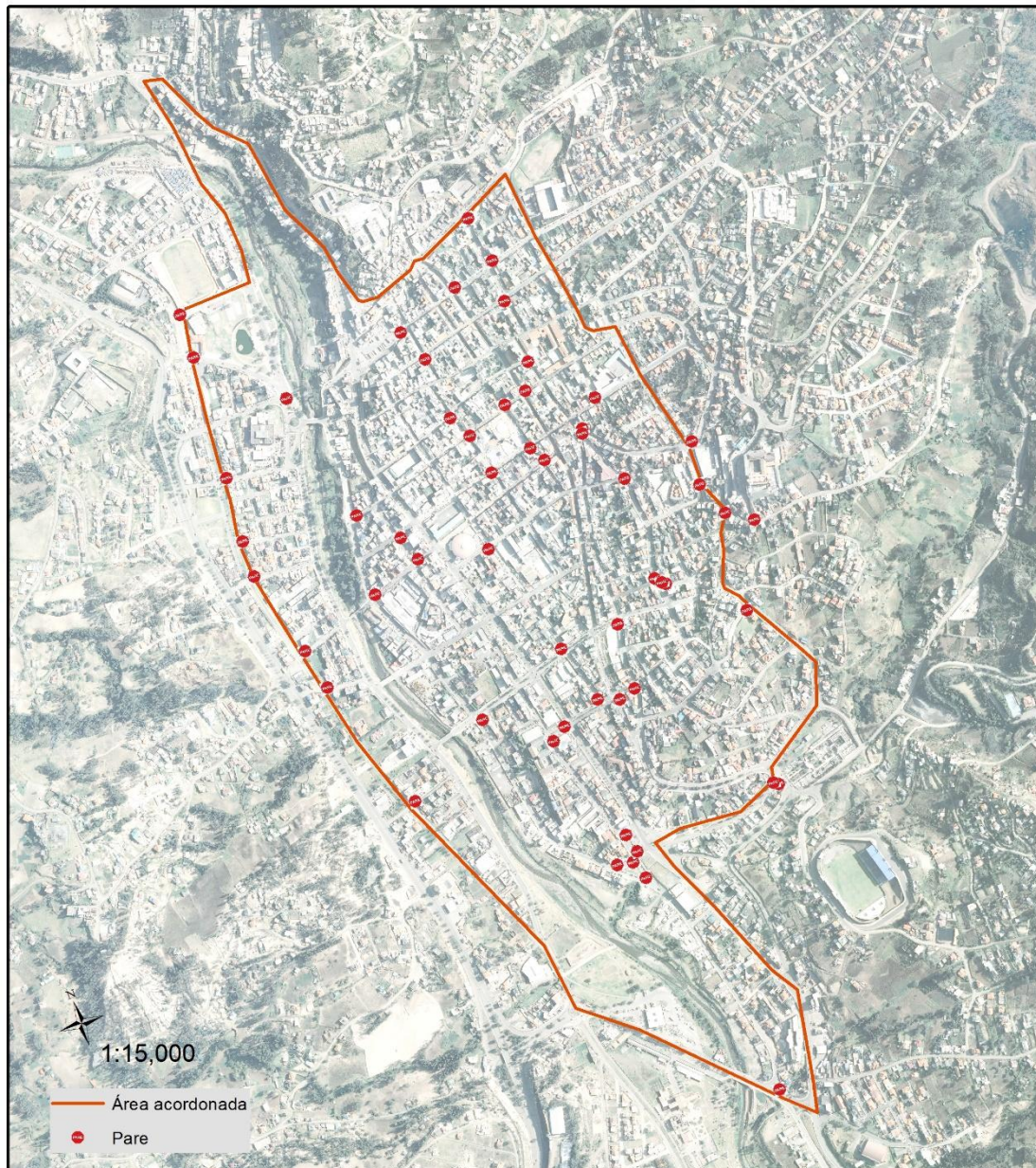











FIGURA 2-8.- SEÑALES DE TRÁNSITO. PARE.

Además a través de la tabla 2.3 se observan las señales de tránsito en cada una de las vías internas del cordón de estudio.

TABLA 2.3.- SEÑALES DE TRÁNSITO EN LAS VÍAS INTERNAS DEL CORDÓN DE ESTUDIO.

| SEÑALÉTICA VERTICAL EN VÍAS DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE AZOGUES | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|-----------------|
| Calle | Longitud (m) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | # Señales/km |
| Av Francisco Carrasco | 176.96 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.95 |
| 04 de Noviembre | 296.97 | 2 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40.41 |
| Guayas | 188.38 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 15.93 |
| Ayacucho | 271.28 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.80 |
| Simón Bolívar | 876.77 | 1 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 20.53 |
| Julio María Matovelle | 287.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| Rivera | 482.62 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.14 |
| Luis Cordero | 673.44 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8.91 |
| José Joaquín de Olmedo | 590.62 | 4 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.40 |
| Av 24 de Mayo | 2676.15 | 0 | 0 | 13 | 29 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 17.94 |
| Augusto Sacoto Farias | 636.79 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.42 |
| Av Andrés F Córdova | 1237.23 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4.85 |
| Av 16 de Abril | 1463.28 | 4 | 0 | 4 | 18 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 19.82 |
| David Mogrovejo | 171.23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| Benigno Malo | 310.95 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.43 |
| Emilio Abad Aguilar | 787.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| Segundo Méndez | 154.71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| Av. Juan Bautista Cordero | 427.84 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 23.37 |
| Azuay | 483.32 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 18.62 |
| Ignacio Vintimilla | 431.71 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 13.90 |
| Bartolomé Serrano | 488.76 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10.23 |
| Fray Vicente Solano | 394.33 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.14 |
| Antonio José de Sucre | 675.43 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.40 |
| 03 de Noviembre | 709.46 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.82 |
| 10 de Agosto | 575.82 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.89 |
| Cacique Tenemaza | 395.08 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.12 |
| Av de la Virgen | 304.33 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.57 |
| General Enriquez | 518.51 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.29 |
| José Peralta | 95.24 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52.50 |
| Aurelio Jaramillo | 92.61 | 0 | 1 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 107.98 |
| Samuel Abad | 202.14 | 2 | 1 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54.42 |
| Av de los Alcaldes | 310.37 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.33 |
| Av Ernesto Che Guevara | 528.43 | 1 | 1 | 0 | 7 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 28.39 |
| Imbabura | 163.88 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.10 |
| Cotopaxi | 80.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| Portoviejo | 92.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.81 |
| Chimborazo | 136.77 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.31 |
| Machala | 66.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| Napo | 126.08 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 15.86 |
| Humberto Rodríguez | 97.83 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.44 |
| Adolfo Palomeque | 170.91 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.85 |

2.4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Una vez delimitada el área de estudio se inició con el proceso de la toma de datos (conteos vehiculares), los mismos que fueron efectuados desde el 30 de - Noviembre hasta el 13 de Diciembre de 2015 (14 días), durante 6 horas (7-9 am, 12-14 pm, 17-19 pm) en las intersecciones de conflicto. En estos conteos se tuvieron en cuenta los vehículos livianos, buses y camiones, para lo cual se ubicaron dos estaciones de conteo por cada intersección una a frente de la otra con la intención de visualizar el flujo vehicular tanto de forma paralela a la estación así como de cada uno de sus giros. El conteo en mención se realizó como se indica en la tabla 2.4 que es una hoja modelo del conteo vehicular efectuado en un lapso de 1 hora 15 minutos en la intersección Avenida 16 de



Abril y Luis M. Gonzáles, que es una intersección representativa para nuestro estudio en virtud de que esta zona es de gran crecimiento por la ubicación de importantes empresas como el centro de atención ciudadano en donde se hallan concentradas la mayor parte de entidades gubernamentales, así el centro geriátrico y ambulatorio del IESS.



TABLA 2.4.- HOJA MODELO DE CONTEO VEHICULAR.

| | | | |
|-------------------------|--|--|--|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): | 08/12/2015 | Día: | Martes |
| Intersección: | Av 16 de Abril y Luis M. González | Clima: | Soleado |
| Calle Principal: | Av 16 de Abril | Calle Secundaria: | Calle Luis M González |
| Hora de Inicio: | 12:00 | Hora Final: | 13:15 |
| Aforador: | Sonia Cabrera | Fuente: | Sonia Cabrera |



| Vehículos: | | Livianos | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Dirección | | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | ← | ↖ | ↗ | → | ↘ | ↙ |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00-12:15 | | 23 | 16 | 10 | 9 | 2 | 3 | 48 | 4 | 18 | 69 | 3 | 7 |
| 12:15-12:30 | | 28 | 16 | 17 | 7 | 4 | 2 | 39 | 2 | 30 | 58 | 4 | 13 |
| 12:30-12:45 | | 22 | 9 | 25 | 14 | | 6 | 54 | 2 | 20 | 67 | 3 | 9 |
| 12:45-13:00 | | 33 | 12 | 22 | 13 | | 7 | 60 | 5 | 46 | 74 | 3 | 16 |
| 13:00-13:15 | | 29 | 11 | 11 | 11 | 2 | 6 | 82 | 1 | 34 | 62 | 6 | 6 |

| Vehículos: | | Buses | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Dirección | | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | ← | ↖ | ↗ | → | ↘ | ↙ |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00-12:15 | | | | 1 | 1 | | | 3 | | | 1 | | 2 |
| 12:15-12:30 | | | | | 1 | | | 5 | | | | | 3 |
| 12:30-12:45 | | | | | 1 | 1 | | 2 | | | 1 | | 1 |
| 12:45-13:00 | | | | | 1 | | | 4 | | | 1 | | 3 |
| 13:00-13:15 | | | | | 1 | | | 6 | | | 1 | | 3 |

| Vehículos: | | Camiones | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Dirección | | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | ← | ↖ | ↗ | → | ↘ | ↙ |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00-12:15 | | 2 | 1 | | | | | 6 | | | 2 | 1 | 2 |
| 12:15-12:30 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | |
| 12:30-12:45 | | | | | | 1 | | 2 | 1 | 1 | 5 | | |
| 12:45-13:00 | | 2 | 1 | | 2 | | | | | | | | 2 |
| 13:00-13:15 | | | 2 | 1 | 1 | | | 2 | | | 1 | | |

| Vehículos: | | Motos | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Dirección | | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | ← | ↖ | ↗ | → | ↘ | ↙ |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00-12:15 | | | | | | | | | | | | | |
| 12:15-12:30 | | | | | | | | | | | | | |
| 12:30-12:45 | | | | | | | | | | | | | |
| 12:45-13:00 | | | | | | | | | | | | | |
| 13:00-13:15 | | | | | | | | | | | | | |

| Vehículos: | | Peatones | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Dirección | | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | ← | ↖ | ↗ | → | ↘ | ↙ |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00-12:15 | | | | | | | | | | | | | |
| 12:15-12:30 | | | | | | | | 7 | | | | | |
| 12:30-12:45 | | | | | | | | 3 | | | | | |
| 12:45-13:00 | | | | | | | | 4 | | | 1 | | |
| 13:00-13:15 | | | | | | | | | | | 2 | | |



Las intersecciones de conflicto en los que se efectuaron los conteos vehiculares, fueron previamente identificados de acuerdo a recorridos e identificación visual en el lapso de siete días en las horas picos tanto en un automóvil como a pie con la intención de identificar las zonas más congestionadas de la Ciudad de Azogues, las mismas que se hallan en la zona Norte del área acordonada, además, dentro de este estudio se realizó el levantamiento de las direccionalidades de las vías y semáforos a través de GPS Submétrico Mobile Mapper 20 (ubicación y ciclos).

Para objeto de nuestro estudio las intersecciones de conflicto serán denominadas también como puntos de conflicto, debido a que en dichos puntos confluyen las dos carreteras que forman una intersección y de que además para nuestro análisis dentro del programa Synchro las intersecciones son consideradas como point o punto para la medición de niveles de servicio.

En la tabla 2.5 se observa los puntos de conflicto, objetos de este trabajo de titulación.

TABLA 2.5.- PUNTOS DE CONFLICTO (PC) ANALIZADOS EN LA CIUDAD DE AZOGUES

| PUNTOS DE CONFLICTO(PC) | | |
|--------------------------------|--|------------------|
| PUNTO | DIRECCION | SEMÁFOROS |
| 1 PC | Calle Bolívar y Calle Serrano | Semaforizado |
| 2 PC | Calle Fray Vicente Solano y Simón Bolívar | Semaforizado |
| 3 PC | Calle Serrano y Benigno Malo | Semaforizado |
| 4 PC | Calle Rivera y Serrano | Semaforizado |
| 5 PC | Calle Luis Cordero y Serrano | Semaforizado |
| 6 PC | Calle Simón Bolívar y Azuay | Sin semáforo |
| 7 PC | Calle Simón Bolívar y Avenida Juan B. Cordero | Semaforizado |
| 8 PC | Calle Matovelle y Azuay | Sin semáforo |
| 9 PC | Calle Ayacucho y Avenida Juan Bautista Cordero | Sin semáforo |
| 10 PC | Calle Azuay y Malo | Sin semáforo |
| 11 PC | Avenida 24 de Mayo y Azuay | Sin semáforo |
| 12 PC | Avenida Miguel Vintimilla y Luis M. González | Sin semáforo |
| 13 PC | Avenida 16 de Abril y Luis M. González | Semaforizado |
| | | |
| | | |

Conforme los puntos o intersecciones de conflicto se realizaron los conteos vehiculares, para lo cual se ubicaron las estaciones de conteo en las dos calles

que forman la intersección en zonas visibles en las que se pueda observar hacia donde se dirige el flujo vehicular. En la figura 2.9, se observa la distribución de los puntos de conflicto en el área cordón, así como en la figuras 2.10-2.22, se ven los flujos en cada uno de los puntos de conflicto estudiados, los mismos que servirán para su ingreso al programa Synchro en el punto 4.3.4.

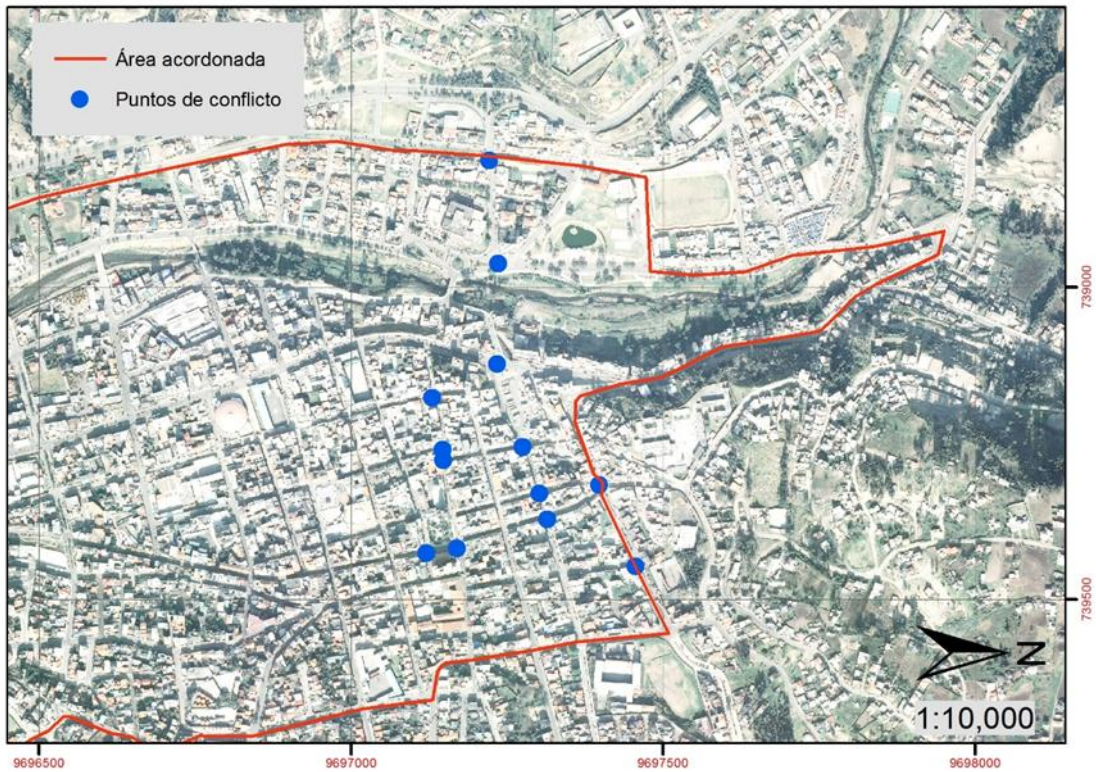


FIGURA 2-9.- PUNTOS DE CONFLICTO DEL ÁREA DE ESTUDIO (ESCALA 1:10,000).



FIGURA 2-10.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN BARTOLOMÉ SERRANO Y SIMÓN BOLÍVAR.



FIGURA 2-11.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN FRAY VICENTE SOLANO Y SIMÓN BOLÍVAR.



FIGURA 2-12.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN BARTOLOMÉ SERRANO Y BENIGNO MALO.

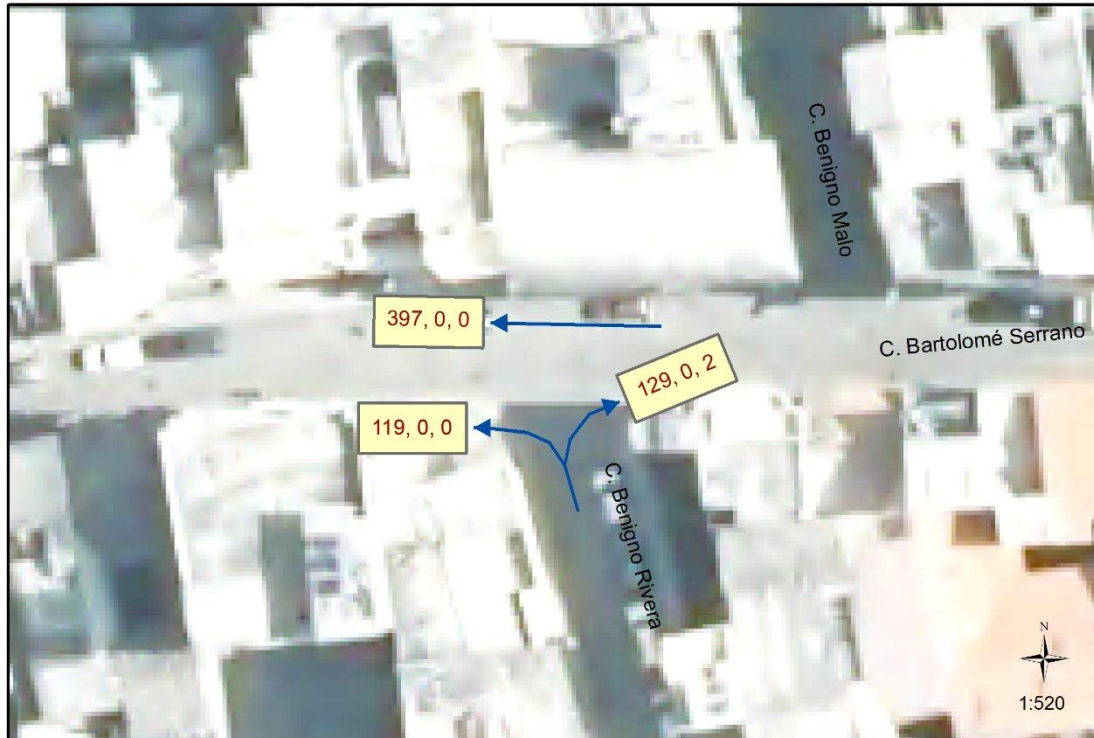


FIGURA 2-13.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN BARTOLOMÉ SERRANO Y BENIGNO RIVERA.



FIGURA 2-14.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN BARTOLOMÉ SERRANO Y LUIS CORDERO.

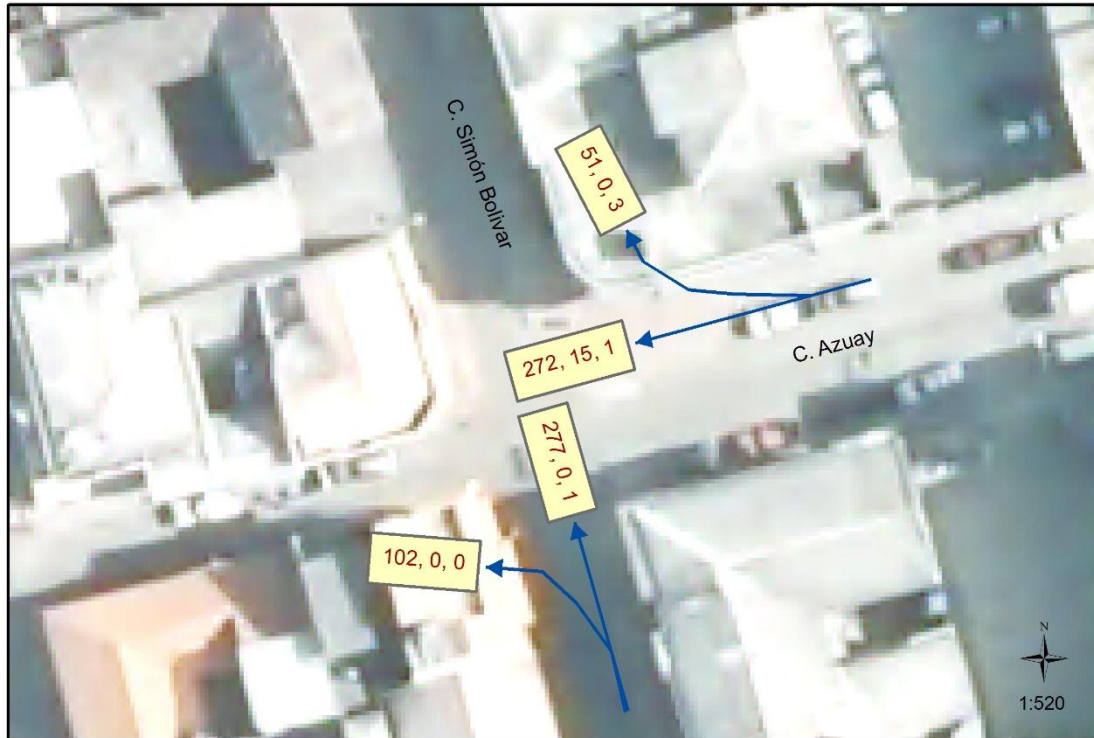


FIGURA 2-15.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY.

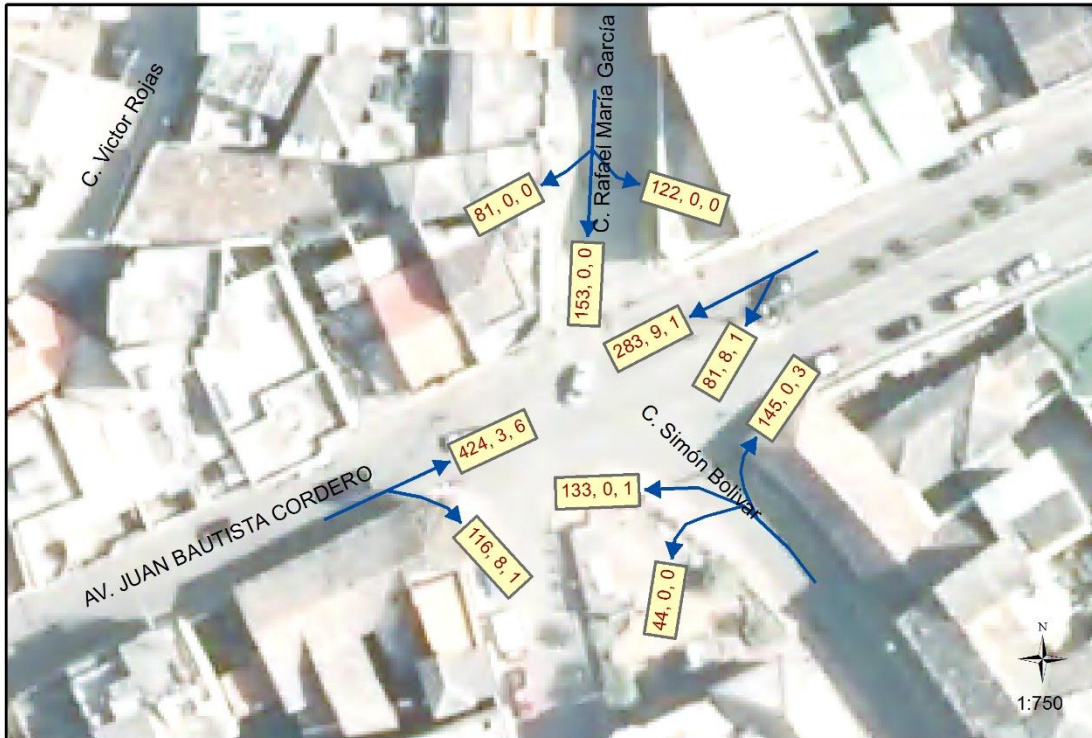


FIGURA 2-16.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN JUAN BAUTISTA CORDERO Y SIMÓN BOLÍVAR.



FIGURA 2-17.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AZUAY Y JULIO MARÍA MATOVELLE.



FIGURA 2-18.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN JUAN BAUTISTA CORDERO Y AYACUCHO.



FIGURA 2-19.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AZUAY Y BENIGNO MALO.

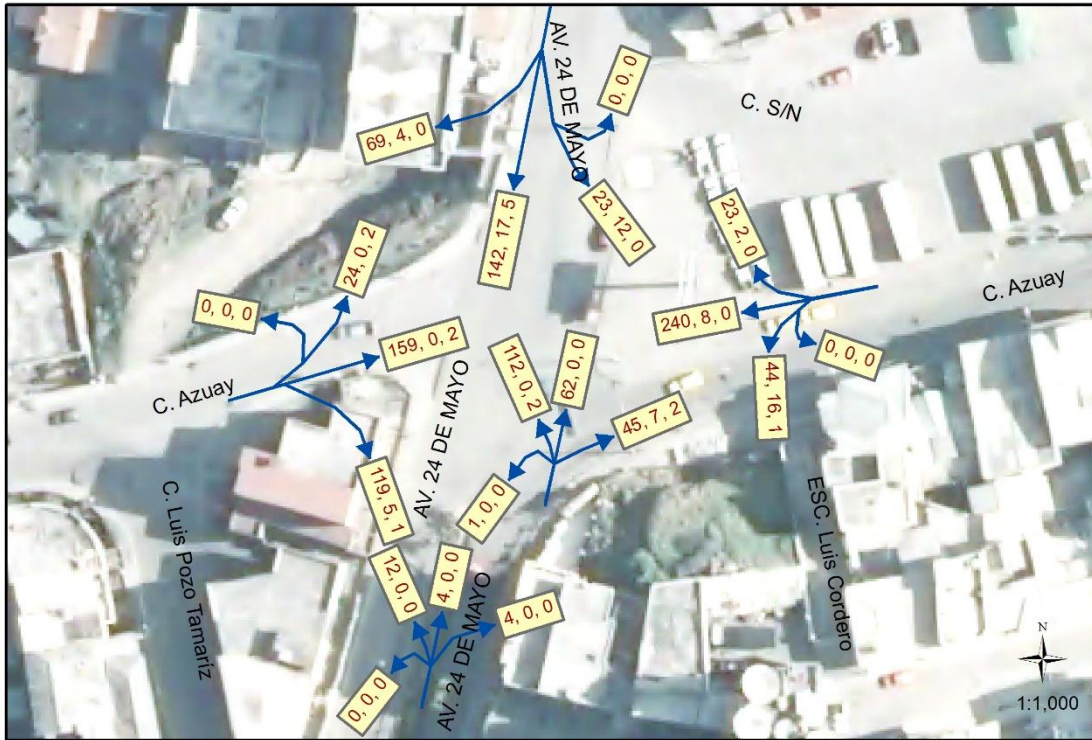


FIGURA 2-20.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AV. 24 DE MAYO Y AZUAY.

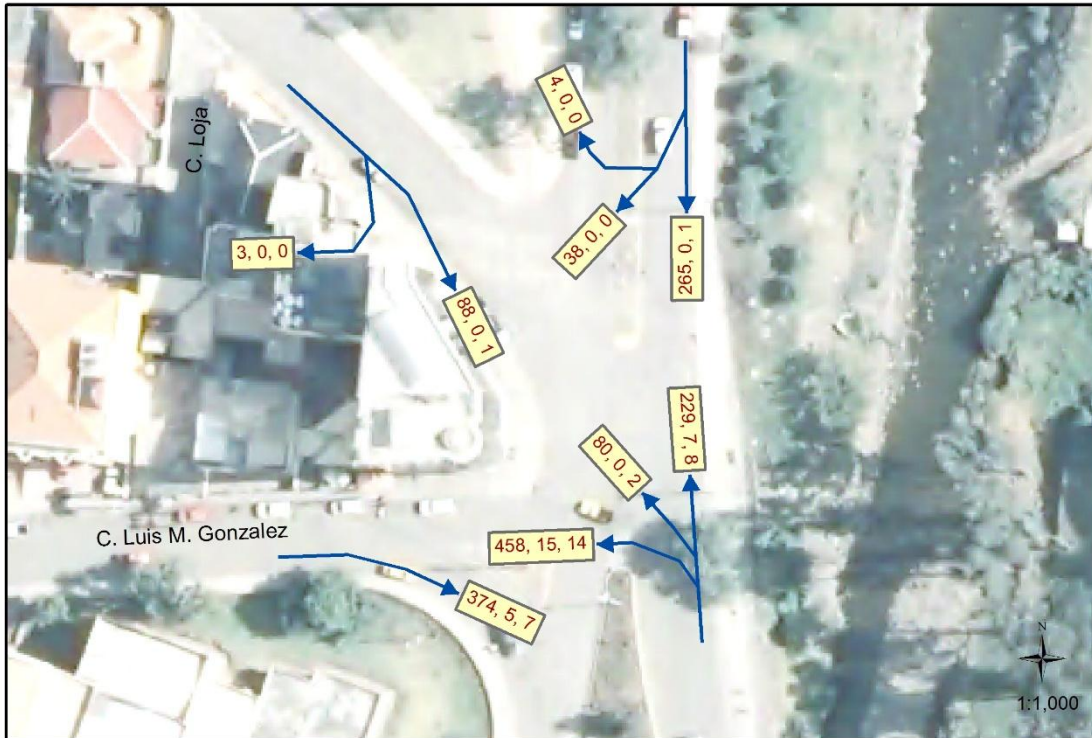


FIGURA 2-21.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AV. MIGUEL VINTIMILLA Y LUIS M. GONZÁLEZ.

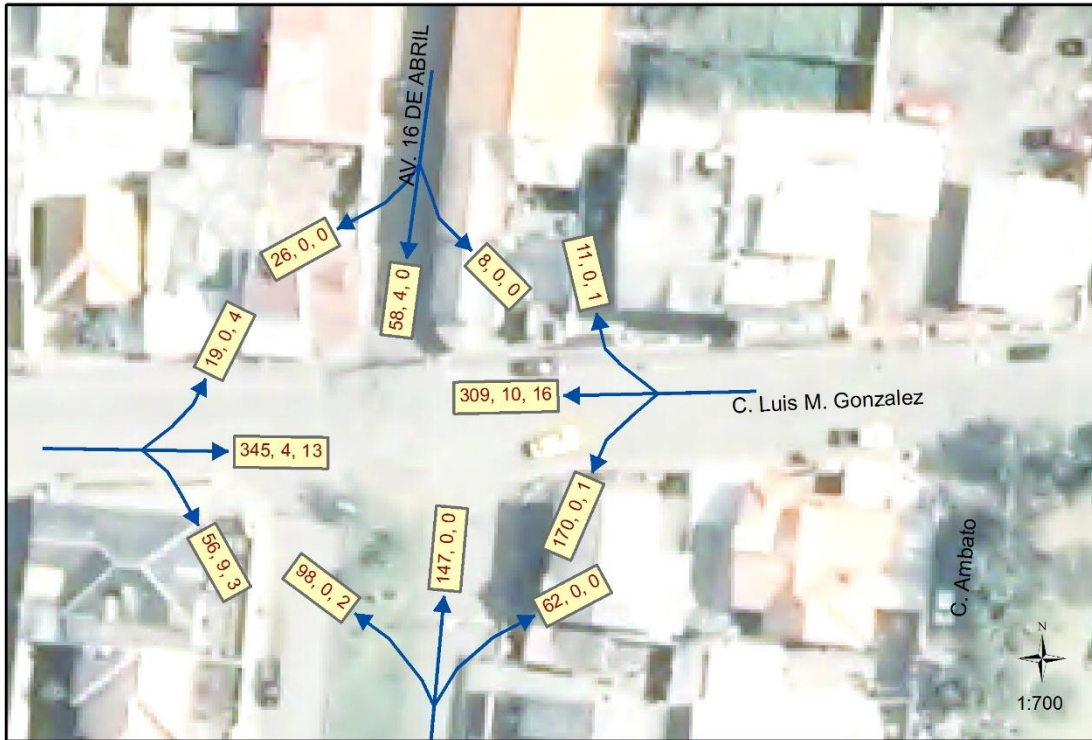


FIGURA 2-22.- FLUJOS VEHICULAR EN HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AV. 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.



Con los datos obtenidos y por medio del programa Synchro, que nos permite ingresar todas las variables recogidas, se obtendrán los niveles de servicio en estos puntos de conflicto, y se mostrarán las mejoras por medio de este software, que nos brinda dos opciones de optimización las mismas que son: la optimización del ciclo semafórico y la optimización de las fases.

2.5. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO EN PUNTOS DE CONFLICTO

En el presente estudio se analiza la eficiencia con la que el sistema vial del casco urbano de la ciudad de Azogues, presta su servicio, es decir la capacidad y los niveles de servicio que son medidas cualitativas que indican cuales son las condiciones en las que operan las intersecciones que son objeto de este análisis.

Este capítulo abarca el estudio teórico del análisis de la capacidad y los niveles de servicio con la finalidad de tener fundamento para la posterior modelación de los puntos de conflicto en la zona acordonada.

Para el estudio de la capacidad y los niveles de servicio, los factores externos que afectan el nivel de servicio, como son físicos, pudieran ser medidos en una hora conveniente, por otro lado los factores internos, que pueden ser variables deben ser medidos durante el período de mayor flujo, como el factor de la hora de la máxima demanda Cat et al. (2007). El factor de la hora de máxima demanda, se obtiene mediante la ecuación 2.1.

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmáx_{15})}$$

ECUACIÓN 2.1.- FACTOR DE LA HORA DE LA MÁXIMA DEMANDA.

Con el valor del factor de la hora de máxima demanda, se ajustan los volúmenes y se obtiene el módulo del flujo de saturación que se alcanza a partir de todos los factores de ajuste proveyendo así el flujo de saturación ajustado, que es necesario para la obtención de la capacidad y el nivel de servicio en una intersección.

Para lograr este objetivo se requiere entender ciertos conceptos que son básicos para este análisis, los mismos que se señalan a continuación.



- ◆ **Tráfico y tránsito vehicular:** El concepto de tráfico se relaciona con la congestión o circulación vehicular por una zona de la ciudad (carretera, calle, camino, etc.), y en cuanto que la definición de tránsito trata de la circulación de un vehículo o persona por las calles Bull (2003).
- ◆ **Puntos de conflicto:** Un punto de conflicto es el lugar donde coinciden dos o más trayectorias de vehículos y peatones. Las trayectorias que describen los vehículos están determinadas por la geometría de la intersección. Por lo tanto, para determinar los puntos de conflicto de una intersección, se debe en primer lugar conocer las características geométricas de los vehículos que circulan por la intersección; en segundo lugar, y sobre un plano de planta de la intersección, representar las áreas ocupadas por los vehículos en los diferentes movimientos posibles; y, en último lugar, hallar los puntos de conflicto, aunque en realidad se trata de áreas de conflicto Díaz et al. (2002).
- ◆ **Congestionamiento vehicular:** A un cierto volumen de tránsito los vehículos pueden circular de manera libre (dependiendo de la velocidad, presencia de intersecciones, entre otros factores), pero a volúmenes mayores de tránsito, cada vehículo adicional obstaculiza el desplazamiento de los demás dándose inicio al fenómeno denominado Congestión. (Thomson y Bull, 2002, p.110) afirma: “La congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás”.

Las causas de la congestión vehicular son entre otras: un rápido crecimiento poblacional, un uso más frecuente de vehículos, la condición de las vías (infraestructura vial deficiente), las características del transporte urbano, problemas creados por los automóviles, la práctica de la conducción, etc. (Bull. 2003).

- ◆ **Capacidad.** Se define como el número máximo de vehículos que tiene la probabilidad razonable de atravesar una sección de carretera durante un periodo dado de tiempo bajo condiciones determinadas de la carretera y del tráfico. La capacidad de una carretera de dos carriles se ve afectada principalmente por las características de la sección, es decir del trazado, estado del pavimento, dimensiones, zonas de rebasamiento, etc., y por las condiciones del tráfico, es decir su composición (Cal et. al., 2007, p. 326).
- ◆ **Niveles de servicio.** Medida de las condiciones operativas de un flujo, está condicionada a variables como velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobra, comodidad, seguridad vial, entre otros. Se han definido 6 niveles de servicio, designados por las letras A a F, siendo el A aquel que presta mejores condiciones de funcionamiento y F el peor (TRB, 2010, p. 126)



- ◆ **Flujo de saturación.** Representa el número de vehículos que pueden pasar por una intersección por hora y por carril, si el tiempo de luz verde y el flujo de los vehículos no fuese interrumpido, ecuación 2.2.

$$s = s_o N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

ECUACIÓN 2.2.- FLUJO DE SATURACIÓN.

Dónde:

- s= intensidad de saturación para el grupo de carriles estudiado (veh/h)
- s_o= Intensidad de saturación ideal
- N= número de carriles
- f_w= factor de ajuste por ancho de carril
- f_{HV}= factor de ajuste por vehículos pesados
- f_g= factor de ajuste por inclinación del acceso
- f_p= factor de ajuste por existencia del carril de estacionamiento
- f_{bb}= factor de ajuste por efecto de autobuses
- f_a= factor de ajuste por tipo de área
- f_{LU}= facto de ajuste por utilización del carril
- f_{LT}= factor de ajuste por giros a la izquierda
- f_{RT}= factor de ajuste por giros a la derecha
- f_{Lpb}= factor de ajuste por movimientos a la izquierda de peatones
- f_{Rpb}= factor de ajuste por movimientos a la derecha de peatones

- ◆ **Factor de ajuste por ancho de carril (f_w).** Éste factor toma en cuenta el impacto perjudicial de carriles estrechos o el incremento del flujo en carriles anchos. El carril estándar posee 3.6 metros. En el caso de anchura superior a 4.8 metros este factor se calcula con precaución o bien se procede a un análisis considerando dos carriles estrechos. En ningún caso se deberá calcular este factor para anchos inferiores a 2.4 metros. (TRB, 2010)
- ◆ **Factor de ajuste de vehículos pesados e inclinación (f_{HV}).** “tiene en cuenta el espacio adicional que ocupan éstos vehículos y sus diferentes capacidades operativas en relación con los vehículos ligeros”. (TRB, 2010)
- ◆ **Factor de ajuste por inclinación de accesos (f_g).** “tiene en cuenta el efecto de la inclinación de la rasante sobre el funcionamiento de los vehículos”. (TRB, 2010, p. 326)
- ◆ **Factor de ajuste por estacionamiento (f_p).** Éste factor toma en cuenta la fricción que ejerce el carril de estacionamiento sobre los carriles adyacentes, además del bloqueo ocasional que se produce (TRB, 2010).



◆ **Factor de ajustamiento por autobuses.** Tiene en cuenta el impacto de los autobuses de la circulación local que para recoger o descargar en la zona anterior o posterior de la intersección, en una distancia comprometida entre 75 metros y la línea de parada.

Este factor debe únicamente utilizarse cuando las paradas de los autobuses afecten la circulación de los carriles en estudio. Si se presenta más de 250 autobuses hora, debe ajustarse este número como límite práctico. El factor que se utiliza asume un tiempo medio de bloque de 14.4 segundos durante la señal semafórica verde (TRB, 2010).

◆ **Factor de ajuste por tipo de área (f_a).** Toma en cuenta el efecto negativo de las zonas comerciales en las intersecciones (TRB, 2010).

◆ **Factor de ajuste por utilización de carril (f_{LU}).** El factor de utilización de carril (f_{LU}), tiene en cuenta la diferente cantidad de tráfico en el grupo de carriles, este factor provee la saturación del flujo (TRB, 2010). Este factor de ajuste es basado en el flujo en el carril que posee el más alto volumen y es calculado en la siguiente ecuación:

$$f_{LU} = \frac{v_g}{v_{g1}N}$$

ECUACIÓN 2.3.- FACTOR DE AJUSTE POR UTILIZACIÓN DE CARRIL.

Dónde:

f_{LU} = factor de ajuste de utilización de carril

v_g = proporción de demanda de flujo en el grupo de carril

v_{g1} = proporción de demanda de flujo del carril con mayor volumen

N = número de carriles

◆ **Factor de ajustes por giros a la derecha (f_{RT}).** El factor de ajuste por giro a la derecha (f_{RT}) intenta reflejar de manera importante el efecto de la geometría. Éste factor depende:

- Si el giro a la derecha está hecho para carril exclusivo o compartido.
- La proporción de vehículos que giran a la derecha en los carriles compartidos (Transportation Research Board, 2010).



◆ **Factor de ajuste por giro a la izquierda (f_{LT}).** El factor de ajuste por giro a la izquierda (f_{LT}), tiene en cuenta variables similares a la que usa el factor de ajuste por giro a la derecha incluyendo:

- Si el giro a la izquierda está hecho para carril exclusivo o compartido.
- Tipo de paso (protegido, permitido o protegido-permitido)
- La proporción de flujo opuesto cuando existen giros permitidos a la izquierda (TRB, 2010).

◆ **Factor de ajuste para peatones y bicicletas (f_{Lpb}).** Este factor de ajuste consiste en cuatro pasos, el primer paso es determinar el promedio de ocupación de los peatones, el segundo es determinar la ocupación de la zona relevante de conflicto, que se tiene en cuenta tanto para peatones como para bicicletas.

Las cantidades fijadas para la zona relevante en conflicto también se tiene en cuenta si existe otro tráfico en conflicto, por ejemplo flujo adyacente de bicicletas para el caso de giros a la derecha o flujo opuesto de vehículos en el giro a la izquierda. La proporción de tiempo de verde para la zona es determinada en función de la ocupación y el número de carriles de giro existentes (TRB, 2010).

◆ **Factores de ajuste.** En base a conceptos previos, las ecuaciones mostradas en la tabla 2.6, han sido usadas para los cálculos respectivos, los mismos que se desarrollarán en el capítulo 4.

TABLA 2.6.- FACTORES DE AJUSTE

| FACTOR | FÓRMULA | VARIABLES | NOTAS |
|-------------------|---------------------------------------|---|---|
| Ancho de carril | $f_w = 1 + ((W - 3.6) / 9)$ | W = ancho de carril (m) | W >= 2.4m Si W >= 4.8m, analizar como dos carriles |
| Vehículos Pesados | $f_{HV} = 100 / (100 + \%HV(ET - 1))$ | %HV = porcentaje de vehículos pesados del grupo | ET = 2 autos/pesado |
| Pendiente | $f_g = 1 - (\%G / 200)$ | %G = pendiente | -6 <= %G <= +10 Negativa en descensos |

Fuente: HCM, 2000.



TABLA 2.6.- FACTORES DE AJUSTE (CONTINÚA)

| FACTOR | FÓRMULA | VARIABLES | NOTAS |
|--|--|---|--|
| Estacionamiento | $f_p = (N - 0.1 - 18Nm/3600)/N$ | N = número de carriles del grupo Nm = número de maniobras de estacionamiento | $0 \leq Nm \leq 180$ $f_p \geq 0.05$ $f_p = 1$ cuando no hay estacionamiento |
| Bloqueo de buses | $f_{bb} = (N - 14.4NB/3600)/N$ | N = número de carriles del grupo NB = número de buses que pasan por hora | $0 \leq NB \leq 250$ $f_{bb} \leq 0.05$ |
| Tipo de Área | Fa = 0.9 en CBD Fa = 1 en otras áreas | CBD = Distrito Central de Negocios | |
| Utilización de carriles | $f_{LU} = V_g/V_{g1}N$ | V_g = tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril (veh/h) V_{g1} = tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo N = número de carriles del grupo | |
| Vueltas a la izquierda | Fase Protegida: Carril Exclusivo: $f_{LT} = 0.95$ Carril Compartido: $f_{LT} = 1/(1+0.05PLT)$ | PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles | |
| Vueltas a la derecha | Carril Exclusivo: $f_{RT} = 0.85$ Carril Compartido: $f_{RT} = 1 - 0.15PRT$ Carril Simple: $f_{RT} = 1 - 0.135PRT$ | PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles | $f_{RT} \geq 0.05$ |
| Bloqueo por y peatones y bicicletas | Ajuste: LT $f_{Lpb} = 1 - PLT(1 - ApbT)(1 - PLTA)$ Ajuste: RT $f_{Rpb} = 1 - PRT(1 - ApbT)(1 - PRTA)$ | PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles ApbT = ajuste a la fase permitida PLTA = proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles PRTA = proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida | |

Fuente: HCM, 2000.

Con el flujo de saturación encontrado a través de los factores de ajuste los cuales son adimensionales, se hallan tres demoras: la demora uniforme (d_1), la demora incremental (d_2) y la demora por cola inicial (d_3), las cuales nos darán la demora total, la misma que nos permite ubicar el nivel de servicio en el que se halla la intersección en estudio, véase figura 2.23.

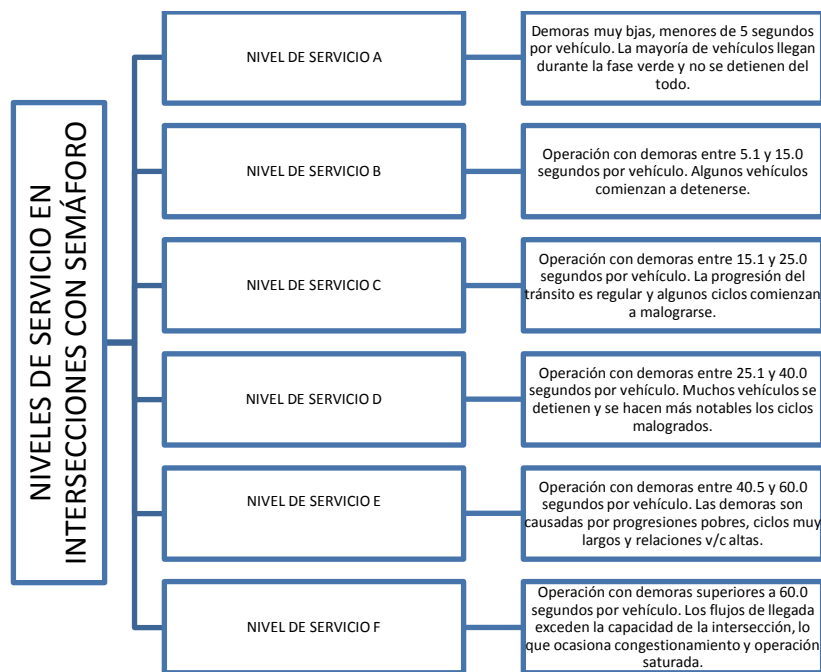


FIGURA 2-23.- NIVELES DE SERVICIO EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.

Con la medida cuantitativa de la demora total en cada intersección, se obtiene el nivel de servicio de la misma.

2.6. PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE

Con la intención de optimizar la demanda del transporte privado en el casco urbano de la ciudad de Azogues, se plantean alternativas tales como mejorar los niveles de servicio en los puntos de conflicto más importantes de la zona acordonada, optimizar los ciclos semafóricos en las intersecciones que lo requieran, redistribuir los flujos vehiculares hacia las calles menos congestionadas cambiando las direcciones de ciertas vías y promover la cultura vial en los usuarios.



Bajo este marco, el enfoque del presente estudio consta de organizar los recursos para atender la demanda de la movilidad en la ciudad de Azogues, para lo cual se hicieron los análisis y estudios respectivos que serán señalados en el capítulo 3.

2.7. SINÓPSIS

En este capítulo se acordonó la zona de estudio, la misma que fue definida de acuerdo al área comercial de la ciudad y a las zonas de atracción de viajes, se levantó la oferta vial de todas las calles que se encuentran dentro del cordón de estudio.

Se identificaron los puntos de conflicto, y se realizaron conteos vehiculares en estos puntos y las zonas de influencia de los mismos, la semaforización se levantó a través de GPS Submétrico Maper 20 (centimétrico), así como la señalización en todas las vías de la zona acordonada.

De acuerdo a esta recolección se concreta que las zonas con mayor flujo vehicular son los sectores de las cinco esquinas, parque central y terminal terrestre antiguo, todos estos ubicados a pocas cuadras del centro de la ciudad.



3. SISTEMAS DE GESTIÓN AVANZADA DE TRÁFICO

En este capítulo se analizarán los aspectos referentes al tráfico, iniciando con las medidas de regulación a adoptar en el casco urbano de Azogues; la gestión de incidentes, que analiza las formas en las que se pueden reducir los accidentes de tránsito a través de campañas de seguridad vial dirigido a los usuarios viales en todos los grupos de edades. La gerencia de tráfico que analiza tres aspectos importantes tales como señalética, direccionalidad y semaforización y finalmente la tabulación de los datos obtenidos en campo a través de los conteos vehiculares en los puntos de conflicto y las zonas de aporte para su posterior modelación.

3.1. REGULACIÓN DEL TRÁFICO

Regular el tráfico dentro del casco urbano de la Ciudad de Azogues, implica el análisis de varios aspectos debido a que para poder regular y controlar el tráfico que ingresa y sale desde y hacia la zona céntrica de la ciudad se tomaron en cuenta los polos de mayor atracción de viajes que permitieron ubicar los puntos de mayor afluencia de tráfico y el análisis de los niveles de servicio en estas intersecciones dieron las respuestas para mejorar la red vial que requería la zona en conflicto. Además con el análisis de los ciclos semafóricos se pudieron plasmar las alternativas para el mejor desenvolvimiento del flujo de tráfico dentro de Azogues.

Varias son las medidas que servirán para organizar y distribuir la circulación de los vehículos y peatones, entre las cuales se encuentran:

- ◆ Semáforos (Ciclos y ubicación).
- ◆ Señalización.
- ◆ Preferencias de paso.
- ◆ Medidas que limiten el tiempo de estacionamiento (Servicio Municipal de Estacionamiento Rotativo tarifado)
- ◆ Peatonización.

Todas estas características son instrumentos que permiten ordenar y regular la circulación, llegando al principal objetivo que es precisamente brindar seguridad y fluidez a la circulación optimizando el transporte privado en la ciudad de Azogues.

3.2. GESTIÓN DE INCIDENTES

En la actualidad, el contar con un sistema de movilidad que brinde seguridad a todos los usuarios viales es importante para el desarrollo óptimo de una ciudad.



Más aún cuando la falta de conocimientos en seguridad vial, de peatones y conductores, ponen en riesgo el normal desenvolvimiento de los flujos de tráfico dentro de la ciudad, provocando accidentes de tránsito de diferente índole, en los cuales se inducen pérdidas materiales y humanas, lo que acarrea un ambiente de inseguridad.

Por lo antes mencionado, la importancia de la cultura vial se hace evidente cuando de manera reiterada se infringen las normas de tránsito, poniendo en riesgo la vida de los ciudadanos. La información que se brinde al usuario es primordial para el buen uso de los espacios, por lo cual se debe levantar información de los incidentes y siniestros que se produzcan en las diferentes zonas objetos de este estudio, con la finalidad de optimizar los recursos de la Entidad Municipal y que los mismos sean dirigidos a disminuir los siniestros producidos con campañas educativas. Al momento no existe información tabulada de las contravenciones, multas y sanciones en el casco urbano de la ciudad.

Una vez que el presente estudio sea puesto en acción por los Agentes de Tránsito el estudio recolectará la información de los incidentes que se produjeran en cada manzana de la zona acordonada, permitiendo de esta manera apoyar con una base de datos que permita mejorar todos los aspectos de las zonas que se requieran, debido a que no se tiene el número de accidentes o fatalidades producidas en la zona céntrica de la ciudad, la Agencia Nacional de Tránsito aporta con el número de accidentes por cantón y por lo tanto no se puede inferir un porcentaje de estos accidentes para la zona en estudio.

Parte del éxito de la culturización vial de los conductores y peatones, está la de informar de manera regular a los usuarios acerca de la seguridad vial, y de todos los aspectos que conciernen para un óptimo desarrollo del flujo vehicular, por lo cual se desarrollará un amplio programa de campañas preventivas e informativas en todos los ámbitos de la seguridad vial, para lo cual se usará la basta información que pueden brindarnos las escuelas de conducción en todas sus categorías, así como de material que brinde la ANT (Agencia Nacional de Tránsito), y la Dirección de Movilidad del Gobierno Autónomo Descentralizado de Azogues, que permita desarrollar un amplio programa de capacitación a niños, jóvenes y adultos en la importancia del transporte seguro.

Las alternativas propuestas serán dirigidas a tres grupos de usuarios: niños, jóvenes y adultos.



3.3. GERENCIA DE TRÁFICO

La Gerencia de Tráfico puede ser definida como la forma de hacer el mejor uso del sistema vial existente. El término mejor uso se relaciona con mejoras pequeñas a corto plazo y que puedan ser de bajo costo, de tal manera que su puesta en operación sea inmediato, teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- ◆ No todos los vehículos tienen la misma importancia
- ◆ No todos los espacios de la vía, deberán ser usados solamente por los vehículos.
- ◆ La red vial no puede acomodar el incremento de la demanda, si se necesitan otras prioridades.
- ◆ Se puede modificar la demanda.

Para la gerencia de tráfico en la Ciudad de Azogues, se analizarán aspectos primordiales tales como la capacidad de las vías, las restricciones, prioridades y demandas. Proveyendo a la ciudad de redes viales eficientes, accesibles, seguras y amistosas con el medio ambiente.

Dentro de los objetivos que busca alcanzar la Gerencia de tráfico se hallan:

- ◆ Aliviar la congestión
- ◆ Mejorar el acceso para personas y mercancías.
- ◆ Mejorar el uso y la integración del transporte público
- ◆ Reducir los accidentes, siniestros y fatalidades.
- ◆ Mejorar la calidad ambiental.

Con la finalidad de mejorar los problemas de movilidad y seguridad vial en la capital provincial, las medidas de gerencia de tráfico y las facilidades del transporte público, serán de gran ayuda en pro de este objetivo.

En el presente estudio se enfocan tres aspectos.

- 1.- Señalética
- 2.- Direccionalidad de las vías
- 3.- Semaforización.

3.3.1. Señalética

De acuerdo al (MTO, 2012, p.100), La señalización es el “símbolo, palabra o demarcación, horizontal o vertical, sobre la vía, para guiar el tránsito de vehículos y peatones”.



La señalización dentro de la vía debe ser concebida como una ayuda a la circulación vehicular, pero no por ello es una garantía absoluta de seguridad. Las señales de tránsito influyen en el movimiento seguro y ordenado tanto de peatones como de vehículos, el mismo que contiene información, instrucciones, advertencias de peligros, entre otros, expresados de distintas formas y colores para ser obedecidos por los usuarios viales.

Dentro de la zona acordonada se realizó como ya se hizo mención anteriormente en el subcapítulo de oferta vial, el levantamiento de la señalización, la cual de forma gráfica muestra la realidad de nuestra ciudad, por lo cual es necesario controlar que la señalética no sea repetitiva y en exceso debido a que produce distracción en el conductor. Además es necesario reforzar la señalización horizontal en todo el casco urbano de Azogues porque el mismo se deteriora con facilidad debido al material que se usa.

3.3.2. Direccionalidad de vías

3.3.2.1. Calles en un sentido

Este tipo de vías, tienen los objetivos de:

- ◆ Mejorar y simplificar la circulación de tráfico
- ◆ Incrementar la capacidad de la vía (o capacidad de las redes) para un área.
- ◆ Reducir las demoras del tráfico y hacer los tiempos de viaje más confiables y uniformes.

Para que estas vías tengan éxito se tendrán en cuenta que se cumplan con los lineamientos:

- ◆ Las calles no deberán estar separadas más de 150 m.
- ◆ Buena señalización en el día y en la noche.
- ◆ Eliminación de semáforos, cuando el flujo vehicular sea bajo y no amerite este dispositivo.

3.3.2.2. Flujo direccional

Durante los períodos pico de la mañana, el flujo de tráfico hacia el centro de la ciudad es más alto que el flujo de salida. En una relación semejante de 2:1, lo inverso sucede en las noches. Para la ciudad de Azogues no se podrá direccionar el flujo debido a la estreches de las calles y además las vías del casco central no tienen más de una dirección, debido a las pendientes de la zona.



Dentro de la zona acordonada y céntrica de la ciudad, se observa que las vías son angostas, y la direccionalidad de las mismas cambia en algunos sectores, como se observa en las figuras 3.1 y 3.2, por lo cual se propone restringir giros en ciertas intersecciones que permitan un flujo constante de tráfico y la eliminación de determinados semáforos que como ya se indicó anteriormente dependerá del flujo vehicular ya que si este es bajo no se requiere de la colocación de dispositivos semafóricos y con ello se permite la movilización constante de los automotores.

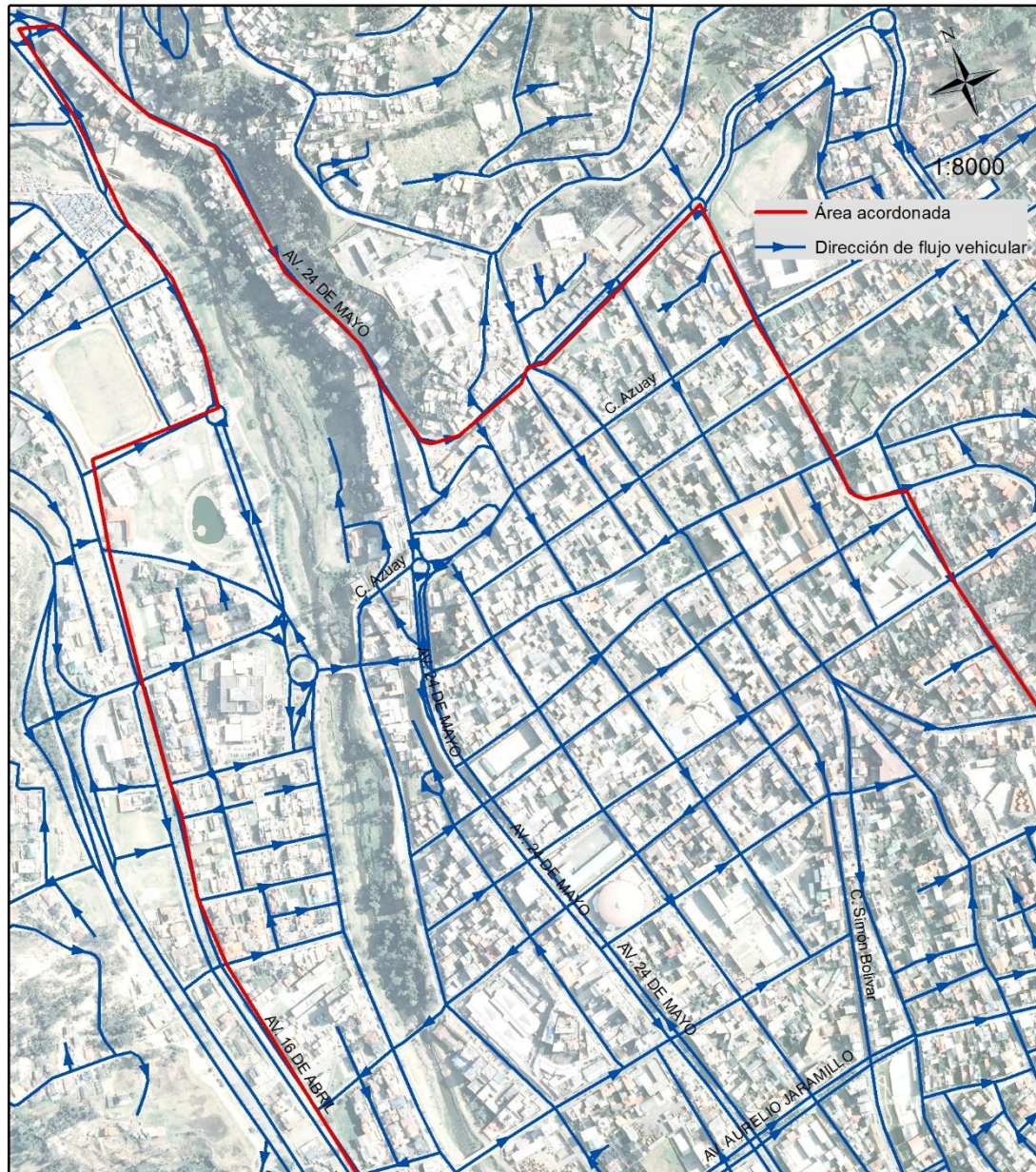


FIGURA 3-1.- SENTIDO VIAL DE LAS CALLES DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE AZOGUES- ZONA NORTE. ESCALA 1:8,000.

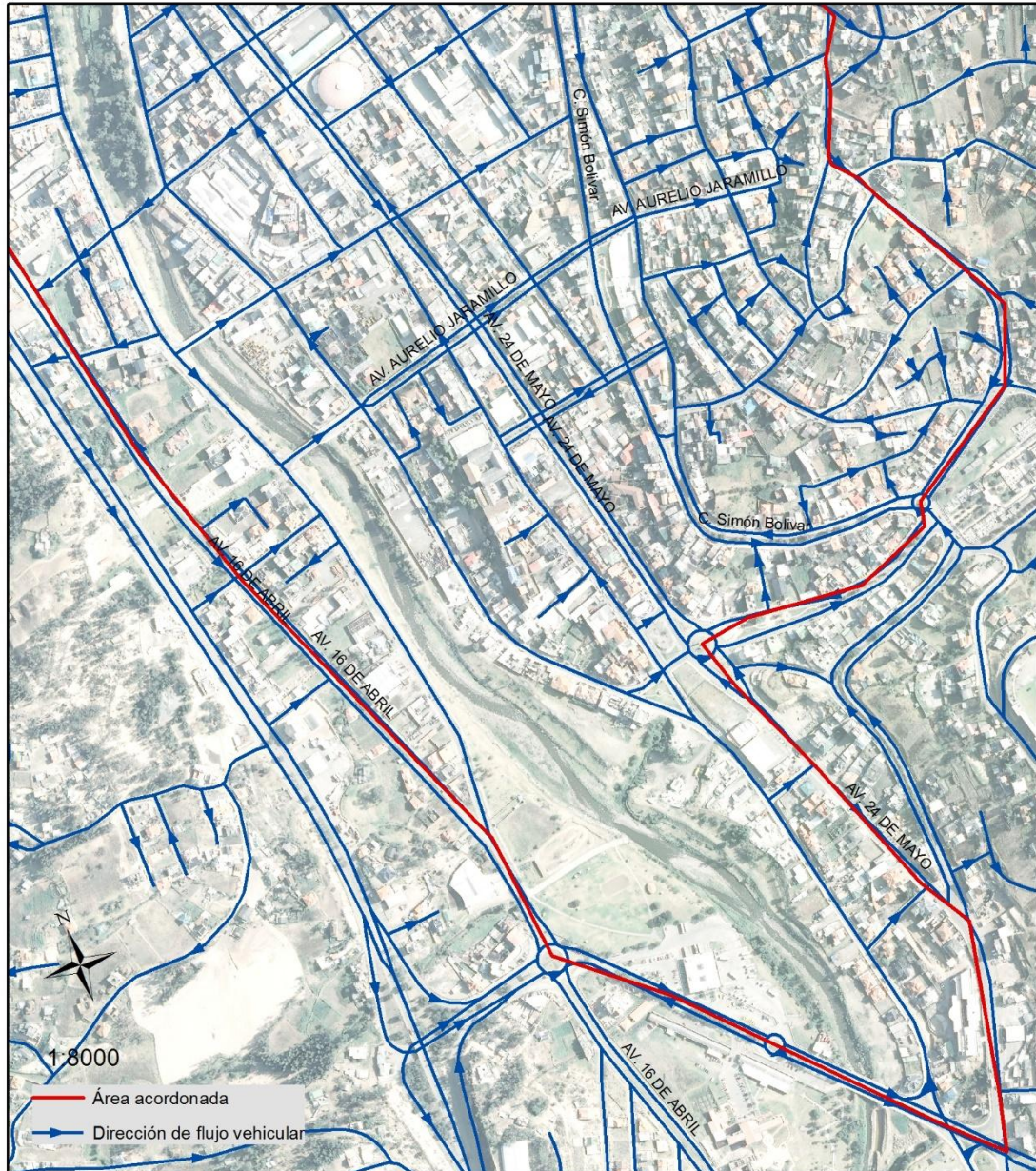


FIGURA 3-2.- SENTIDO VIAL DE LAS CALLES UBICADAS EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE AZOGUES- ZONA SUR. ESCALA 1:8,000.

Conforme lo antes señalado y una vez que se estudió la direccionalidad de las vías en el casco urbano y zona acordonada de la Ciudad de Azogues, se propone un cambio en la dirección de las siguientes vías:



- Calle Ayacucho que actualmente tiene dirección Sur–Norte a la dirección Norte–Sur.
- Calle Emilio Abad que actualmente tiene dirección Sur–Norte a la dirección Norte–Sur.
- Calle Bartolomé Serrano que pierde su dirección en el tramo de las calles Benigno Malo y Rivera, se elimina este cambio en ese tramo y mantiene la direccionalidad en toda la vía (Este–Oeste).
- Calle Vintimilla que tiene 2 direcciones en diferentes tramos, mantendrá una sola dirección Oeste–Este en toda su longitud
- Calle Luis Cordero cambia de dirección en el tramo comprendido entre las calles Bartolomé Serrano y Vintimilla de Sur-Norte a Norte-Sur
- Avenida de la Virgen que actualmente tiene dirección Este–Oeste a la dirección Oeste–Este en la longitud la Calle Emilio Abad y Oriente.

En la figura 3.3 se observan los cambios propuestos.

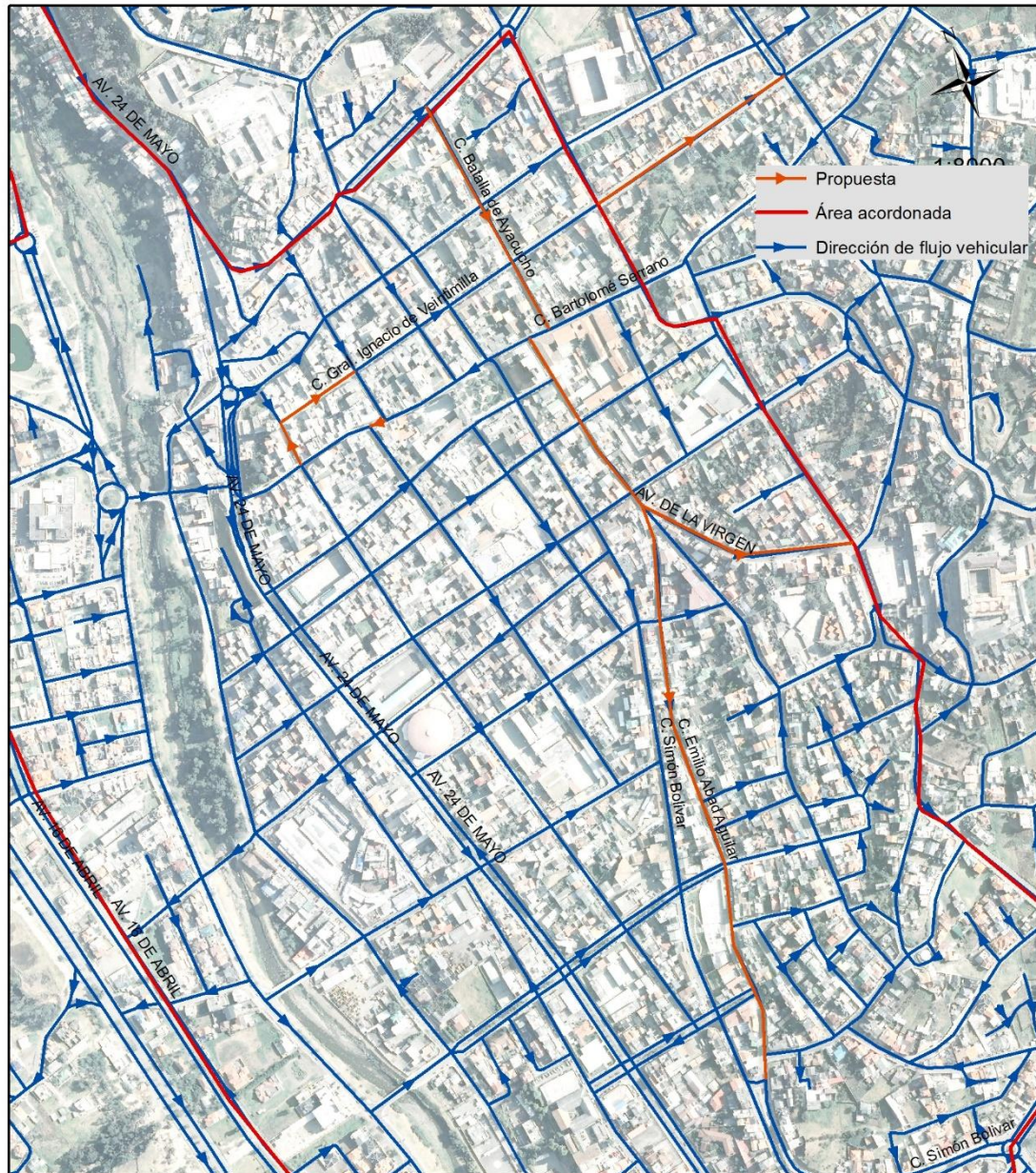


FIGURA 3-3.- CAMBIO DE LA DIRECCIONALIDAD DE LAS CALLES DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE AZOGUES- ZONA NORTE. ESCALA 1:8,000.

3.3.3. Semaforización

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir



el paso, alternadamente a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible (Cal et al., 2007, p.386).

Los semáforos son dispositivos que presentan ventajas y desventajas, que deberán ser analizadas por el especialista previo a su colocación.

3.3.3.1. Ventajas

Según Cal et al. (2007) afirman:

- ◆ Ordena la circulación del tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles.
- ◆ Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes, del tipo alcance por cambios sorpresivos de color.
- ◆ Con espaciamentos favorables se puede sincronizar para mantener una circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es conveniente reducirla con fines de seguridad.
- ◆ Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- ◆ En la mayoría de los casos representan una economía considerable por su mayor habilidad en el control del tránsito con respecto a la utilización de otras formas de control, como por ejemplo señales o policías de tránsito. (Cal et al., 2007, p.387)

3.3.3.2. Desventajas

Según Cal et al. (2007) afirman:

- ◆ Se incurre en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.
- ◆ Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al causar retardos molestos por excesiva duración de luz roja o del tiempo total del ciclo.
- ◆ Producen reacción desfavorable en el público, con la consiguiente falta de respeto hacia ellos o hacia las autoridades.
- ◆ Incrementan el número de accidentes del tipo alcance, por cambios sorpresivos de color del semáforo.
- ◆ Ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día, cuando se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requieren control de semáforos.



- ◆ Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando la conservación es deficiente, especialmente en caso de focos fundidos o interrupciones del servicio eléctrico.
- ◆ En intersecciones rurales, la aparición intempestiva de un semáforo ocasiona accidentes cuando no hay avisos previos adecuados.

3.3.3.3. Términos asociados con los semáforos

En una intersección el flujo total de vehículos que llega a cada uno de sus accesos debe ser dividido en diferentes fases de movimiento, en cada una de las cuales se efectúa un desplazamiento específico de vehículos. (Cal et al., 2007, p.295)

Para efectuar el análisis del control de intersecciones que sean controladas por semáforos, es importante, señalar los términos básicos que servirán para este fin. De acuerdo a Cal et al. (2007):

- ◆ **Indicación de señal:** es el encendido de una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo.
- ◆ **Ciclo o longitud de ciclo:** tiempo necesario para que el disco indicador efectúe una revolución completa. En otras palabras, es el tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo.
- ◆ **Movimiento:** maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila.
- ◆ **Intervalo:** cualquiera de las diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.
- ◆ **Fase:** parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. Es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos. Una fase puede significar un solo movimiento vehicular, un solo movimiento peatonal, o una combinación de movimientos vehiculares y peatonales.
- ◆ **Secuencia de fases:** orden predeterminado en que ocurren las fases del ciclo.
- ◆ **Reparto:** porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.
- ◆ **Intervalo de despeje:** tiempo de exposición de la indicación ámbar del semáforo que sigue al intervalo verde. Es un aviso de precaución para pasar de una fase a la siguiente.
- ◆ **Intervalo todo rojo:** tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a circular. Es utilizado en la fase que recibe el derecho de paso después del ámbar de la fase que lo pierde, con el fin de dar un tiempo adicional que permita a los vehículos, que lo ganan reciban el verde. Se aplica sobre todo en aquellas intersecciones que sean excesivamente



anchas. También puede ser utilizado para crear una fase exclusiva para peatones.

♦ **Intervalo de cambio de fase:** intervalo que pueda consistir solamente en un intervalo de cambio ámbar o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo. (Cal et al., 2007, p.396)

3.3.3.4. Cálculo de los tiempos de los semáforos

Para obtener un mínimo de demoras, cada fase debe incluir el mayor número posible de movimientos simultáneos. Así se logrará admitir un mayor volumen de vehículos en la intersección. Este debe ser un objetivo permanente que no debe olvidarse.

En general, el número de fases diferentes debe reducirse al mínimo, considerando la seguridad y la eficiencia. La selección de los movimientos dentro de cada fase debe tender a reducir un mínimo la frecuencia y la gravedad de los puntos de conflicto. Igualmente, la secuencia de las fases debe tratar de reducir las demoras Cal et al. (2007).

De forma general existen diferentes elementos a tener en cuenta en el cálculo de los tiempos del semáforo y su reparto en las diferentes fases Cal et al. (2007):

3.3.3.4.1. Intervalo de cambio de fase

La función principal del intervalo de cambio de fase, es la de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección, tal como se observa en la figura 3.4.

Para calcular el intervalo de cambio de fase, que considere el tiempo de reacción del conductor, tiempo y espacio de deceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección, de acuerdo a la ecuación 3.1, se puede utilizar la siguiente expresión:

Intervalo de cambio= Ámbar + Todo Rojo. (Cal et al., 2007, p. 399)

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right)$$

ECUACIÓN 3.1.- INTERVALO DE CAMBIO DE FASE.

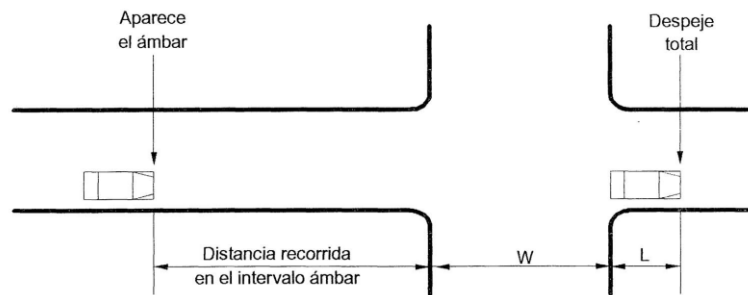


FIGURA 3-4.- INTERVALO DE CAMBIO DE FASE GRÁFICO, CAL ET AL. (2007).

Donde:

y = intervalo de cambio de fase, ámbar más todo rojo(s)

t = tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1.00 s)

v = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

a = tasa de deceleración (valor usual 3.05 m/s^2)

W = ancho de la intersección (m)

L = longitud del vehículo (valor sugerido 6.10 m)

El término $v/2a$ representa el tiempo necesario para recorrer la distancia de parada con deceleración a y velocidad v , el término $(W+L)/v$ es el tiempo para cruzar la intersección. Los dos primeros términos $t+v/2a$, identifican el intervalo de cambio ámbar y el tercer término, $(W+L)/v$, se asocia al intervalo de cambio todo rojo.

Con respecto a la velocidad de aproximación v , se utiliza la velocidad límite prevaleciente o el percentil 85 de la velocidad (P_{85}). (Cal et al., 2007, p. 400)

3.3.3.4.2. Longitud del ciclo

Webster. (1958) con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, encontró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo, se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo, conforme la ecuación 3.2.



$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Y_i}$$

ECUACIÓN 3.2.- TIEMPO ÓPTIMO DE CICLO.

Donde:

C_o = tiempo óptimo de ciclo (s).

L = tiempo total perdido por ciclo (s).

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i

φ = número de fases

El intervalo de valores aceptables para la longitud de un ciclo determinado, está entre el 75% y el 150% del ciclo óptimo, para el cual las demoras nunca serán mayores en más del 10% al 20% de la demora mínima. (Cal et al., 2007, p. 401)

3.3.3.4.3. Vehículos equivalentes

Si todos los vehículos que salen de una intersección con semáforo son automóviles que continúan de frente, se tendrían las tasas máximas de flujo, a intervalos aproximadamente iguales. Sin embargo, en la mayoría de los casos la situación es más compleja por la presencia de vehículos pesados y movimientos hacia la izquierda y hacia la derecha. Para tener en cuenta estos aspectos, es necesario introducir factores de equivalencia. El factor de ajuste por efecto de vehículos pesados, se calcula con la expresión definida en la ecuación 3.3. (Cal et al., 2007, p. 402)

$$f_{VP} = \frac{100}{100 + P_C(E_C - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

ECUACIÓN 3.3.-FACTOR DE AJUSTE POR EFECTO DE VEHÍCULOS PESADOS.

Donde:

f_{VP} = factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_C = porcentaje de camiones

P_B = porcentaje de autobuses

P_R = porcentaje de vehículos recreativos



E_C = automóviles equivalentes a un camión

E_B = automóviles equivalentes a un autobús

E_R = automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

Los vehículos pesados o comerciales (camiones y autobuses), por su mayor longitud y menor poder de aceleración que los automóviles, necesitan más tiempo para despejar la intersección.

Los automóviles equivalentes comúnmente utilizados tanto para camiones E_C , como para autobuses E_B , varían de 1.4 a 1.6, tomándose un valor medio de 1.5 que supone accesos con pendientes cercanas al 0% y predominio de camiones livianos o medianos. Sin embargo estos valores pueden ser mayores. (Cal et al., 2007, p. 402)

Debido a que las maniobras de los vehículos que giran, es necesario ajustarlo con factores. Estos factores E_V , varían de 1.4 a 1.6 para vueltas a la izquierda y de 1.0 a 1.4 para vueltas hacia la derecha. De la misma manera, los volúmenes horarios de máxima demanda, (V_{HMD}) deberán ser convertidos a tasas de flujo (q) a través del factor de la hora de máxima demanda (F_{HMD}), cuyo valor sugerido es de 0.95, por lo cual los volúmenes de horarios mixtos (V_{HMD}) se convierten a flujos de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora (q_{ADE}), mediante la expresión señalada en la ecuación 3.4 Cal et al. (2007).

$$q_{ADE} = \frac{V_{HMD}}{F_{HMD}} \left(\frac{1}{f_{VP}} \right) (E_V)$$

ECUACIÓN 3.4.- FLUJO DE AUTOMÓVILES DIRECTOS EQUIVALENTES POR HORA.

3.3.3.4.4. Flujo de saturación y tiempo perdido

Cuando un semáforo cambia a verde, el paso de los vehículos que cruzan la línea de alto se incrementa rápidamente a una tasa llamada flujo de saturación, la cual permanece constante hasta que la fila de vehículos se disipa o hasta que termina el verde. La tasa de vehículos que cruzan la línea es menor debido a que algunos vehículos disminuyen su velocidad o se detienen.

El flujo de saturación es la tasa máxima de vehículos que cruzan la línea que puede ser obtenida, cuando existen filas y éstas aún persisten hasta el final del período verde.



El tiempo entre los comienzos de los períodos de verde G y verde efectivo g , esto es ee' , se considera como una pérdida inicial. De la misma manera, el tiempo entre los finales de los períodos de verde y verde efectivo ff' , se considera como una ganancia final. Por lo cual el verde efectivo para una fase i , quedaría señalado de acuerdo a la ecuación 3.5 (Cal et al.,2007)

$$g_i = G_i + ff' - ee'$$

ECUACIÓN 3.5.- VERDE EFECTIVO PARA UNA FASE I.

El tiempo total perdido por ciclo de acuerdo a la ecuación 3.6, es:

$$L = \left(\sum_{i=1}^{\varphi} l_i \right) + TR$$

ECUACIÓN 3.6.- TIEMPO PERDIDO POR CICLO.

Donde:

L = tiempo total perdido por ciclo

l_i = tiempo perdido por fase

TR = tiempo total de todo rojo durante el ciclo, en caso de existir.

En la figura 3.5 se observa de forma gráfica el flujo se saturación y el tiempo total perdido por ciclo.

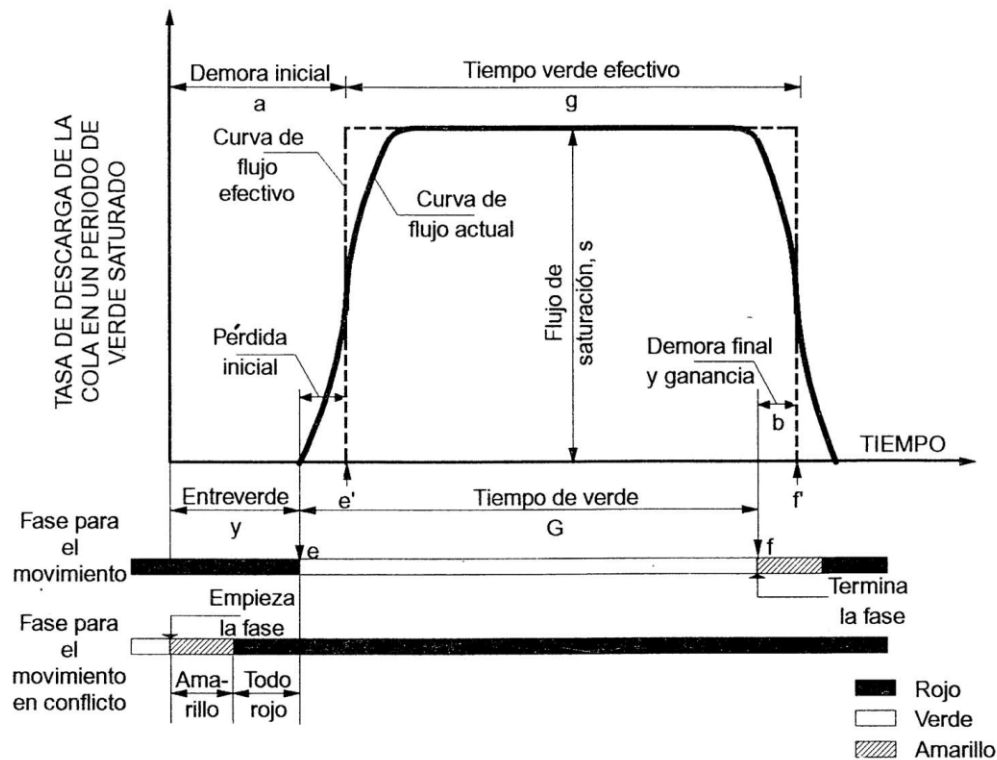


FIGURA 3-5.- FLUJO DE SATURACIÓN Y TIEMPO TOTAL PERDIDO POR CICLO.

3.3.3.4.5. Asignación de tiempos verdes

El tiempo verde efectivo total g_T , disponible por ciclo para todos los accesos de la intersección, está dado de acuerdo a la ecuación 3.7.

$$g_T = C - L = C - \left[\left(\sum_{i=1}^{\phi} l_i \right) + TR \right]$$

ECUACIÓN 3.7.- TIEMPO VERDE EFECTIVO.

Donde:

g_T = tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos

C= longitud actual del ciclo (redondeando C_0 a los 5 segundos más cercanos)



Para obtener una demora total mínima en la intersección, el tiempo verde efectivo total g_T debe distribuirse entre las diferentes fases en proporción a sus valores de Y_i , así como se muestra en ecuación 3.8. (Cal et al., 2007, p. 406)

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} (g_T) = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{\varphi}} (g_T)$$

ECUACIÓN 3.8.- TIEMPO VERDE EFECTIVO TOTAL.

Todo lo anteriormente indicado es de importancia, para conocer cómo se realizan los cálculos de los ciclos semafóricos, para el presente estudio se utilizará el programa Synchro, el mismo que brindará los resultados que permitan optimizar los ciclos semafóricos, basándose en dos opciones: la de optimizar la fase o la optimización del ciclo semafórico.

En las tablas 3.1 y 3.2 se visualiza la realidad actual de los semáforos en la ciudad de Azogues, para lo cual se hizo un recorrido por todas las calles que se ubican dentro de la zona de acordonamiento y se levantó la mencionada información por medio de cronómetros.



TABLA 3.1.- TIEMPOS DE LOS CICLOS SEMAFÓRICOS DE LA CIUDAD DE AZOGUES

| Semáforo | Calles | V= verde | A= ámbar | R= rojo | TOTAL CICLO | Observ. |
|----------|---------------------------------------|----------|----------|---------|-------------|------------|
| 1 | Calle 1 Av. 16 de Abril | 18 | 3 | 43 | 64 | |
| | Calle 2 Calle Luis M. González | 39 | 3 | 22 | 64 | |
| | Giro izquierda Calle Luis M. González | 22 | 34 | 8 | 64 | Este - Sur |
| 2 | Calle 1 Andrés F. Córdova | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| | Calle 2 Av. Aurelio Jaramillo | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| 3 | Calle 1 Andrés F. Córdova | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| | Calle 2 10 de Agosto | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| 4 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 27 | 3 | 30 | 60 | |
| | Calle 2 Calle Trajano Carrasco | 27 | 3 | 30 | 60 | En "Y" |
| 5 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 23 | 0 | 23 | 46 | No ámbar |
| | Calle 2 Av. Juan Bautista Cordero | 20 | 3 | 23 | 46 | En "Y" |
| 6 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 37 | 3 | 32 | 72 | |
| | Calle 2 Calle Sucre | 27 | 3 | 42 | 72 | |
| 7 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 35 | 3 | 26 | 64 | |
| | Calle 2 Calle 3 de Noviembre | 21 | 3 | 40 | 64 | |
| 8 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 37 | 3 | 32 | 72 | |
| | Calle 2 Calle 10 de Agosto | 27 | 3 | 42 | 72 | |
| 9 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 35 | 3 | 26 | 64 | |
| | Calle 2 Calle Gnral. Enríquez | 21 | 3 | 40 | 64 | |
| 10 | Calle 1 Av. 24 de Mayo | 37 | 3 | 32 | 72 | |
| | Calle 2 Av. Aurelio Jaramillo | 27 | 3 | 42 | 72 | |



TABLA 3.1.- TIEMPOS DE LOS CICLOS SEMAFÓRICOS DE LA CIUDAD DE AZOGUES (CONTINÚA)

| Semáforo | Calles | | V= verde | A= ámbar | R= rojo | TOTAL CICLO | Observ. |
|----------|----------------|-----------------------|----------|----------|---------|-------------|---------|
| 11 | Calle 1 | Av. 24 de Mayo | 37 | 3 | 32 | 72 | |
| | Calle 2 | Calle Samuel Abad | 27 | 3 | 42 | 72 | |
| 12 | Calle 1 | Av. 24 de Mayo | 31 | 3 | 19 | 53 | |
| | Calle 2 | Av. Homero Castanier | 14 | 3 | 36 | 53 | |
| 13 | Calle 1 | Av. 24 de Mayo | 31 | 3 | 26 | 60 | |
| | Calle 2 | Av. Che Guevara | 21 | 3 | 36 | 60 | |
| | Giro Izquierda | Av. Che Guevara | 6 | 18 | 36 | 60 | |
| 14 | Calle 1 | Av. Ignacio Neira | 37 | 3 | 32 | 72 | |
| | Calle 2 | Av. Aurelio Jaramillo | 27 | 3 | 42 | 72 | |
| 15 | Calle 1 | Av. Ignacio Neira | 30 | 3 | 32 | 65 | |
| | Calle 2 | Calle Gnal. Enríquez | 27 | 3 | 35 | 65 | |
| 16 | Calle 1 | Calle Luis Cordero | 21 | 3 | 40 | 64 | |
| | Calle 2 | Calle Serrano | 35 | 3 | 26 | 64 | |
| 17 | Calle 1 | Calle Luis Cordero | 30 | 3 | 31 | 64 | |
| | Calle 2 | Calle Solano | 26 | 3 | 35 | 64 | |
| | | | | | | 0 | |
| 18 | Calle 1 | Calle Luis Cordero | 30 | 3 | 31 | 64 | |
| | Calle 2 | Calle Sucre | 26 | 3 | 35 | 64 | |
| 19 | Calle 1 | Calle Luis Cordero | 35 | 3 | 26 | 64 | |
| | Calle 2 | Calle 3 de Noviembre | 21 | 3 | 40 | 64 | |
| 20 | Calle 1 | Calle Luis Cordero | 35 | 3 | 26 | 64 | |
| | Calle 2 | Calle 10 de Agosto | 21 | 3 | 40 | 64 | |
| 21 | Calle 1 | Calle Luis Cordero | 30 | 3 | 33 | 66 | |
| | Calle 2 | Calle Gnal. Enríquez | 29 | 3 | 34 | 66 | |



TABLA 3.1.- TIEMPOS DE LOS CICLOS SEMAFÓRICOS DE LA CIUDAD DE AZOGUES (CONTINÚA)

| Semáforo | | Calles | V= verde | A= ámbar | R= rojo | TOTAL CICLO | Observ. |
|----------|---------|----------------------|----------|----------|---------|-------------|----------|
| 22 | Calle 1 | Calle Simón Bolívar | 39 | 3 | 33 | 75 | |
| | Calle 2 | Calle Tenemaza | 28 | 3 | 44 | 75 | |
| 23 | Calle 1 | Calle Simón Bolívar | 40 | 3 | 32 | 75 | |
| | Calle 2 | Calle 3 de Noviembre | 27 | 3 | 45 | 75 | |
| 24 | Calle 1 | Calle Simón Bolívar | 40 | 3 | 32 | 75 | |
| | Calle 2 | Calle Solano | 25 | 3 | 47 | 75 | |
| 25 | Calle 1 | Calle Simón Bolívar | 26 | 3 | 31 | 60 | |
| | Calle 2 | Calle Serrano | 26 | 3 | 31 | 60 | |
| 26 | Calle 1 | Calle Simón Bolívar | 26 | 3 | 31 | 60 | |
| | Calle 2 | Calle Vintimilla | 24 | 3 | 33 | 60 | |
| 27 | Calle 1 | Calle Simón Bolívar | 30 | 3 | 36 | 69 | |
| | Calle 2 | Av. Juan B. Cordero | 31 | 3 | 35 | 69 | |
| 28 | Calle 1 | Calle Oriente | 21 | 3 | 23 | 47 | |
| | Calle 2 | Calle Vintimilla | 18 | 3 | 26 | 47 | |
| 29 | Calle 1 | Calle Oriente | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| | Calle 2 | Calle 4 de Noviembre | 23 | 0 | 23 | 46 | No ámbar |
| 30 | Calle 1 | Calle Rivera | 21 | 3 | 40 | 64 | |
| | Calle 2 | Calle Serrano | 35 | 3 | 26 | 64 | |
| 31 | Calle 1 | Calle Emilio Abad | 29 | 3 | 28 | 60 | |
| | Calle 2 | Calle Tenemaza | 23 | 3 | 34 | 60 | |
| 32 | Calle 1 | Calle Emilio Abad | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| | Calle 2 | Calle Serrano | 20 | 3 | 23 | 46 | |
| 33 | Calle 1 | Calle Rivera | 20 | 2 | 24 | 46 | |
| | Calle 2 | Calle Serrano | 20 | 3 | 23 | 46 | |



TABLA 3.1.- TIEMPOS DE LOS CICLOS SEMAFÓRICOS DE LA CIUDAD DE AZOGUES (CONTINÚA)

| Semáforo | Calles | | V= verde | A= ámbar | R= rojo | TOTAL CICLO | Observ. |
|----------|---------|----------------------|----------|----------|---------|-------------|---------|
| 34 | Calle 1 | Calle 4 de Noviembre | 21 | 3 | 36 | 60 | |
| | Calle 2 | Calle 3 de Noviembre | 31 | 3 | 26 | 60 | |

A continuación se puede observar en la tabla 3.2 los tiempos de ciclos semafóricos y la disposición de las fases en los puntos de conflicto en estudio.

TABLA 3.2.- TIEMPOS DE LOS CICLOS SEMAFÓRICOS DE LOS PUNTOS DE CONFLICTO

| TIEMPOS DE LOS CICLOS SEMAFÓRICOS DE LA CIUDAD DE AZOGUES | | |
|---|----------------|------------------------|
| Semáforo | Calles | |
| 1 PC | Calle 1 | Calle Simón Bolívar |
| | Calle 2 | Calle Serrano |
| 2 PC | Calle 1 | Calle Simón Bolívar |
| | Calle 2 | Calle Solano |
| 3 PC | Calle 1 | Calle Benigno Malo |
| | Calle 2 | Calle Serrano |
| 4 PC | Calle 1 | Calle Rivera |
| | Calle 2 | Calle Serrano |
| 5 PC | Calle 1 | Calle Luis Cordero |
| | Calle 2 | Calle Serrano |
| 6 PC | Calle 1 | Calle Simón Bolívar |
| | Calle 2 | Calle Azuay |
| 7 PC | Calle 1 | Calle Simón Bolívar |
| | Calle 2 | Av. Juan B. Cordero |
| 8 PC | Calle 1 | Calle Azuay |
| | Calle 2 | Calle Matovelle |
| 9 PC | Calle 1 | Calle Ayacucho |
| | Calle 2 | Av. Juan B. Cordero |
| 10 PC | Calle 1 | Calle Azuay |
| | Calle 2 | Calle Benigno Malo |
| 11 PC | Calle 1 | Av. 24 de Mayo |
| | Calle 2 | Calle Azuay |
| 12 PC | Calle 1 | Av. Miguel Vintimilla |
| | Calle 2 | Av. Luis M González |
| 13 PC | Calle 1 | Av 16 de Abril |
| | Calle 2 | Calle Luis M. González |
| | Giro izquierda | Calle Luis M. González |

En la tabla 3.2, observamos que el semáforo del punto de conflicto 13, que corresponde a la Avenida 16 de Abril y Luis M. González tiene un período de ámbar excesivo en el giro hacia la izquierda y que no existe una fase que permita que este giro de forma exclusiva, por lo cual se debe tener en cuenta este particular al momento de optimizar las fases semafóricas con el uso del programa Synchro.

De forma gráfica se observa en la figura 3.6, la ubicación de los semáforos en la zona acordonada de la ciudad de Azogues.

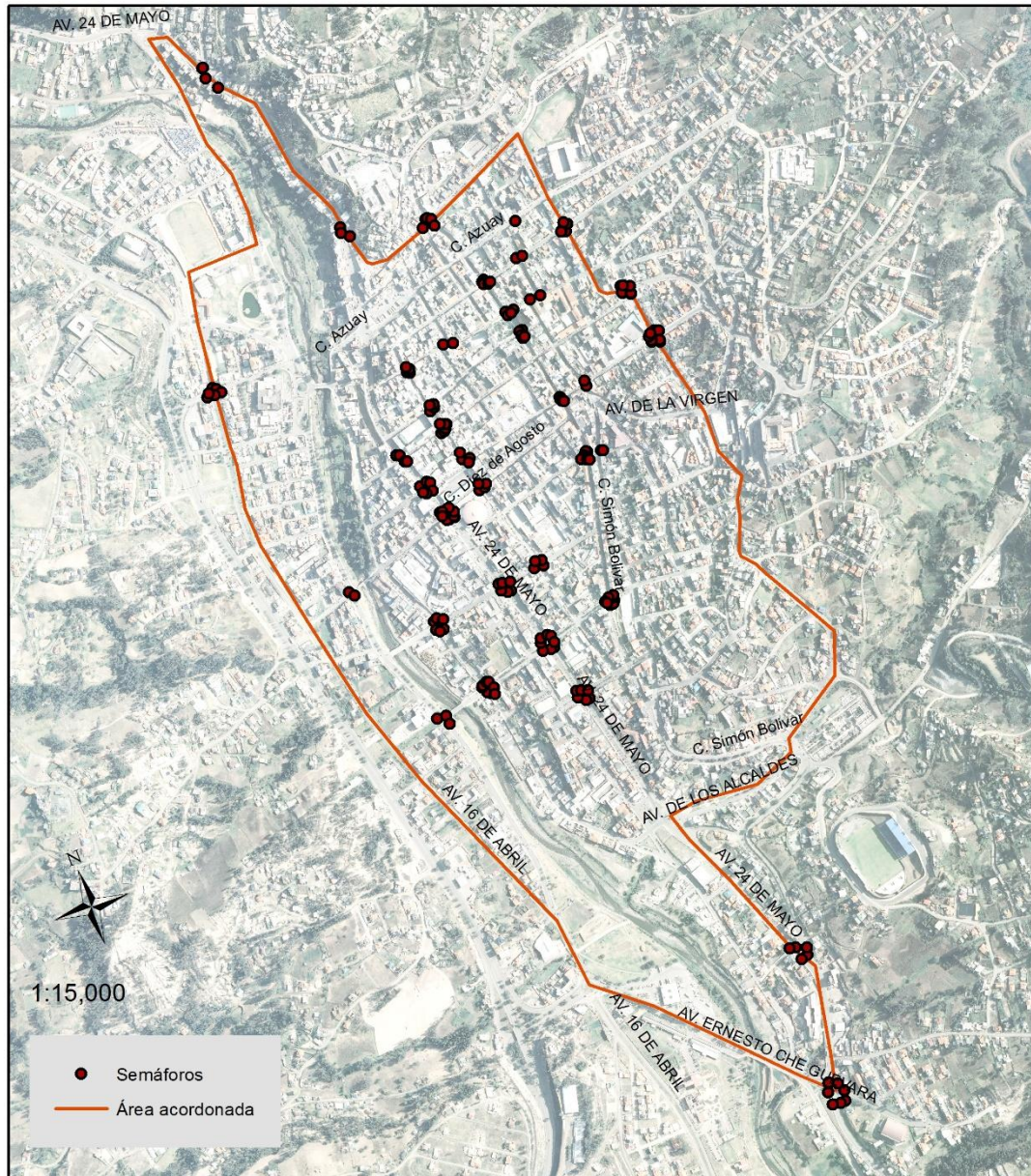


FIGURA 3-6.- SEMÁFOROS EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE AZOGUES.

Conforme la figura 3.6 se muestra la colocación de semáforos en varias intersecciones simultáneas y que tienen distancias pequeñas entre sí, lo que implica demoras en el flujo vehicular y además el hecho de que estos semáforos



trabajan a tiempo fijo y con ciclos largos, congestionan la zona céntrica de Azogues.

3.4. SINÓPSIS

Dentro de este capítulo se analizó la regulación del tráfico por medio de directrices que permitan mejorar la circulación dentro del casco urbano de la ciudad de Azogues, tales como ciclos de semáforos, señalización óptima, tiempos restringidos de parqueo. Finalmente se considera la gerencia de tráfico en varios aspectos, mejorar la señalización vial existente, la direccionalidad vial, ciclos y fases semaforicas por medio del levantamiento de la información pertinente, con el objetivo de modelar todos los datos obtenidos a través del programa Synchro.



4. MODELACIÓN DE TRANSPORTE

En este capítulo se modela el tráfico en los puntos de conflicto señalados anteriormente en los capítulos 2 y 3, los mismos que se hallan dentro de la zona acordonada de la ciudad de Azogues. Por medio del programa Synchro que es un software que sirve para modelar, optimizar, gerenciar y simular los sistemas de tráfico, se obtienen los niveles de servicio y se optimizan los dispositivos semafóricos por medio de la optimización de ciclos o fases.

4.1. SYNCHRO

Es un software de simulación con aplicación en la planificación, diseño, control y optimización de tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales.

Es una herramienta bastante útil para la optimización de tiempos y fases de los semáforos. El software permite obtener resultados para cada intersección con relación a los siguientes indicadores:

- ◆ Relación volumen / capacidad (v/c). Volumen de vehículos/número máximo de vehículos que puede admitir una vía.
- ◆ Tiempo de las demoras (s)
- ◆ Nivel de servicio por demoras (LOS)
- ◆ Nivel de servicio según el factor de utilización de la capacidad de la intersección % ICU (Intersection Capacity Utilization)

A través de este programa y con el uso de las dos opciones: optimización de ciclo u optimización de fases podremos encontrar el nivel de servicio óptimo que mejore las condiciones de la intersección, por lo cual y en el presente estudio se modelan a través de estas dos opciones y luego se escoge la que permita mejorar en mayor grado el nivel de servicio.

4.2. DATOS DE ENTRADA

Para la modelación a través del programa Synchro, se requieren de varios parámetros que fueron levantados previamente, los mismos que se indican continuación.

- ◆ Archivo DXF, de la zona acordonada para el mapeo de las intersecciones de estudio.
- ◆ Número de carriles y compartición de los mismos, tabla 2.2
- ◆ Anchura del carril, tabla 2.2
- ◆ Longitud, tabla 4.1.
- ◆ Pendiente longitudinal de la carretera, tabla 4.1.



- ◆ Direcciones de las vías, tabla 4.1.
- ◆ Cuarto de hora de máxima demanda, tabla 4.2
- ◆ Volumen horario, tabla 4.2
- ◆ Factor de hora pico, tabla 4.2
- ◆ Datos de semáforos, tabla 3.2

En la tabla 4.1, se observan los datos ingresados para la configuración del carril que es el primer paso para la modelación de los puntos o intersecciones de conflicto que se estudian.

TABLA 4.1.-CONFIGURACIÓN DE CARRIL –SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011)

| INTERSECCIONES | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------|----------|-----------------|-----------|---------------------------|--------------------|-----------------|-----------|---------------------------|--------------------|-----------|
| # | Calle | Longitud (m) | Carriles | | | | Carriles en contra | | | | Ancho Parterre (m) | Pendiente |
| | | | Núm. | Direccionalidad | Ancho (m) | Ancho Estacionamiento (m) | Número | Direccionalidad | Ancho (m) | Ancho Estacionamiento (m) | | |
| 1 | Simón Bolívar | 52 | 1 | S-N | 4 | - | - | N-S | - | - | - | 0.60% |
| | Serrano | 48 | 1 | E-O | 3.25 | 3.25 | - | O-E | - | - | - | -8.35% |
| 2 | Simón Bolívar | 58 | 1 | S-N | 4 | - | - | N-S | - | - | - | 5.46% |
| | Fray V. Solano | 51 | 1 | O-E | 4 | - | - | E-O | - | - | - | 19% |
| 3 | Serrano | 87 | 1 | E-O | 3.25 | 3.25 | - | O-E | - | - | - | -0.05% |
| | Benigno Malo | 60 | - | S-N | - | - | 1 | N-S | 3 | 3 | - | 0.00% |
| 4 | Rivera | 77 | 1 | S-N | 3 | 3 | - | N-S | - | - | - | 5.79% |
| | Serrano | 21 | 1 | E-O | 3.25 | - | 1 | O-E | 3.25 | - | - | -104% |
| 5 | Luis Cordero | 51 | 1 | N-S | 3.25 | 3.25 | - | S-N | - | - | - | 100% |
| | Serrano | 87 | 1 | E-O | 3.25 | 3.25 | - | O-E | - | - | - | -4.94% |
| 6 | Simón Bolívar | 69 | 1 | S-N | 4.5 | - | - | N-S | - | - | - | -2.46% |
| | Azuay | 94 | 1 | E-O | 11 | 2.5 | - | O-E | - | - | - | -6.07% |
| 7 | Rafael M. García | 130 | 1 | N-S | 6 | 2.5 | - | S-N | - | - | - | -13.94% |
| | Simón Bolívar | 104 | 1 | S-N | 4.5 | - | - | N-S | - | - | - | -0.4% |
| 7 | Matovelle | 96 | - | N-S | - | - | 1 | S-N | 6.5 | 2.5 | - | 0.00% |
| | Av. J. B. Cordero | 137 | 2 | E-O | 3.5 | - | 2 | O-E | 3.5 | - | 2 | -7.30% |
| | Av. J. B. Cordero | 16 | 1 | O-E | 3.7 | - | 1 | E-O | 3.7 | - | - | 3.77% |
| 8 | Matovelle | 96 | 1 | N-S | 6.5 | 2.5 | - | S-N | - | - | - | -4.04% |
| | Azuay | 39 | 1 | E-O | 2.7 | 2.7 | - | O-E | - | - | - | -2.85% |
| 9 | Ayacucho | 137 | 1 | S-N | 4.5 | 4.5 | - | N-S | - | - | - | 3.27% |
| | Av. J. B. Cordero | 122 | 2 | E-O | 3.5 | - | 2 | O-E | 3.5 | - | 2 | -7.30% |
| | Av. J. B. Cordero | 19 | 2 | O-E | 3.7 | - | 2 | E-O | 3.7 | - | 2 | 7.30% |
| 10 | Azuay | 56 | 1 | N-S | 2.75 | 2.75 | 1 | S-N | - | - | - | 6.62% |
| | Azuay | 68 | 1 | S-N | 3.7 | - | 1 | N-S | 3.7 | - | - | -6.62% |
| | Benigno Malo | 82 | 1 | E-O | 2.75 | 2.75 | - | O-E | - | - | - | -7.62% |
| | Benigno Malo | 143 | 1 | O-E | 3.7 | - | 1 | E-O | 3.7 | - | - | 9.22% |



TABLA 4.1.-CONFIGURACIÓN DE CARRIL –SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011) (CONTINÚA)

| INTERSECCIONES | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|--------------|----------|-----------|-----------|---------------------------|--------------------|-----------|-----------|---------------------------|--------------------|-----------|
| # | Calle | Longitud (m) | Carriles | | | | Carriles en contra | | | | Ancho Parterre (m) | Pendiente |
| | | | Núm. | Dirección | Ancho (m) | Ancho Estacionamiento (m) | Número | Dirección | Ancho (m) | Ancho Estacionamiento (m) | | |
| | Av. 24 de Mayo | 194 | 1 | N-S | 5.5 | - | 1 | S-N | 5.5 | - | - | -5.96% |
| | Av. 24 de Mayo | 116 | 1 | S-N | 3 | - | 1 | N-S | 3 | - | - | -3.31% |
| 11 | Paso a desnivel | 100 | 1 | S-N | 4 | - | - | N-S | - | - | - | -11.81% |
| | Azuay | 143 | 1 | E-O | 5 | - | 1 | O-E | 5 | - | - | -9.22% |
| | Azuay | 77 | 1 | O-E | 3.7 | - | 1 | E-O | 3.7 | - | - | 9.30% |
| | Av. Miguel Vintimilla | 250 | 2 | S-N | 3.6 | - | 2 | N-S | 3.6 | - | 3.6 | 2.61% |
| 12 | Luis M- González | 144 | 1 | E-O | 5 | - | 1 | O-E | 5 | - | - | -3.16% |
| | Luis M- González | 93 | 1 | O-E | 6.5 | - | 1 | E-O | 6.5 | - | - | -1.80% |
| | Av. 16 de Abril | 146 | 1 | N-S | 3 | - | 1 | S-N | 3 | - | - | -1.34% |
| | Av. 16 de Abril | 113 | 2 | S-N | 3.5 | - | 2 | N-S | 4.2 | - | 2 | 0.18% |
| 13 | Luis M- González | 179 | 1 | E-O | 3.35 | 2 | 1 | O-E | 3.35 | - | - | 2.29% |
| | Luis M- González | 48 | 1 | O-E | 5 | - | 1 | E-O | 5 | - | - | -4.66% |

4.3. MODELACIÓN

Para la modelación en el programa Synchro, se toma en consideración dos aspectos, el primero corresponde a la realidad actual de la intersección, lo que implica que sin realizar cambio alguno se miden los factores más importantes tales como el nivel de servicio de la intersección y el nivel de servicio por acción del semáforo. Como segundo aspecto se halla la modelación del tráfico pero con las mejoras en optimización de ciclos, fases, ubicación de señales de tránsito, etc.

En las figuras 4.1 a 4.13 se observan las 13 intersecciones estudiadas por medio de fotografías al momento de los conteos y también por medio de la herramienta Google Earth, lo que permite advertir la importancia del presente estudio.



FIGURA 4-1.- Pc1. CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y SERRANO.

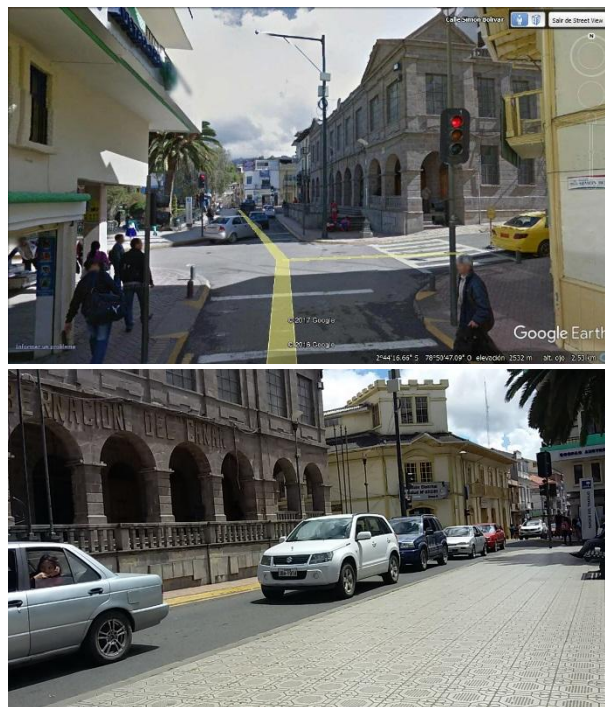


FIGURA 4-2.- Pc2. CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y SOLANO.



FIGURA 4-3.- PC3. CALLES SERRANO Y BENIGNO MALO.



FIGURA 4-4.- PC4. CALLES RIVERA Y SERRANO.



FIGURA 4-5.- PC5. CALLES LUIS CORDERO Y SERRANO.



FIGURA 4-6.- PC6. CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY.

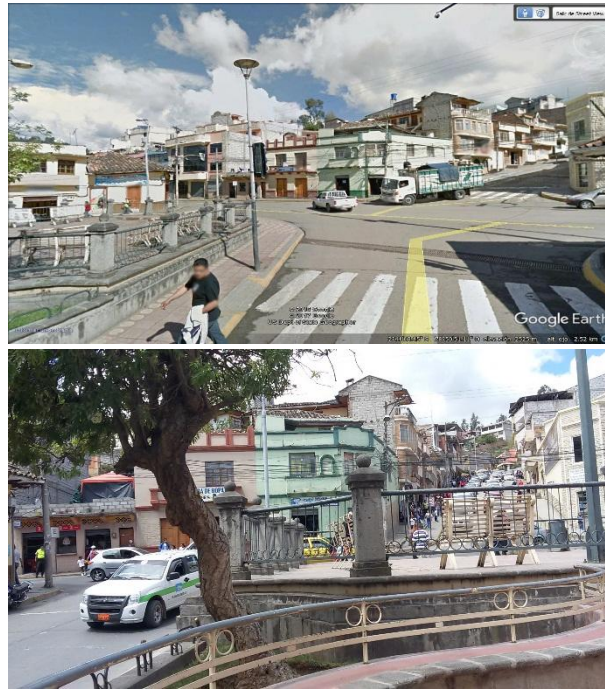


FIGURA 4-7.- Pc7. CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y JUAN BAUTISTA CORDERO.



FIGURA 4-8.- Pc8. CALLES MATOVELLE Y AZUAY.

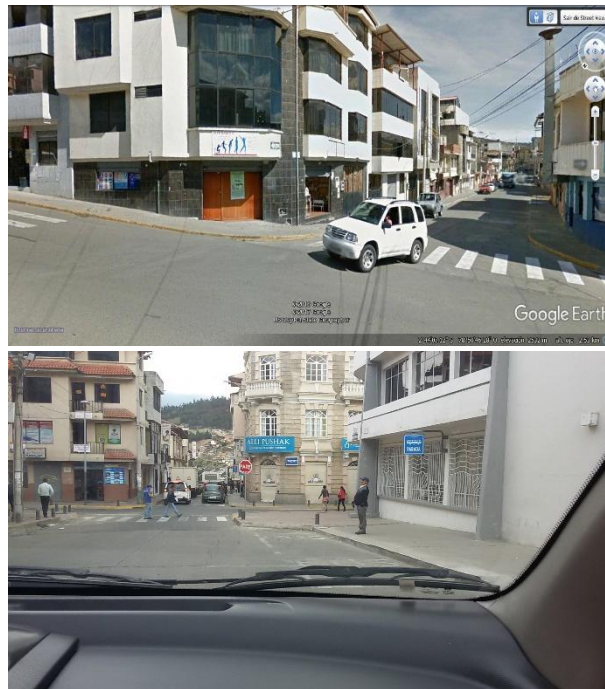


FIGURA 4-9.- Pc9. CALLES AYACUCHO Y JUAN BAUTISTA CORDERO.



FIGURA 4-10.- Pc10. CALLES BENIGNO MALO Y AZUAY.



FIGURA 4-11.- Pc11. CALLES AZUAY Y AVENIDA 24 DE MAYO.

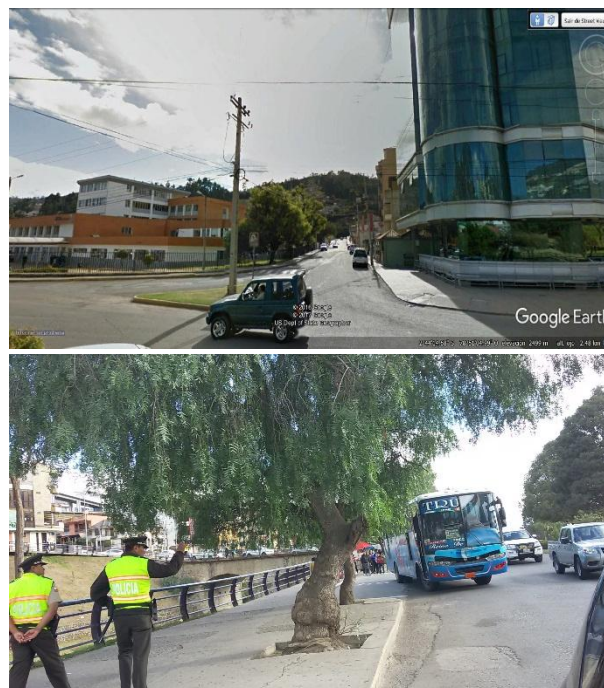


FIGURA 4-12.- Pc12. CALLES LUIS M. GONZÁLES Y AV. MIGUEL VINTIMILLA.



FIGURA 4-13.- Pc13. CALLES LUIS M. GONZÁLEZ Y AVENIDA 16 DE ABRIL.

Para la modelación, se toma como ejemplo la intersección de las calles Luis M. González y la Avenida 16 de Abril, debido a que las mencionadas vías sirven de acceso a la zona Oeste de la ciudad, la cual se halla en desarrollo ya que aquí se encuentran entidades públicas y privadas de gran importancia.

Iniciando con la modelación, se siguen los pasos a continuación detallados:

4.3.4. PASO 1.-LANE SETTINGS

Corresponde a la configuración del carril, para lo cual es necesario contar con el archivo de la zona a ser modelada, iniciando con los parámetros básicos, tales como ancho de la vía, nombre de la carretera, longitud, velocidad, pendiente, radios de curva, etc.

A continuación en la figura 4.14 se muestra el ingreso de datos por medio del programa Synchro.

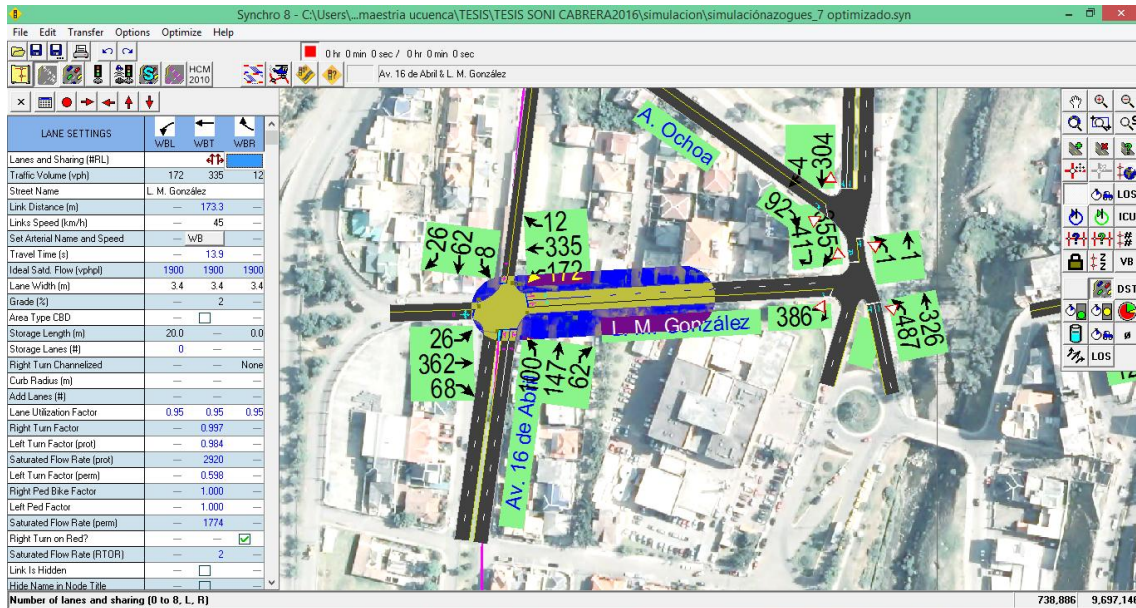


FIGURA 4-14.- PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE CARRIL (LANE SETTINGS).PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011). AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.

Para la configuración del carril requerimos los parámetros mostrados en las tablas 4.2 y las figuras 2.10-2.22.

TABLA 4.2.- DATOS INGRESADOS AL SYNCHRO PARA LA CONFIGURACIÓN DEL CARRIL.

| LANE SETTINGS= CONFIGURACION DE CARRIL | | |
|--|---|---|
| Lanes and Sharing | = Movimientos de flujo | Tabla 4.3 |
| Traffic Volume(vph) | = Volumen de tráfico en veh/h | Tabla 4.3 |
| Street Name | = Nombre de la calle | Tabla 4.3 |
| Link Distance(m) | = Distancia del tramo vial(m) | Tabla 4.1 |
| Links Speed(km/h) | = Velocidad de aproximación(km/h) | Se asume 50 km/h, vel máx en áreas urbanas |
| Set Arterial Name and Speed | = Conjunto de arterias, nombre y velocidad | WB, para copiar los parámetros a las siguientes intersecciones |
| Travel Time(s) | = Tiempo de viaje(s) | Calcula el programa dependiendo de la velocidad |
| Ideal Satd.Flow(vphpl) | = Flujo de saturación óptimo veh/h/carril | Por defecto es 1900vh/h/carril, pero se puede modificar |
| Lane Width(m) | = Ancho de la vía(m) | Tabla 4.1 |
| Grade(%) | = Pendiente(%) | Tabla 4.1 |
| Area Type CBD | = Tipo de área | Se activa sólo para zonas muy comerciales |
| Storage Length(m) | = Longitud de carril (m) | Tabla 4.1 |
| Storage Lanes(#) | = Número de carriles(#) | Tabla 4.3 |
| Right Turn Channelized | = Canalización para giro a la derecha | Se activa para giro exclusivo a la derecha |
| Curb Radius(m) | = Radio de curva(m) | Por defecto es 15m, pero se puede modificar |
| Add Lanes(#) | = Carriles adicionales(#) | Se activa en caso de que existan |
| Lane Utilization Factor | = Factor de utilización de carril | Calcula el programa |
| Right Turn Factor | = Factor de giro a la derecha | Calcula el programa |
| Left Turn Factor(prot) | = Factor de giro a la izquierda, protegido | Calcula el programa |
| Saturated Flow Rate(prot) | = Flujo de saturación de todo el acceso | Calcula el programa |
| Left Turn Factor(perm) | = Factor de giro a la izquierda, permitido | Calcula el programa |
| Right Ped Bike Factor | = Factor de giro a la derecha por bicicletas | Calcula el programa |
| Left Ped Factor | = Factor peatonal a la izquierda | Calcula el programa |
| Saturated Flow Rate(perm) | = Flujo de saturación ajustado en el acceso, permitido | Calcula el programa |
| Right Turn on Red | = Giro a la derecha en rojo | Se activa en caso de que exista giro a la derecha permitido |
| Saturated Flow Rate (RTOR) | = Flujo de saturación ajustado en el acceso, con semáforo en rojo | Calcula el programa |
| Link is Hidden | = Acceso oculto | Se activa en caso de existir un acceso adicional para peatones o ciclistas |
| Hide Name in Node Title | = Nombre de la calle en el nodo | Se activa para mostrar el nombre del acceso adicional de peatones o ciclistas |

4.3.5. PASO 2.-VOLUME SETTINGS

Ajustes de volumen que corresponde al ingreso de datos de volúmenes de tránsito para cada uno de los movimientos en la intersección. En la figura 4.15 se observan los parámetros de ingreso para el programa Synchro.

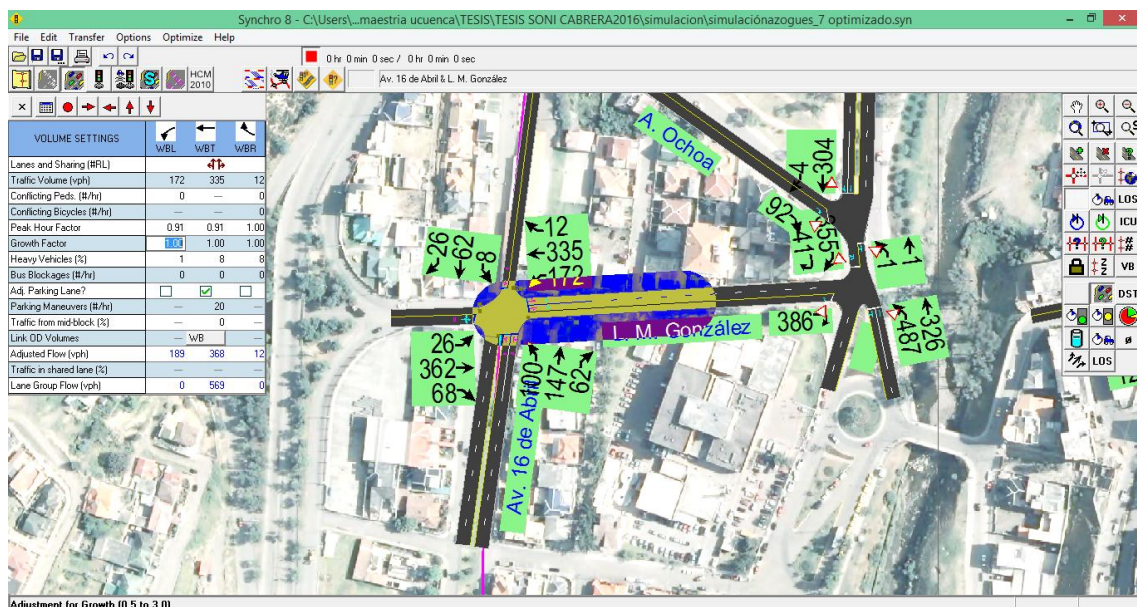


FIGURA 4-15.- PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE VOLUMEN (VOLUME SETTINGS). PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011). AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.

En las tablas siguientes 4.3 y 4.4, se muestran los datos ingresados de acuerdo a lo requerido en el módulo Volume Settings.

TABLA 4.3.- DATOS INGRESADOS AL SYNCHRO PARA LA CONFIGURACIÓN DE VOLÚMENES.

| VOLUME SETTINGS= CONFIGURACION DE VOLUMEN | | |
|---|---|---|
| Lanes and Sharing | = Movimientos de flujo | Tabla 4.3 |
| Traffic Volume(vph) | = Volumen de tráfico en veh/h | Tabla 4.3 |
| Conflicting Peds (#/hr) | = Peatones sobre el acceso (#/h) | En el presente estudio no se contaron bicicletas porque representan un flujo bajo |
| Conflicting Bicycles (#/hr) | = Bicicletas sobre el acceso (#/h) | En el presente estudio no se contaron bicicletas porque representan un flujo bajo |
| Peak Hour Factor | = Factor de hora pico | Tabla 4.2 |
| Growth factor | = Factor de crecimiento | Se asume el valor de 1, debido a que estamos modelando en el presente |
| Heavy Vehicles(%) | = Porcentaje de buses y camiones en cada movimiento (%) | Tabla 4.2 |
| Bus Blockages (#/hr) | = Número de buses que pasan por hora (#/h) | Tabla 4.3 |
| Adj. Parking Lane? | = Adicionar carril de parqueo | Se activa en caso de requerir carril adicional de parqueo |
| Parking Maneuvers(#/hr) | = Maniobras de parqueo (#/h) | Se activa en caso de existir maniobras de parqueo fuera del carril |
| Traffic from mid-block (%) | = Parqueaderos dentro de la cuadra (%) | Se indica el porcentaje en caso de existir un parqueadero particular |
| Link OD Volumes | = Volúmenes origen destino | No está disponible para intersecciones sin accesos adicionales |
| Adjusted Flow (vph) | = Flujo ajustado de acuerdo al factor de hora pico (vh) | Calcula el programa |
| Traffic in shared lane(%) | = Volumen de tránsito que giran en carril compartido(%) | Se activa en caso de existir giro en un carril compartido |
| Lane Group Flow (vph) | = Volumen ajustado de cada movimiento por grupo(vh) | Calcula el programa |



TABLA 4.4.- VOLÚMENES DE TRÁNSITO. PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011)

| Intersección | Calle | Sentido | % Veh Pesados | Q15 | Vol. Horario | FHP |
|--------------|---------------------------|---------|---------------|-----|--------------|------|
| 1 | Simón Bolívar | S-N | 0.00% | 90 | 333 | 0.93 |
| | | S-O | 0.00% | 23 | 85 | 0.92 |
| | Serrano | E-N | 0.00% | 16 | 57 | 0.89 |
| | | E-O | 0.00% | 45 | 164 | 0.91 |
| 2 | Fray V. Solano | S-N | 0.00% | 81 | 297 | 0.92 |
| | | S-E | 0.00% | 10 | 32 | 0.80 |
| | Simón Bolívar | O-N | 0.00% | 32 | 121 | 0.95 |
| | | O-E | 0.00% | 17 | 60 | 0.88 |
| 3 | Serrano | E-N | 0.00% | 39 | 143 | 0.92 |
| | | E-O | 0.00% | 107 | 397 | 0.93 |
| 4 | Rivera | S-E | 1.52% | 36 | 131 | 0.91 |
| | | S-O | 0.00% | 33 | 119 | 0.90 |
| | Serrano | E-O | 0.00% | 107 | 397 | 0.93 |
| 5 | Luis Cordero | N-S | 3.43% | 49 | 175 | 0.89 |
| | | N-O | 0.00% | 9 | 33 | 0.92 |
| | Serrano | E-S | 0.00% | 85 | 314 | 0.92 |
| | | E-O | 0.00% | 55 | 202 | 0.92 |
| 6 | Simón Bolívar | S-N | 0.36% | 62 | 228 | 0.92 |
| | | S-O | 0.00% | 29 | 102 | 0.88 |
| | Azuay | E-N | 5.88% | 15 | 54 | 0.90 |
| | | E-O | 5.55% | 78 | 288 | 0.92 |
| 7 | Rafael M. García | N-S | 0.00% | 42 | 153 | 0.91 |
| | | N-E | 0.00% | 33 | 122 | 0.92 |
| | | N-O | 0.00% | 22 | 81 | 0.92 |
| | Simón Bolívar | S-S | 0.00% | 12 | 44 | 0.92 |
| | | S-E | 2.03% | 41 | 148 | 0.90 |
| | | S-O | 0.75% | 36 | 134 | 0.93 |
| | Av. Juan Bautista Cordero | E-S | 10.00% | 24 | 90 | 0.94 |
| | | E-O | 3.41% | 82 | 293 | 0.89 |
| | | O-S | 7.20% | 35 | 125 | 0.89 |
| | | O-E | 2.08% | 114 | 433 | 0.95 |



TABLA 4.4.- VOLÚMENES DE TRÁNSITO. PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011) (CONTINÚA)

| Intersección | Calle | Sentido | % Veh Pesados | Q15 | Vol. Horario | FHP | |
|--------------|---------------------------|---------|---------------|--------|--------------|------|------|
| 8 | Matovelle | N-S | 0.58% | 49 | 173 | 0.88 | |
| | | N-O | 7.11% | 64 | 239 | 0.93 | |
| | Azuay | E-S | 0.00% | 26 | 93 | 0.89 | |
| | | E-O | 4.56% | 77 | 285 | 0.93 | |
| 9 | Ayacucho | S-E | 0.56% | 49 | 179 | 0.91 | |
| | | S-O | 16.21% | 20 | 74 | 0.93 | |
| | Av. Juan Bautista Cordero | E-O | 2.27% | 87 | 309 | 0.89 | |
| | | O-E | 0.72% | 185 | 696 | 0.94 | |
| 10 | Beningo Malo | N-S | 0.00% | 5 | 14 | 0.70 | |
| | | N-O | 0.00% | 6 | 15 | 0.63 | |
| | | S-N | 0.00% | 14 | 37 | 0.66 | |
| | | S-O | 0.00% | 20 | 62 | 0.78 | |
| | Azuay | E-N | 0.00% | 15 | 40 | 0.67 | |
| | | E-S | 0.00% | 29 | 82 | 0.71 | |
| | | E-O | 9.80% | 72 | 255 | 0.89 | |
| | | O-N | 0.00% | 16 | 46 | 0.72 | |
| 11 | Av. 24 de Mayo | O-S | 0.54% | 53 | 186 | 0.88 | |
| | | N-S | 13.41% | 43 | 164 | 0.95 | |
| | | N-E | 0.00% | 11 | 35 | 0.80 | |
| | | N-O | 0.00% | 20 | 73 | 0.91 | |
| | | S-N | 0.00% | 18 | 62 | 0.86 | |
| | | S-S | 0.00% | 1 | 1 | 0.25 | |
| | | S-E | 16.66% | 16 | 54 | 0.84 | |
| | Paso a desnivel | S-O | 1.75% | 31 | 114 | 0.92 | |
| | | S-N | 0.00% | 1 | 4 | 1.00 | |
| | | S-E | 0.00% | 1 | 4 | 1.00 | |
| | | S-O | 0.00% | 3 | 12 | 1.00 | |
| | | Azuay | E-N | 0.00% | 7 | 25 | 0.89 |
| | | | E-S | 27.86% | 21 | 61 | 0.73 |
| E-O | 0.00% | | 70 | 248 | 0.89 | | |
| O-N | 7.69% | | 8 | 26 | 0.81 | | |
| O-S | 4.80% | | 33 | 125 | 0.95 | | |
| O-E | 1.24% | 45 | 161 | 0.89 | | | |



TABLA 4.4.- VOLÚMENES DE TRÁNSITO. PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011) (CONTINÚA)

| Intersección | Calle | Sentido | % Veh Pesados | Q15 | Vol. Horario | FHP |
|------------------|-----------------------|-----------------|---------------|-------|--------------|------|
| 12 | Av. Miguel Vintimilla | N-S | 0.38% | 72 | 266 | 0.92 |
| | | N-O | 0.00% | 11 | 38 | 0.86 |
| | | N-NO | 0.00% | 2 | 4 | 0.5 |
| | | S-N | 6.15% | 64 | 244 | 0.95 |
| | | S-O | 5.95% | 134 | 487 | 0.91 |
| | | S-NO | 2.14% | 22 | 82 | 0.93 |
| | Alberto Ochoa | NO-S | 1.13% | 24 | 89 | 0.93 |
| | | NO-O | 0.00% | 2 | 3 | 0.38 |
| | Luis M. González | O-S | 3.11% | 104 | 386 | 0.93 |
| | 13 | Av. 16 de Abril | N-S | 0.00% | 17 | 62 |
| N-E | | | 0.00% | 2 | 8 | 1 |
| N-O | | | 0.00% | 7 | 26 | 0.93 |
| S-N | | | 0.00% | 40 | 147 | 0.92 |
| S-E | | | 0.00% | 17 | 62 | 0.91 |
| S-O | | | 2.00% | 27 | 100 | 0.93 |
| Luis M. González | | E-N | 8.33% | 3 | 12 | 1 |
| | | E-S | 0.58% | 47 | 172 | 0.91 |
| | | E-O | 7.76% | 92 | 335 | 0.91 |
| | | O-N | 17.39% | 6 | 23 | 0.96 |
| | O-S | 17.64% | 17 | 68 | 1 | |
| | O-E | 4.69% | 96 | 362 | 0.94 | |

4.3.6. PASO 3.- NODE SETTINGS

Configuración del nodo, en esta parte de la modelación son ingresados los parámetros que corresponden a los semáforos en caso de que estos se encuentren en las intersecciones modeladas.

A continuación, se muestra en la figura 4.16, la tabla de ingreso de datos del paso correspondiente en la modelación y además resultados que son de interés tales como el nivel de servicio de la intersección y el nivel de servicio debido a la existencia del semáforo, además de la relación volumen/capacidad de la intersección.

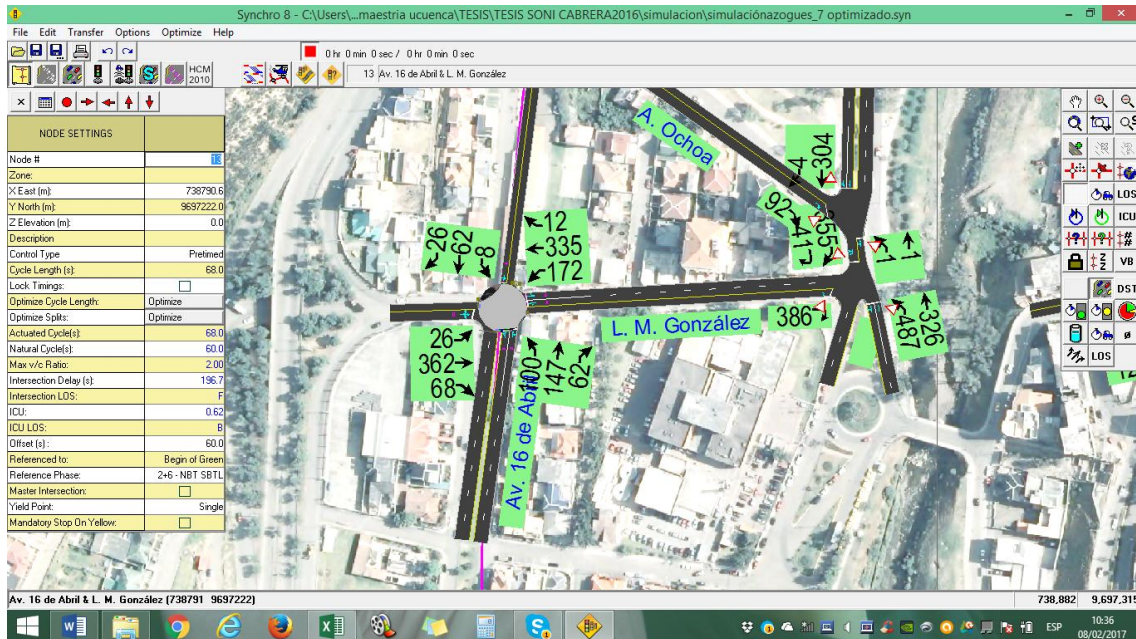


FIGURA 4-16 .- PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE INTERSECCIONES (NODE SETTINGS). PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011). AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.

En la tabla 4.5 se observa cómo se ingresan los parámetros para el módulo Node Settings.

TABLA 4.5.- DATOS INGRESADOS AL SYNCHRO PARA LA CONFIGURACIÓN DEL NODO.

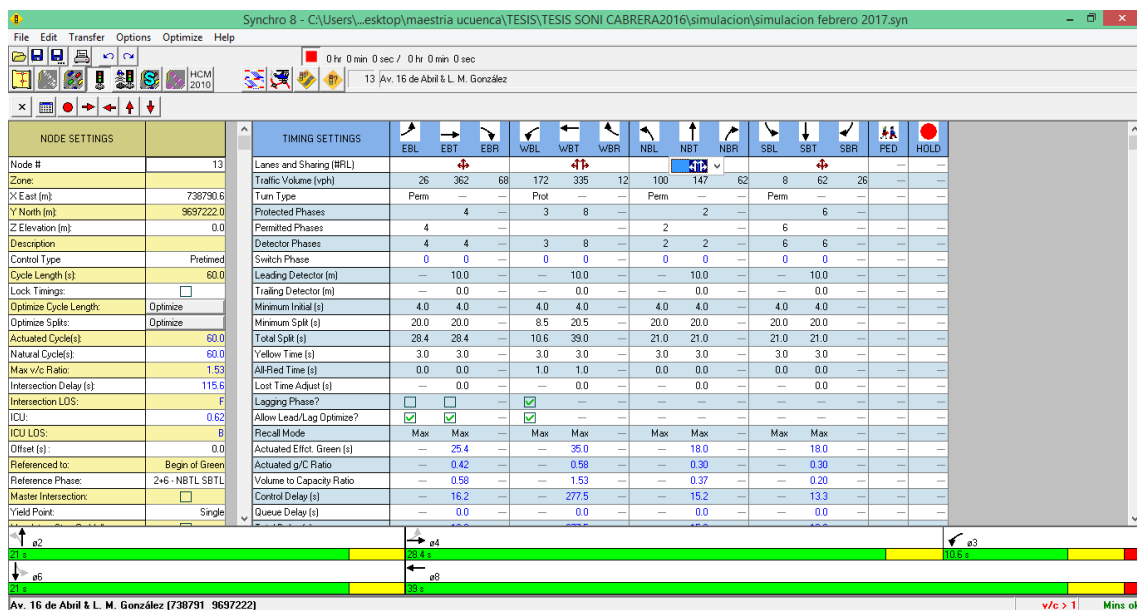
| NODE SETTINGS= CONFIGURACION DE NODO | | |
|--------------------------------------|--|--|
| Node # | = Número de nodo | Calcula el programa |
| X East (m) | = X Este (m) | Calcula el programa |
| Y North (m) | = Y Norte (m) | Calcula el programa |
| Z Elevation (m) | = Z Elevación (m) | Calcula el programa, o se puede ingresar |
| Control Type | = Tipo de control | En nuestro estudio todos los semáforos son preprogramados |
| Cycle Length | = Longitud de ciclo | Tabla 3.2 |
| Lock Timings | = Bloqueo de tiempos | Activo esta casilla para optimizar la red, sin cambiar el ciclo semafórico |
| Optimize Cycle Length | = Optimización de la longitud del ciclo | Activo esta casilla para optimizar el ciclo a su minimo aceptable |
| Optimize Splits | = Optimización de las fases | Activo esta casilla para optimizar las fases, maneteniendo el ciclo semafórico |
| Actuated Cycle (s) | = Longitud promedio del ciclo(s) | Calcula el programa |
| Natural Cycle(s) | = Longitud del ciclo natural(s) | Calcula el programa |
| Max v/c Ratio | = Relación volumen capacidad | Calcula el programa |
| Intersection Delay(s) | = Demora en la intersección(s) | Calcula el programa |
| Intersection LOS | = Nivel de servicio de la intersección | Calcula el programa |
| ICU | = Capacidad de la intersección con semáforos | Calcula el programa |
| ICU LOS | = Nivel de servicio con semáforos | Calcula el programa |
| Offset | = Compensación (s) | En caso de existir una intersección maestra, no se usa en este estudio |
| Referenced to | = Empiezo en | Activo para indicar como inicia en verde |
| Reference Phase | = Empiezo en fase | Calcula el programa |
| Master Intersection | = Intersección master | Activo si hubiera intersección maestra |
| Yield Point | = Salto punto | Activo si tuviera semáforos activados por tránsito |
| Mandatory Stop on Yellow | = Parar obligatoriamente en amarillo | Activo si tuviera semáforos activados por tránsito |

4.3.7. PASO 4.- TIMING SETTINGS

Ajustes de tiempo, que permiten ingresar los datos semafóricos correspondientes a la realidad actual de una intersección, para su posterior optimización.

Conforme lo antes mencionado a continuación en la figura 4.17, se muestra el paso correspondiente a la modelación de Synchro.

FIGURA 4-17.- PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE SEMÁFOROS (TIMING SETTINGS). PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011). AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.



Según la figura 4.17, se observa que el programa Synchro dibuja las fases de verde, ámbar y todo rojo, debiendo asumir el rojo para que el diagrama complete el ciclo, para lo cual a continuación se muestra en la figura 4.18, la interpretación de los resultados.

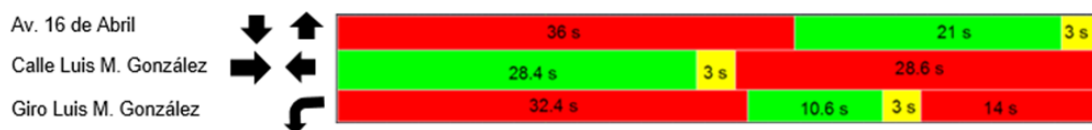


FIGURA 4-18.- FASES SEMAFÓRICAS EN LA AV 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.

En la tabla 4.6, se muestran los parámetros necesarios para el ingreso del Módulo Timing Settings.

TABLA 4.6.- DATOS INGRESADOS AL SYNCHRO PARA LA CONFIGURACIÓN DE SEMÁFOROS.

| TIMING SETTINGS= CONFIGURACION DE SEMÁFOROS | | |
|---|--|--|
| Traffic Volume (vph) | = Volumen de tráfico (vph) | Tabla 4.3, si ya estuvo ingresado no se cambia |
| Turn Type | = Tipo de giro | Permitido o protegido, según cada intersección |
| Protected Phases | = Fases protegidas | Fases Nema, se asigna numeración conforme las fases, figura 4.18 |
| Permitted Phases | = Fases permitidas | Fases Nema, se asigna numeración conforme las fases, figura 4.19 |
| Detector Phases | = Detector de fases | Calcula el programa |
| Switch Phase | = Alargue de fase | Calcula el programa |
| Leading Detector (m) | = Detector para semáforo actuado por tránsito (m) | Se activa esta casilla para semáforos actuados por tránsito |
| Trailing Detector(m) | = Detector para semáforo actuado por tránsito (m) | Se activa esta casilla para semáforos actuados por tránsito |
| Minimum Initial (s) | = Mínimo inicial (s) | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de fases |
| Minimum Split (s) | = Mínimo duración de fases (s) | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de fases |
| Total Split (s) | = Ciclo total (s) | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de ciclo |
| Yellow Time (s) | = Tiempo de amarillo (s) | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de ciclo |
| All-Red Time (s) | = Tiempo de todo rojo (s) | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de ciclo |
| Lost Time Adjust (s) | = Pérdida de tiempo ajustado(s) | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de ciclo |
| Lagging Phase | = Alteración de fases | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de fases |
| Allow Lead/Lag Optimize | = Permitir alteración de fases | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de fases |
| Recall Mode | = Modo llamada | Calcula el programa, si ya se activo la optimización de fases |
| Actuated Effct. Green (s) | = Tiempo de verde efectivo actuado (s) | Calcula el programa |
| Actuated g/C Ratio | = Relación de tiempo de verde y ciclo total de la intersección | Calcula el programa |
| Volume to Capacity Ratio | = Volumen/capacidad del acceso | Calcula el programa |
| Control Delay (s) | = Demoras causadas por el semáforo (s) | Calcula el programa |
| Queue Delay (s) | = Demora de cola respecto de otras intersecciones (s) | Calcula el programa |
| Total Delay(s) | = Demora total (s) | Calcula el programa |

Para este módulo es necesario conocer las fases Nema, las cuales son requeridas para el ingreso de datos, en la figura 4.19 se observan los números que se asignan a cada movimiento.

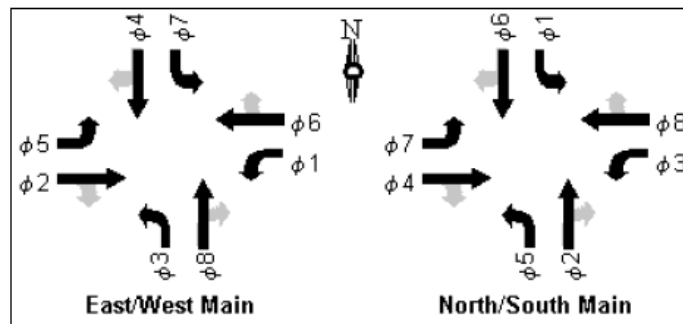


FIGURA 4-19.- FASES NEMA PARA LA CONFIGURACIÓN DE SEMÁFOROS.

4.3.8. SIM TRAFFIC ANIMATION

Simulación de tráfico, este paso que corresponde a la modelación del tráfico para poder observar de forma didáctica el comportamiento del tráfico en una

intersección tanto para el comportamiento actual, como el futuro con optimización del ciclo semafórico o de la duración de las fases, que permitan realizar cambios en cuanto a la optimización de la oferta vial y que además se pueda observar el comportamiento del tráfico con los cambios propuestos, lo cual es justamente la finalidad del programa de simulación Synchro. En la figura 4.20 adjunta, se advierte la simulación del tráfico en una de las intersecciones que serán objeto de este estudio.



FIGURA 4-20.- PANTALLA DE MODELACIÓN DE TRÁFICO. PROGRAMA SYNCHRO (TRAFFICWARE, LTD., 2011). AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ.

Además a través de este software de gran utilidad para la modelación de tráfico se obtienen reportes que permiten entender el comportamiento del tránsito en la zona céntrica de la ciudad de Azogues, dichos reportes serán compilados en modo de tablas en el capítulo 5 de análisis económico y de resultados.

4.4. SINÓPSIS

Dentro del capítulo de modelación del transporte, se analiza la información previamente levantada y procesada en cada una de las intersecciones o puntos de conflicto, las cuales están ubicadas dentro de la zona acordonada del casco urbano de la ciudad de Azogues. Dichos datos han sido ingresados en cada una de las etapas de modelación del programa de simulación de tránsito Synchro, el cual permite conocer de forma gráfica la realidad actual de cada intersección y



optimizar las distintas opciones de operación con el objetivo de mejorar la oferta vial presente.



5. ANALISIS ECONÓMICO

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos a través del programa Synchro, desde el punto de vista económico que representa para un usuario vial el traslado a través de la red de carreteras dentro de la zona acordonada de la ciudad de Azogues. Este análisis se basa en el costo generalizado de viaje que permite diferenciar las alternativas propuestas en los puntos de conflicto en estudio. Con esta evaluación económica se compara el contexto actual del transporte privado versus las alternativas planteadas.

5.1. ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DE CICLOS Y FASES SEMAFÓRICAS

Conforme la información levantada, modelada y simulada en cada una de las intersecciones o puntos de conflicto, se señala a continuación las tablas resumen que contiene la información semafórica respectiva, y las alternativas propuestas, las cuales pueden ser:

- ◆ Optimizar los ciclos semafóricos, lo que implica cambiar los mismos apegados al tránsito real del punto en conflicto.
- ◆ Optimizar las fases, lo que conlleva el ajuste de los tiempos de verde, ámbar y rojo, de tal manera que mejoren la circulación en la intersección
- ◆ Mantener las características actuales, las mismas que implican mantener los semáforos en caso de que hubieren, los estacionamientos tal cual se hallan en la actualidad e implementar medidas de gerencia de tráfico que permitan mejorar la oferta para el transporte privado.

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio, que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de vehicular y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la convivencia y la seguridad vial. (Cal et al., 2007, p. 344)

Según Cal et al. (2007), de acuerdo a las condiciones de operación existen 6 niveles de servicio:

- ◆ Nivel A: Representa una circulación a flujo libre. (0 hasta 10) s/veh



- ◆ Nivel B: Está dentro del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. (>10 hasta 20) s/veh
- ◆ Nivel C: Pertenece al rango de flujo estable, pero se ve afectado de forma significativa por las interacciones con otros usuarios. (>20 hasta 35) s/veh
- ◆ Nivel D: Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento. (>35 hasta 55) s/veh
- ◆ Nivel E: El funcionamiento está cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme y los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos. (>55 hasta 80) s/veh
- ◆ Nivel F: Representa condiciones de flujo forzado. Se forman colas debido a que el número de vehículos excede la capacidad de la vía. (> 80) s/veh

Por otro lado dentro de una intersección semaforizada el nivel de servicio es medido conforme las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible de la incomodidad y de la frustración. El nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos. (Cal et al., 2007, p. 381)

Según Cal et al., 2007 se definen 6 niveles de servicio, cuyas características principales son:

- ◆ Nivel de servicio A: Operación con demoras muy bajas menores de 5 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan en fase verde y no se detienen del todo.
- ◆ Nivel de servicio B: Operación con demoras entre 5.1 y 15.0 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse
- ◆ Nivel de servicio C: Operación con demoras entre 15.1 y 25.0 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse.
- ◆ Nivel de servicio D: Operación con demoras entre 25.1 y 40.0 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias o relaciones de v/c muy altas.
- ◆ Nivel de servicio E: Operación con demoras entre 40.5 y 60.0 segundos por vehículos. Se considera como los límites aceptables de demoras, las mismas que son causados por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c altas.
- ◆ Nivel de servicio F: Operación con demoras superiores a 60.0 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada.



Para la obtención del nivel de servicio en una intersección semaforizada tenemos que:

$$c = s \frac{g}{C}$$

ECUACIÓN 5.1.- CAPACIDAD DE GRUPO DE CARRILES.

Donde:

c= capacidad del grupo de carriles

s= proporción del flujo de saturación en veh/h

g/C= proporción de verde efectivo del grupo de carriles

Conforme se estudió en el capítulo 2, a través de la ecuación 2.2, se puede obtener s (proporción de flujo de saturación), la misma que nos permite obtener la capacidad de grupo, y con ello las demoras que permiten obtener el nivel de servicio. En la ecuación 5.2, se puede observar cómo se halla la demora promedio.

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

ECUACIÓN 5.2.- DEMORA PROMEDIO POR VEHÍCULO EN CADA GRUPO DE CARRIL.

Donde:

PF = factor de ajuste (coordinación efectiva de la demora uniforme). Ecuación 5.3.

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

ECUACIÓN 5.3.- FACTOR DE AJUSTE (COORDINACIÓN EFECTIVA DE LA DEMORA UNIFORME).

Donde:

g/C = proporción de tiempo verde disponible

f_{PA} = factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde.

P = proporción de los vehículos en el ciclo que llegan a la línea de pare. Ecuación 5.4.



$$P = R_p\left(\frac{g}{c}\right)$$

ECUACIÓN 5.4.- PROPORCIÓN DE VEHÍCULOS EN EL CICLO QUE LLEGAN AL PARE.

La demora uniforme asume una llegada uniforme que corresponde a $d1$, la cual es hallada conforme la ecuación 5.5.

$$d1 = \frac{0.5c \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{c}\right]}$$

ECUACIÓN 5.5.- DEMORA UNIFORME $d1$.

La demora incremental $d2$, se usa para estimar la demora debido al incremento de llegadas no uniformes y errores de ciclo temporales.

$$d2 = \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8k1X}{cT}} \right]$$

ECUACIÓN 5.6.- DEMORA INCREMENTAL $d2$.

Donde:

T = duración del período de análisis (0.25h).

k = factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones.

La demora por cola inicial $d3$, está definida en el capítulo 2, y la suma de estas demoras nos da la demora total, la misma que de acuerdo a los parámetros antes definidos, nos arroja el valor de nivel de servicio.

Con los conceptos antes mencionados y de acuerdo a nuestro análisis, se plantean opciones que permitan mejorar tanto los niveles de servicio de la intersección así como los niveles de servicio de la semaforización de la misma.

En cada tabla, las celdas que están sombreadas son los valores o parámetros que muestran mejor desempeño que las otras alternativas.

A continuación, se observa en la tabla 5.1, de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Simón



Bolívar y Serrano se considera que la mejor alternativa es optimizar el ciclo semafórico de 60 segundos a 45 segundos.

| INTERSECCIÓN: SIMÓN BOLIVAR Y SERRANO | | | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Bolívar | C. Serrano | C. Bolívar | C. Serrano | C. Bolívar | C. Serrano |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | 26 | 26 | 24 | 21 | 33 | 27 |
| Ambar(seg) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | 31 | 31 | 18 | 21 | 27 | 30 |
| Total(seg) | 60 | 60 | 45 | 45 | 60 | 60 |
| Relación volumen/capacidad | 0.54 | | 0.52 | | 0.48 | |
| Demora intersección(seg) | 125.6 | | 77.8 | | 95 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | F | | E | | F | |
| Capacidad Intersección | 0.46 | | 0.46 | | 0.46 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | A | |

TABLA 5.1.- Pc1. INTERSECCIÓN SIMÓN BOLÍVAR Y SERRANO

En la tabla 5.2, de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Fray Vicente Solano y Simón Bolívar, se considera que la mejor alternativa es optimizar el ciclo semafórico de 75 segundos a 45 segundos.

| INTERSECCIÓN: FRAY VICENTE SOLANO Y SIMÓN BOLÍVAR | | | | | | |
|---|------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Bolívar | C. Solano | C. Bolívar | C. Solano | C. Bolívar | C. Solano |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | 45 | 30 | 23.5 | 21.5 | 45 | 30 |
| Ambar(seg) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | 27 | 42 | 18.5 | 20.5 | 27 | 42 |
| Total(seg) | 75 | 75 | 45 | 45 | 75 | 75 |
| Relación volumen/capacidad | 0.54 | | 0.5 | | 0.38 | |
| Demora intersección(seg) | 125.6 | | 10.3 | | 10.6 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | F | | B | | B | |
| Capacidad Intersección | 0.47 | | 0.47 | | 0.47 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | A | |

TABLA 5.2.- Pc2. INTERSECCIÓN FRAY VICENTE SOLANO Y SIMÓN BOLÍVAR

En la tabla 5.3, se puede observar de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Serrano y Benigno Malo, se considera que la mejor alternativa es optimizar los tiempos de las fases de 35 a 52 segundos en el verde (calle Serrano), de 26 a 9 segundos en el rojo (calle Serrano), de 21 a 12 segundos en el verde (calle Benigno Malo) y de 40 a 49 segundos en el rojo (calle Benigno Malo).



| INTERSECCIÓN: | SERRANO Y BENIGNO MALO | | | | | |
|---|------------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Serrano | C. Benig Mal | C. Serrano | C. Benig Mal | C. Serrano | C. Benig Mal |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | 35 | 21 | 39.2 | 10.8 | 52 | 12 |
| Ambar(seg) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | 26 | 40 | 7.8 | 36.2 | 9 | 49 |
| Total(seg) | 64 | 64 | 50 | 50 | 64 | 64 |
| Relación volumen/capacidad | 0.75 | | 0.58 | | 0.55 | |
| Demora intersección(seg) | 14.8 | | 5 | | 4.6 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | B | | A | | A | |
| Capacidad Intersección | 0.48 | | 0.48 | | 0.48 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | A | |

TABLA 5.3.-Pc3. INTERSECCIÓN SERRANO Y BENIGNO MALO

Se observa en la tabla 5.4, de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso al ser iguales, para la intersección Rivera y Serrano, se considera que la mejor alternativa es optimizar las fases semafóricas de 25 a 20.5 segundos en el verde (calle Serrano), de 17 a 21.5 segundos en el rojo (calle Serrano), de 20 a 24.5 segundos en el verde (calle Rivera) y de 22 a 17.5 segundos en el rojo (calle Rivera).

| INTERSECCIÓN: | RIVERA Y SERRANO | | | | | |
|---|------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C.Serrano | C. Rivera | C.Serrano | C. Rivera | C.Serrano | C. Rivera |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | 25 | 20 | 20.5 | 24.5 | 20.5 | 24.5 |
| Ambar(seg) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | 17 | 22 | 21.5 | 17.5 | 21.5 | 17.5 |
| Total(seg) | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Relación volumen/capacidad | 0.74 | | 0.58 | | 0.58 | |
| Demora intersección(seg) | 14.8 | | 8.4 | | 8.4 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | B | | A | | A | |
| Capacidad Intersección | 0.47 | | 0.47 | | 0.47 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | A | |

TABLA 5.4.- Pc4. INTERSECCIÓN RIVERA Y SERRANO

A continuación en la tabla 5.5, se observa de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Luis Cordero y Serrano, se considera que la mejor alternativa es optimizar el ciclo semafórico de 64 segundos a 55 segundos.



| INTERSECCIÓN: | LUIS CORDERO Y SERRANO | | | | | | | | |
|---|------------------------|------------|-------------|-----------------|-------------|------------|-----------------|------------|--|
| | ACTUAL | | | OPTIMIZAR CICLO | | | OPTIMIZAR FASES | | |
| | C. Luis Cor | C. Serrano | C. Luis Cor | C. Serrano | C. Luis Cor | C. Serrano | C. Luis Cor | C. Serrano | |
| Ciclo semafórico | | | | | | | | | |
| Verde(seg) | 39 | 25 | 22 | 33 | 33.6 | 40.4 | | | |
| Ambar(seg) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | |
| Rojo(seg) | 22 | 36 | 30 | 19 | 27.4 | 20.6 | | | |
| Total(seg) | 64 | 64 | 55 | 55 | 64 | 64 | | | |
| Relación volumen/capacidad | 1.03 | | 0.67 | | 0.64 | | | | |
| Demora intersección(seg) | 66.9 | | 13.6 | | 15.1 | | | | |
| Nivel servicio inter.por demoras | E | | B | | B | | | | |
| Capacidad Intersección | 0.58 | | 0.58 | | 0.58 | | | | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | B | | B | | B | | | | |

TABLA 5.5.- Pc5. INTERSECCIÓN LUIS CORDERO Y SERRANO

Se observa en la tabla 5.6, de acuerdo a la alternativa planteada, mejoras en diferentes ítems, una vez que se implanten semáforos que por el momento no existen, en este caso para la intersección Simón Bolívar y Azuay , se considera que la mejor alternativa es mantener la intersección sin semáforos, debido a que aunque existe una mejora en la relación volumen /capacidad, así como en demoras y nivel de servicio, la intersección se halla en buenas condiciones , por lo que no sería conveniente causar demoras en las intersecciones colindantes, sin embargo como medidas de gerencia se debe impedir el estacionamiento a lo largo de la calle Azuay desde el tramo comprendido entre las calles Ayacucho y Matovelle dándole a uno de los carriles exclusividad de giro lo que permitiría fluir mejor el tráfico.

| INTERSECCIÓN: | SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY | | | | | |
|---|-----------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Bolívar | C.Azuay | C. Bolívar | C.Azuay | C. Bolívar | C.Azuay |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | SIN SEMÁFOROS | | 22 | 23 | 22 | 23 |
| Ambar(seg) | | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | | | 20 | 19 | 20 | 19 |
| Total(seg) | | | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Relación volumen/capacidad | 0.78 | | 0.62 | | 0.62 | |
| Demora intersección(seg) | 18.8 | | 14.9 | | 14.9 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | C | | B | | B | |
| Capacidad Intersección | 0.54 | | 0.54 | | 0.54 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | A | |

TABLA 5.6.- Pc6.- INTERSECCIÓN SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY

En la tabla 5.7, se observa de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero, se considera que la mejor alternativa es optimizar el ciclo semafórico de 69 segundos a 45 segundos.



| INTERSECCIÓN: | SIMÓN BOLÍVAR Y JUAN BAUTISTA CORDERO | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Bolívar | Av.JBCord | C. Bolívar | Av.JBCord | C. Bolívar | Av.JBCord |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | 34 | 35 | 23 | 22 | 37 | 32 |
| Ambar(seg) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | 32 | 31 | 19 | 20 | 29 | 34 |
| Total(seg) | 69 | 69 | 45 | 45 | 69 | 69 |
| Relación volumen/capacidad | 0.69 | | 0.7 | | 0.68 | |
| Demora intersección(seg) | 15.9 | | 12.4 | | 16.1 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | B | | B | | B | |
| Capacidad Intersección | 0.67 | | 0.67 | | 0.67 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | C | | C | | C | |

TABLA 5.7.- Pc7. SIMÓN BOLÍVAR Y JUAN BAUTISTA CORDERO

En la tabla 5.8, se plantea la colocación de un semáforo, que como se muestra mejora el nivel de servicio, pero se debe tomar en consideración que el tramo de vía anterior y comprendido entre las calles Simón Bolívar y Matovelle es corta de una longitud de 42 m, lo que provocaría congestión en este tramo, se adopta como medida de optimización la prohibición de estacionar en la calle Azuay en el tramo comprendido entre las calles Simón Bolívar y Benigno Malo y continuar con las condiciones actuales es decir sin semáforo.

| INTERSECCIÓN: | MATOVELLE Y AZUAY | | | | | |
|---|-------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Matov | C. Azuay | C. Matov | C. Azuay | C. Matov | C. Azuay |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | SIN SEMÁFOROS | | 20 | 35 | 20 | 35 |
| Ambar(seg) | | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | | | 32 | 17 | 32 | 17 |
| Total(seg) | | | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Relación volumen/capacidad | 0.79 | | 0.65 | | 0.65 | |
| Demora intersección(seg) | 16 | | 13.11 | | 13.11 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | C | | B | | B | |
| Capacidad Intersección | 0.62 | | 0.52 | | 0.52 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | B | | A | | A | |

TABLA 5.8.- Pc8. MATOVELLE Y AZUAY

En la tabla 5.9, no se plantean alternativas debido a que la intersección trabaja bien de acuerdo a las características actuales, ya que como podemos observar con la colocación de semáforo el nivel de servicio de A disminuye a B, en este caso para la intersección Ayacucho y Juan B. Cordero, se considera que la mejor alternativa es la existente.



| INTERSECCIÓN: AYACUCHO Y JUAN B. CORDERO | | | | | | | | |
|---|---------------|-----------|-----------------|-----------|--|-----------|--|--|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | | | |
| | C. Ayacuch | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord | | |
| Ciclo semafórico | | | | | | | | |
| Verde(seg) | SIN SEMÁFOROS | | 20 | 20 | NO SE PROPONEN CAMBIOS EN VIRTUD DE QUE LA INTERSECCIÓN TRABAJA BIEN SIN SEMAFOROS | | | |
| Ambar(seg) | | | 3 | 3 | | | | |
| Rojo(seg) | | | 17 | 17 | | | | |
| Total(seg) | | | 40 | 40 | | | | |
| Relación volumen/capacidad | 0.65 | | 0.6 | | | | | |
| Demora intersección(seg) | 5.6 | | 10.4 | | | | | |
| Nivel servicio inter.por demoras | A | | B | | | | | |
| Capacidad Intersección | 0.45 | | 0.45 | | | | | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | | | | |

TABLA 5.9.- Pc9. INTERSECCIÓN AYACUCHO Y JUAN B. CORDERO

Se observa en la tabla 5.10, de acuerdo a las dos alternativas planteadas, mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Azuay y Benigno Malo, se considera que la mejor alternativa es la colocación de semáforos con optimización de ciclo, de 55 segundos.

| INTERSECCIÓN: AZUAY Y BENIGNO MALO | | | | | | |
|---|---------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | C. Ayacuch | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | SIN SEMÁFOROS | | 35 | 20 | 20 | 20 |
| Ambar(seg) | | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Rojo(seg) | | | 17 | 32 | 17 | 17 |
| Total(seg) | | | 55 | 55 | 40 | 40 |
| Relación volumen/capacidad | 0.92 | | 0.65 | | 0.9 | |
| Demora intersección(seg) | 31.7 | | 13.1 | | 19.3 | |
| Nivel servicio inter.por demoras | D | | B | | B | |
| Capacidad Intersección | 0.51 | | 0.52 | | 0.52 | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | A | | A | | A | |

TABLA 5.10.- Pc10. INTERSECCIÓN AZUAY Y BENIGNO MALO

En la tabla 5.11, se observa una alternativa planteada, luego de lo cual se hallan mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección Avenida 24 de Mayo y Azuay, se considera que la mejor alternativa es mantener la rotonda sin semáforo.



| INTERSECCIÓN: AVENIDA 24 DE MAYO Y AZUAY | | | | | | |
|---|---------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|--|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | Av.24 Mayo | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord |
| Ciclo semafórico | SIN SEMÁFOROS | | | | | SE PLANTEA REDUCIR EL FLUJO VEHICULAR CON LA SALIDA DEL TERMINAL |
| Verde(seg) | | | 20 | 20 | | |
| Ambar(seg) | | | 3 | 3 | | |
| Rojo(seg) | | | 17 | 17 | | |
| Total(seg) | | | 40 | 40 | | |
| Relación volumen/capacidad | 0.34 | 0.6 | | | | |
| Demora intersección(seg) | 8 | 11.6 | | | | |
| Nivel servicio inter.por demoras | | B | | | | |
| Capacidad Intersección | 0.78 | 0.78 | | | | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | D | D | | | | |

TABLA 5.11.- Pc 11. INTERSECCIÓN AVENIDA 24 DE MAYO Y AZUAY

En la tabla 5.12, se observa una alternativa planteada, luego de lo cual se hallan mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección avenida Miguel Vintimilla y Luis M. González, se considera que la mejor alternativa es mantener la intersección sin semáforo y tanto en la avenida Vintimilla y la calle Luis M. González despejar los dos carriles y prohibir el estacionamiento de tal manera que fluya el tráfico producido.

| INTERSECCIÓN: AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA Y LUIS M GONZALEZ | | | | | | |
|---|---------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|--|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | Av.24 Mayo | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord | C. Ayacuch | Av.JBCord |
| Ciclo semafórico | SIN SEMÁFOROS | | | | | SE PROPONEN DOS CARRILES EN LA AV.MIGUEL VINT Y LUIS M GONZ. Y NO PERMITIR ESTACIONAMIENTO |
| Verde(seg) | | | 20 | 20 | | |
| Ambar(seg) | | | 3 | 3 | | |
| Rojo(seg) | | | 17 | 17 | | |
| Total(seg) | | | 40 | 40 | | |
| Relación volumen/capacidad | | 1.28 | | | | |
| Demora intersección(seg) | 80 | 83.6 | | | | |
| Nivel servicio inter.por demoras | | F | | | | |
| Capacidad Intersección | 0.76 | 0.76 | | | | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | D | D | | | | |

TABLA 5.12.- Pc 12. INTERSECCIÓN AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA Y LUIS GONZÁLEZ

En la tabla 5.13, se observa una alternativa planteada, luego de lo cual se hallan mejoras en diferentes ítems, en este caso para la intersección avenida 16 de Abril y Luis M. González, se considera que la mejor alternativa optimizar el ciclo y además prohibir el estacionamiento en la calle Luis M. González, de tal manera que fluya el tráfico producido.



| INTERSECCIÓN: | AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M GONZALEZ | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|---|------------------|
| | ACTUAL | | OPTIMIZAR CICLO | | OPTIMIZAR FASES | |
| | Av. 16 Abril | Luis M.(giroizq) | Av. 16 Abril | Luis M.(giroizq) | Av. 16 Abril | Luis M.(giroizq) |
| Ciclo semafórico | | | | | | |
| Verde(seg) | 21 | 44(23) | 21 | 39(10.6) | SE PROPONEN DOS CARRILES EN LA CALLE LUIS M GONZ. Y NO PERMITIR ESTACIONAMIENTO | |
| Ambar(seg) | 3 | 3(34) | 3 | 3(3) | | |
| Rojo(seg) | 43 | 20(8) | 46 | 18(46.4) | | |
| Total(seg) | 67 | 67 | 60 | 60 | | |
| Relación volumen/capacidad | 1.67 | | 1.53 | | | |
| Demora intersección(seg) | 139.6 | | 115.6 | | | |
| Nivel servicio inter.por demoras | F | | F | | | |
| Capacidad Intersección | 0.62 | | 0.62 | | | |
| Nivel Servicio inter.por uso de capacidad vía | B | | B | | | |

TABLA 5.13.- Pc 13. INTERSECCIÓN AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ

5.2. ALTERNATIVAS ADOPTADAS EN LOS PUNTOS DE CONFLICTO

Como se analizó anteriormente, se optaron por tres alternativas con la finalidad de optimizar la oferta para el transporte privado, en la tabla 5.14, se advierten las opciones acogidas para cada punto de conflicto estudiado.

TABLA 5.14.- ALTERNATIVAS ADOPTADAS EN LOS PUNTOS DE CONFLICTO

| PUNTO CONFLICTO | INTERSECCIÓN: | VERDE | AMBAR | ROJO | CICLO | SIN SEMÁFORO |
|-----------------|---------------------------|-------|-------|------|-------|---------------|
| 1 | SIMÓN BOLIVAR | 24 | 3 | 18 | 45 | |
| | SERRANO | 21 | 3 | 21 | 45 | |
| 2 | FRAY VICENTE SOLANO | 21.5 | 3 | 20.5 | 45 | |
| | SIMÓN BOLÍVAR | 23.5 | 3 | 18.5 | 45 | |
| 3 | SERRANO | 52 | 3 | 9 | 64 | |
| | BENIGNO MALO | 12 | 3 | 49 | 64 | |
| 4 | RIVERA | 24.5 | 3 | 17.5 | 45 | |
| | SERRANO | 20.5 | 3 | 21.5 | 45 | |
| 5 | LUIS CORDERO | 22 | 3 | 30 | 55 | |
| | SERRANO | 33 | 3 | 19 | 55 | |
| 6 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| | AZUAY | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| 7 | SIMÓN BOLÍVAR | 23 | 3 | 19 | 45 | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | 22 | 3 | 20 | 45 | |
| 8 | MATOVILLE | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| | AZUAY | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| 9 | AYACUCHO | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| 10 | AZUAY | 35 | 3 | 17 | 55 | |
| | BENIGNO MALO | 20 | 3 | 32 | 55 | |
| 11 | AVENIDA 24 DE MAYO | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| | AZUAY | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| 12 | AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | | | | | SIN SEMÁFOROS |
| 13 | AVENIDA 16 DE ABRIL | 21 | 3 | 36 | 60 | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | 39 | 3 | 18 | 60 | |

En las siguientes gráficas se observan los puntos de conflicto en la hora pico y conforme la optimización escogida de las alternativas planteadas, con el objetivo

de visualizar el tráfico en cada intersección y confirmar que no se produzcan atascos en el tránsito vehicular.



FIGURA 5-1.- Pc1. INTERSECCIÓN CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y SERRANO.

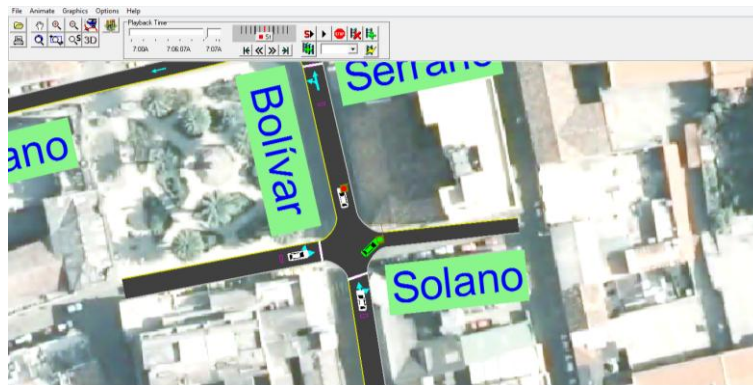


FIGURA 5-2.- Pc2. INTERSECCIÓN CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y SOLANO.



FIGURA 5-3.- Pc3. INTERSECCIÓN CALLES SERRANO Y BENIGNO MALO.



FIGURA 5-4.- Pc4. INTERSECCIÓN CALLES RIVERA Y SERRANO.

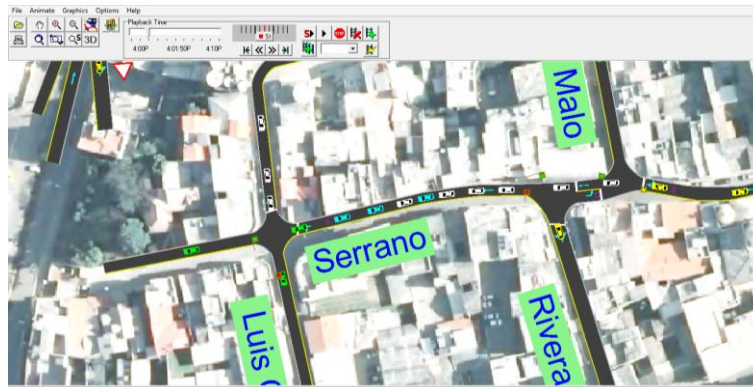


FIGURA 5-5.- Pc5. INTERSECCIÓN CALLES LUIS CORDERO Y SERRANO.

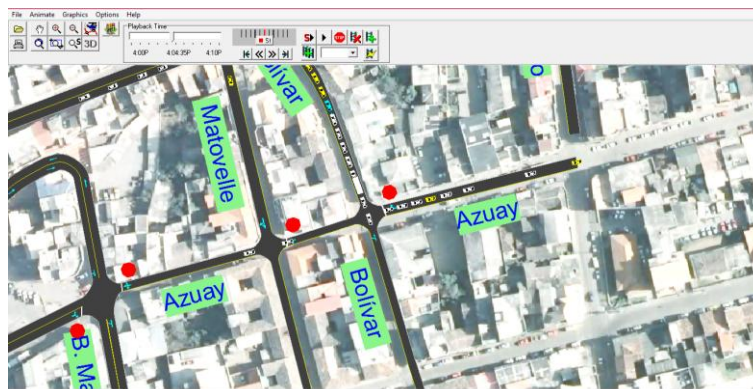


FIGURA 5-6.- Pc6. INTERSECCIÓN CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY.

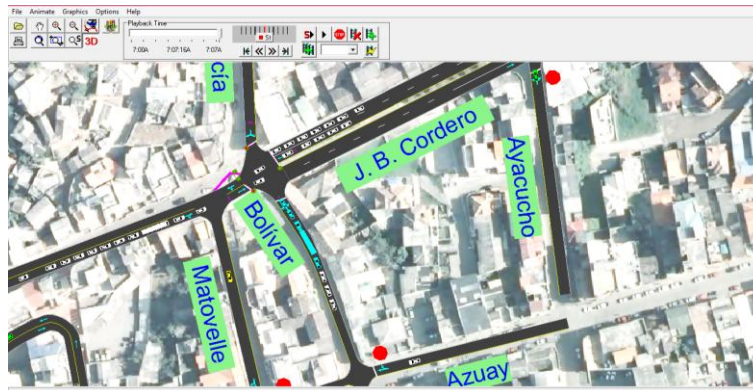


FIGURA 5-7.- PC7. INTERSECCIÓN CALLES SIMÓN BOLÍVAR Y JUAN BAUTISTA CORDERO.

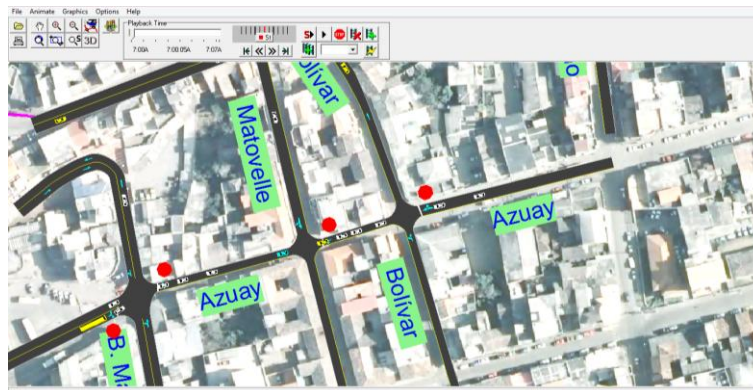


FIGURA 5-8.- PC8. INTERSECCIÓN CALLES MATOVELLE Y AZUAY.

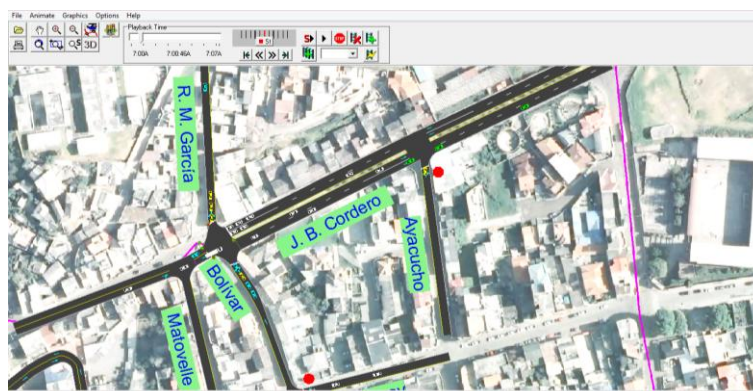


FIGURA 5-9.- PC9. INTERSECCIÓN CALLES AYACUCHO Y AVENIDA JUAN B. CORDERO.

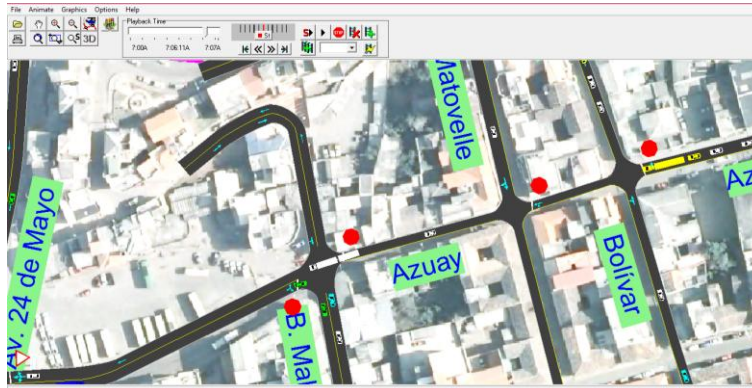


FIGURA 5-10.- PC10. INTERSECCIÓN CALLES AZUAY Y BENIGNO MALO.

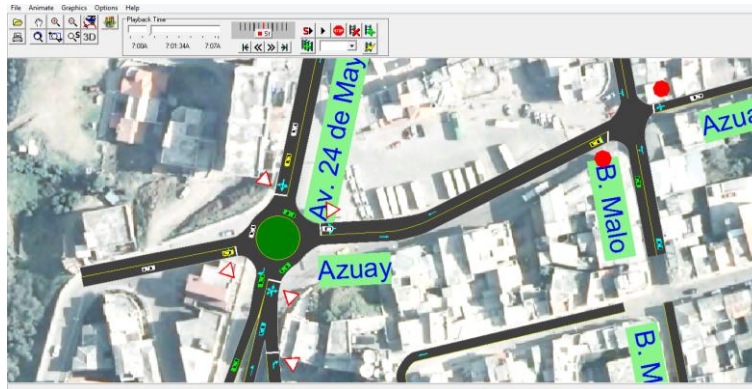


FIGURA 5-11.- PC11. INTERSECCIÓN CALLES AVENIDA 24 DE MAYO Y AZUAY.

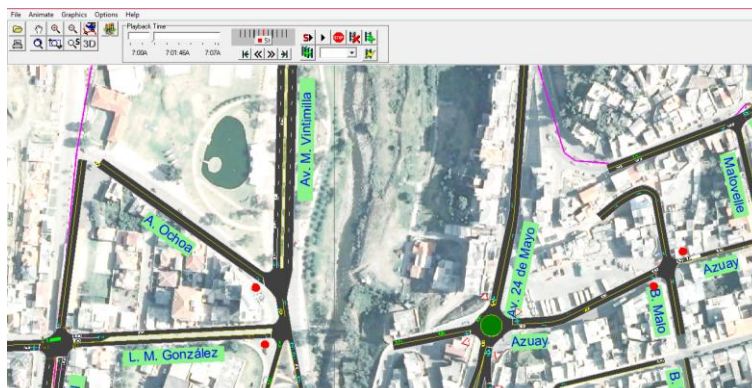


FIGURA 5-12.- PC12. INTERSECCIÓN CALLES AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA Y LUIS M. GONZÁLEZ.

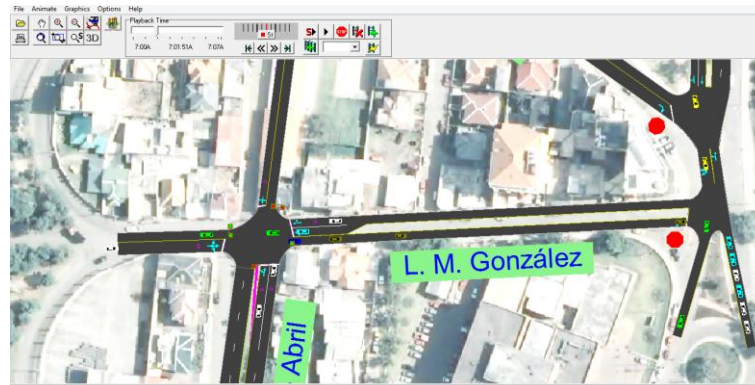


FIGURA 5-13.- PC13. INTERSECCIÓN CALLES LUIS M. GONZÁLEZ Y AVENIDA 16 DE ABRIL.

5.3. COSTOS DE TRANSPORTE.

La evaluación de los costos de transporte se calculará a través del costo generalizado de viaje o CGV, que es el costo que implica para el usuario el trasladarse desde un origen hacia un destino y que permite computar de forma simple el valor económico aproximado, en los puntos de conflicto estudiados. En la ecuación 5.7 se indican los parámetros necesarios para dicha evaluación.

$$CGV = \left(\frac{\text{salario básico unificado}}{\text{segundos laborables en un mes}} \right) * demora * V_{\text{máx}}$$

ECUACIÓN 5.7.- COSTO GENERALIZADO DE VIAJE.

Donde:

CGV = costo generalizado de viaje en una hora de análisis.

demora = cantidad de tiempo (s) perdidos en la hora de máxima demanda, por vehículo que ingresa a la intersección.

$V_{\text{máx}}$ = volumen vehicular en la hora de máxima demanda.

Analizando la forma antes expuesta en la ecuación 5.7, tenemos que:

Conforme lo dispuesto por el Ministerio del trabajo en el Ecuador rige el salario básico de 375 usd para el año 2017, el mismo que será necesario para el cálculo del costo generalizado de viaje. Además para el cálculo de los segundos



laborados en un mes, se tiene que el total de días laborados en el período de un mes es de 30 días y de acuerdo a la carga laboral de un trabajador que es de 8 horas, se obtiene como resultado 864000 segundos.

En las tablas 5.15 a 5.27 se observan las demoras, las cuales se encuentran en segundos por cada vehículo que cruza la intersección, y en un período de análisis de una hora, el $V_{m\acute{a}x}$ (volumen vehicular en la hora de máxima demanda) en cada una de las intersecciones tomando en consideración las alternativas propuestas, con el objetivo de comparar las posibles mejoras y el impacto económico que estos cambios producen, lo que nos da como resultado el período generalizado de viaje, el que nos permite de manera sencilla aproximar el beneficio económico que produce la optimización de ciclos y fases semafóricas.

Como se puede observar en la tabla 5.15 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Simón Bolívar y Serrano es la de optimizar el ciclo semafórico, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.15.- Pc1.INTERSECCIÓN SIMÓN BOLÍVAR Y SERRANO

| INTERSECCIÓN: | SIMON BOLIVAR Y SERRANO | | |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 125.6 | 77.8 | 95 |
| $V_{m\acute{a}x}$ -volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 639 | 639 | 639 |
| CGV -costo generalizado de viaje(usd.veh) | 34.83 | 21.58 | 26.35 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 21.58 | USD.veh | |

Como se puede observar en la tabla 5.16 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Fray Vicente Solano y Simón Bolívar es la de optimizar el ciclo semafórico, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.



TABLA 5.16.- Pc2.INTERSECCIÓN FRAY VICENTE SOLANO Y SIMÓN BOLÍVAR

| INTERSECCIÓN: FRAY VICENTE SOLANO Y SIMÓN BOLÍVAR | | | |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 125.6 | 10.3 | 10.6 |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 639 | 639 | 639 |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 34.83 | 2.86 | 2.94 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 2.86 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.17 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Serrano y Benigno Malo es la de optimizar el las fases semafóricas, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.17.- Pc3.INTERSECCIÓN SERRANO Y BENIGNO MALO

| INTERSECCIÓN: SERRANO Y BENIGNO MALO | | | |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 14.8 | 5 | 4.6 |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 930 | 930 | 930 |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 5.97 | 2.02 | 1.86 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 1.86 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.18 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Rivera y Serrano podría ser cualquier alternativa, pero desde el punto de vista técnico la mejor opción es mejorar las fases semafóricas, por lo cual ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.18.- Pc4.INTERSECCIÓN RIVERA Y SERRANO

| INTERSECCIÓN: RIVERA Y SERRANO | | | |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 14.8 | 8.4 | 8.4 |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 790 | 790 | 790 |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 5.07 | 2.88 | 2.88 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 2.88 USD.veh | | |



Como se puede observar en la tabla 5.19 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Luis Cordero y Serrano es la de optimizar el ciclo semafórico, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.19.- Pc5.INTERSECCIÓN LUIS CORDERO Y SERRANO

| INTERSECCIÓN: | LUIS CORDERO Y SERRANO | | |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 66.9 | 13.6 | 15.1 |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 724 | 724 | 724 |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 21.02 | 4.27 | 4.74 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 4.27 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.20 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Simón Bolívar y Azuay podría ser cualquiera, pero desde el punto de vista técnico la mejor opción es mantener la intersección sin semáforos, por lo cual ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto, debido a que una mejora en este punto incurre en demoras en las intersecciones circundantes.

TABLA 5.20.- Pc6.INTERSECCIÓN SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY

| INTERSECCIÓN: | SIMÓN BOLÍVAR Y AZUAY | | |
|--|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 18.8 | 14.9 | 14.9 |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 672 | 672 | 672 |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 5.48 | 4.35 | 4.35 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 4.35 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.21 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero es la de optimizar el ciclo semafórico, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.



TABLA 5.21.- Pc7.INTERSECCIÓN SIMÓN BOLÍVAR Y JUAN BAUTISTA CORDERO

| INTERSECCIÓN: | SIMÓN BOLÍVAR Y JUAN BAUTISTA CORDERO | | |
|---|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 15.9 | 12.4 | 16.1 |
| V _{máx} -volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 682 | 682 | 682 |
| CGV -costo generalizado de viaje(usd.veh) | 4.71 | 3.67 | 4.77 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 3.67 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.22 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Matovelle y Azuay es la de mantener las condiciones actuales que no incluyen semáforo, debido a que desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.22.- Pc8.INTERSECCIÓN MATOVELLE Y AZUAY

| INTERSECCIÓN: | MATOVELLE Y AZUAY | | |
|---|---------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 16 | 13.11 | 13.11 |
| V _{máx} -volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 790 | 790 | 790 |
| CGV -costo generalizado de viaje(usd.veh) | 5.49 | 4.50 | 4.50 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 4.50 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.23 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Ayacucho y Juan B. Cordero es la de mantener las condiciones actuales que no incluyen semáforo, debido a que desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto debido a que su nivel de servicio se encuentra en A.

TABLA 5.23.- Pc9.INTERSECCIÓN AYACUCHO Y JUAN B. CORDERO

| INTERSECCIÓN: | AYACUCHO Y JUAN B. CORDERO | | |
|---|----------------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 5.6 | 10.4 | sin/sem |
| V _{máx} -volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 1258 | 1258 | |
| CGV -costo generalizado de viaje(usd.veh) | 3.06 | 5.68 | |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 3.06 USD.veh | | |



Como se puede observar en la tabla 5.24 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección Azuay y Benigno Malo es la de optimizar el ciclo semafórico, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.24.- PC10.INTERSECCIÓN AZUAY Y BENIGNO MALO

| INTERSECCIÓN: | AZUAY Y BENIGNO MALO | | |
|--|----------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 31.7 | 13.1 | 19.3 |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 737 | 737 | 737 |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 10.14 | 4.19 | 6.17 |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 4.19 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.25 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección avenida 24 de Mayo y Azuay es la de mantener las condiciones actuales que implican una rotonda, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.25.- PC11.INTERSECCIÓN AVENIDA 24 DE MAYO Y AZUAY

| INTERSECCIÓN: | AVENIDA 24 DE MAYO Y AZUAY | | |
|--|----------------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 8 | 11.6 | sin/sem |
| Vmáx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 503 | 503 | |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 1.75 | 2.53 | |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 1.75 USD.veh | | |

Como se puede observar en la tabla 5.26 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección avenida Miguel Vintimilla y Luis M. González es la de mantener las condiciones actuales, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.



TABLA 5.26.- PC12.INTERSECCIÓN AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA Y LUIS GONZÁLEZ

| INTERSECCIÓN: | AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA Y LUIS M GONZALEZ | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 80 | 83.6 | sin/sem |
| V máx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 1599 | 1599 | |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 55.52 | 58.02 | |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 55.52 | USD.veh | |

Como se puede observar en la tabla 5.27 la alternativa más óptima en cuanto a costos económicos para la intersección avenida 16 de Abril y Luis M. González es la de mantener las condiciones actuales, por lo cual y al coincidir con la alternativa escogida desde el punto de vista técnico, ésta será la opción a considerar en este punto de conflicto.

TABLA 5.27.- PC13. INTERSECCIÓN AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M. GONZÁLEZ

| INTERSECCIÓN: | AVENIDA 16 DE ABRIL Y LUIS M GONZALEZ | | |
|---|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | ACTUAL | OPTIMIZAR CICLO | OPTIMIZAR FASES |
| Salario básico(usd) | 375 | | |
| Segundos trabajados al mes(seg) | 864000 | | |
| Demoras(seg) | 139.6 | 115.6 | sin/sem |
| V máx-volumen vehicular en la hora de máxima demanda(veh) | 1598 | 1598 | |
| CGV-costo generalizado de viaje(usd.veh) | 96.82 | 80.18 | |
| CGV MIN- costo generalizado de viaje mínimo(usd.veh) | 80.18 | USD.veh | |

De manera sintetizada se muestra, en la tabla 5.28 un cuadro resumen de los costos generalizados de viaje en cada una de las intersecciones estudiadas y el beneficio que representa la alternativa planteada en cada una de ellas, en el lapso de una hora, que es considerada como la hora pico o de mayor afluencia de tráfico.



TABLA 5.28.- COSTOS DE TRANSPORTE Y BENEFICIO EN PUNTOS DE CONFLICTO (HORA PICO)

| COSTOS DE TRANSPORTE CON LA OPTIMIZACIÓN AÑO 0 | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------|---------------------|-------------|----------------|
| Punto conflicto | Intersección | SIT/ACTUAL(usd) | SIT/OPTIMIZADA(usd) | V. máx(veh) | Beneficio(usd) |
| 1 | SIMÓN BOLIVAR | | | | |
| | SERRANO | \$ 34.83 | \$ 21.58 | 639 | \$ 13.25 |
| 2 | FRAY VICENTE SOLANO | | | | |
| | SIMÓN BOLÍVAR | \$ 34.83 | \$ 2.86 | 639 | \$ 31.97 |
| 3 | SERRANO | | | | |
| | BENIGNO MALO | \$ 5.97 | \$ 1.86 | 930 | \$ 4.11 |
| 4 | RIVERA | | | | |
| | SERRANO | \$ 5.07 | \$ 2.88 | 790 | \$ 2.19 |
| 5 | LUIS CORDERO | | | | |
| | SERRANO | \$ 21.02 | \$ 4.27 | 724 | \$ 16.75 |
| 6 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | |
| | AZUAY | \$ 5.48 | \$ 4.35 | 672 | \$ 1.13 |
| 7 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | \$ 4.71 | \$ 3.67 | 682 | \$ 1.04 |
| 8 | MATOVILLE | | | | |
| | AZUAY | \$ 5.49 | \$ 4.50 | 790 | \$ 0.99 |
| 9 | AYACUCHO | | | | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | \$ 3.06 | \$ 3.06 | 1258 | \$ 0.00 |
| 10 | AZUAY | | | | |
| | BENIGNO MALO | \$ 10.14 | \$ 4.19 | 737 | \$ 5.95 |
| 11 | AVENIDA 24 DE MAYO | | | | |
| | AZUAY | \$ 1.75 | \$ 1.75 | 503 | \$ 0.00 |
| 12 | AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA | | | | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | \$ 55.52 | \$ 55.52 | 1599 | \$ 0.00 |
| 13 | AVENIDA 16 DE ABRIL | | | | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | \$ 96.82 | \$ 80.18 | 1598 | \$ 16.64 |

Como parte de la investigación de este estudio, se proyecta el tránsito a 5 años para comparar a mediano plazo el beneficio económico que producen las alternativas propuestas, pero se podría analizar para 10,15 o 20 años según se requiera. Para efectos del proyecto se toman parámetros de datos representativos de acuerdo al crecimiento demográfico de la ciudad de Azogues, y la composición de la población, la misma que se muestra en la figura 5.14.

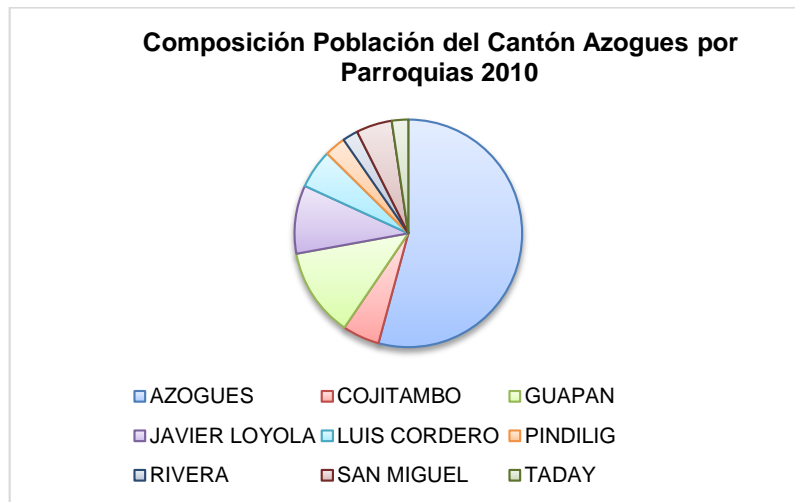


FIGURA 5-14.- COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN AZOGUES POR PARROQUIAS.

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), censo 2010

El cantón Azogues, está formado por 9 parroquias, las cuales se muestran en la tabla 5.29.

TABLA 5.29.-POBLACIÓN POR PARROQUIAS DEL CANTÓN AZOGUES, CENSO 2010

| Población Censo 2010 | | | |
|----------------------|---------------|-------|------------|
| Código | Parroquia | 2010 | Porcentaje |
| 030150 | AZOGUES | 37995 | 54.23% |
| 030151 | COJITAMBO | 3689 | 5.27% |
| 030153 | GUAPAN | 8853 | 12.64% |
| 030154 | JAVIER LOYOLA | 6807 | 9.72% |
| 030155 | LUIS CORDERO | 3871 | 5.52% |
| 030156 | PINDILIG | 2103 | 3.00% |
| 030157 | RIVERA | 1542 | 2.20% |
| 030158 | SAN MIGUEL | 3567 | 5.09% |
| 030160 | TADAY | 1637 | 2.34% |
| 030100 | Total | 70064 | 100.00% |

Fuente: INEC (2010)

De acuerdo al INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), la población del cantón Azogues hasta el año 2020, se proyecta como se indica en la tabla 5.30.



TABLA 5.30.- PROYECCIÓN INEC DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN AZOGUES HASTA EL AÑO 2020

| Proyeccion INEC de la Población 2010-2020 | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Código | Cantón | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 301 | AZOGUES | 70,064 | 74,698 | 76,003 | 77,310 | 78,615 | 79,917 | 81,212 | 82,497 | 83,770 | 85,030 | 86,276 |

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), censo 2010

A continuación en la tabla 5.31, se observa la proyección de acuerdo al INEC (2010), por parroquias en el cantón Azogues y la tasa de crecimiento respectiva.

TABLA 5.31.- PROYECCIÓN INEC POR PARROQUIAS DEL CANTÓN AZOGUES 2010-2020

| Proyeccion INEC de la Población 2010-2020 | | | | | | | | | | | | Tasa de Crecimiento 2010-2020 | |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|-------|
| Código | Parroquia | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | | 2020 |
| 030150 | AZOGUES | 37,995 | 40,508 | 41,216 | 41,924 | 42,632 | 43,338 | 44,040 | 44,737 | 45,428 | 46,111 | 46,787 | 2.10% |
| 030151 | COJITAMBO | 3,689 | 3,933 | 4,002 | 4,071 | 4,139 | 4,208 | 4,276 | 4,344 | 4,411 | 4,477 | 4,543 | |
| 030153 | GUAPAN | 8,853 | 9,439 | 9,603 | 9,769 | 9,933 | 10,098 | 10,262 | 10,424 | 10,585 | 10,744 | 10,901 | |
| 030154 | JAVIER LOYOLA | 6,807 | 7,257 | 7,384 | 7,511 | 7,638 | 7,764 | 7,890 | 8,015 | 8,139 | 8,261 | 8,382 | |
| 030155 | LUIS CORDERO | 3,871 | 4,127 | 4,199 | 4,271 | 4,343 | 4,415 | 4,487 | 4,558 | 4,628 | 4,698 | 4,767 | |
| 030156 | PINDILIG | 2,103 | 2,242 | 2,281 | 2,320 | 2,360 | 2,399 | 2,438 | 2,476 | 2,514 | 2,552 | 2,590 | |
| 030157 | RIVERA | 1,542 | 1,644 | 1,673 | 1,701 | 1,730 | 1,759 | 1,787 | 1,816 | 1,844 | 1,871 | 1,899 | |
| 030158 | SAN MIGUEL | 3,567 | 3,803 | 3,869 | 3,936 | 4,002 | 4,069 | 4,135 | 4,200 | 4,265 | 4,329 | 4,392 | |
| 030160 | TADAY | 1,637 | 1,745 | 1,776 | 1,806 | 1,837 | 1,867 | 1,897 | 1,927 | 1,957 | 1,987 | 2,016 | |
| 030100 | Total | 70,064 | 74,698 | 76,003 | 77,309 | 78,614 | 79,917 | 81,212 | 82,497 | 83,771 | 85,030 | 86,277 | |

Fuente: INEC (2010)

De acuerdo a lo antes mencionado la proyección de la población es de 5 años, lo que implica el uso de la fórmula de proyección lineal, como se señala en la ecuación 5.8.

$$N_f = N_i(1 + rt)$$

ECUACIÓN 5.8.- PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Donde:

N_f = Población al final del período

N_i = Población al inicio del período

r = tasa de crecimiento

t = tiempo en años entre N_i y N_f.

De lo que se obtiene que N_f para el año 2022 sea de 47771 personas. Para el presente estudio se toma como base la población del año 2017 que es de 44737 personas y con estos datos se obtiene el número de vehículos en la hora pico



del año 2022 en cada intersección con los cual obtenemos los resultados mostrados en la tabla 5.32.

TABLA 5.32.-COSTOS DE TRANSPORTE Y BENEFICIO EN PUNTOS DE CONFLICTO (PROYECTADO A 5 AÑOS)

| COSTOS DE TRANSPORTE CON LA OPTIMIZACIÓN AÑO 5 | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------|---------------------|-------------|----------------|
| Punto conflicto | Intersección | SIT/ACTUAL(usd) | SIT/OPTIMIZADA(usd) | V. máx(veh) | Beneficio(usd) |
| 1 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | |
| | SERRANO | \$ 37.79 | \$ 23.41 | 693 | \$ 14.38 |
| 2 | FRAY VICENTE SOLANO | | | | |
| | SIMÓN BOLÍVAR | \$ 40.98 | \$ 3.36 | 752 | \$ 37.62 |
| 3 | SERRANO | | | | |
| | BENIGNO MALO | \$ 6.48 | \$ 2.01 | 1009 | \$ 4.47 |
| 4 | RIVERA | | | | |
| | SERRANO | \$ 5.50 | \$ 3.12 | 857 | \$ 2.38 |
| 5 | LUIS CORDERO | | | | |
| | SERRANO | \$ 22.80 | \$ 4.64 | 785 | \$ 18.16 |
| 6 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | |
| | AZUAY | \$ 5.95 | \$ 4.71 | 729 | \$ 1.24 |
| 7 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | \$ 5.11 | \$ 3.98 | 740 | \$ 1.13 |
| 8 | MATOVILLE | | | | |
| | AZUAY | \$ 5.95 | \$ 4.88 | 857 | \$ 1.07 |
| 9 | AYACUCHO | | | | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | \$ 3.32 | \$ 3.32 | 1365 | \$ 0.00 |
| 10 | AZUAY | | | | |
| | BENIGNO MALO | \$ 11.00 | \$ 4.55 | 799 | \$ 6.45 |
| 11 | AVENIDA 24 DE MAYO | | | | |
| | AZUAY | \$ 1.89 | \$ 1.89 | 546 | \$ 0.00 |
| 12 | AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA | | | | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | \$ 60.22 | \$ 60.22 | 1734 | \$ 0.00 |
| 13 | AVENIDA 16 DE ABRIL | | | | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | \$ 105.03 | \$ 86.97 | 1733 | \$ 18.06 |

De acuerdo al tránsito proyectado, se muestra en la tabla 5.33, los beneficios económicos en un plazo de 5 años una vez que se efectivicen las alternativas planteadas, y el ahorro que le resulta al usuario del transporte privado.



TABLA 5.33.- AHORRO DE LOS COSTOS DE VIAJE EN 5 AÑOS

| AHORRO DE COSTOS DE TRANSPORTE EN 5 AÑOS | | | | | | |
|--|---------------------------|---|---|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Punto conflicto | Intersección | Ahorro del Costo de viaje usd.veh(2016) | Ahorro del Costo de viaje usd.veh(2021) | Ahorro del Costo prom. Viaje | Ahorro del Costo prom. Viaje por día | Ahorro del costo de viaje en 5 años |
| 1 | SIMÓN BOLIVAR | | | | | |
| | SERRANO | \$ 13.25 | \$ 14.38 | \$ 13.82 | \$ 110.52 | \$ 201,699.00 |
| 2 | FRAY VICENTE SOLANO | | | | | |
| | SIMÓN BOLÍVAR | \$ 31.97 | \$ 37.62 | \$ 34.80 | \$ 278.36 | \$ 508,007.00 |
| 3 | SERRANO | | | | | |
| | BENIGNO MALO | \$ 4.11 | \$ 4.47 | \$ 4.29 | \$ 34.32 | \$ 62,634.00 |
| 4 | RIVERA | | | | | |
| | SERRANO | \$ 2.19 | \$ 2.38 | \$ 2.29 | \$ 18.28 | \$ 33,361.00 |
| 5 | LUIS CORDERO | | | | | |
| | SERRANO | \$ 16.75 | \$ 18.16 | \$ 17.46 | \$ 139.64 | \$ 254,843.00 |
| 6 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | | |
| | AZUAY | \$ 1.13 | \$ 1.24 | \$ 1.19 | \$ 9.48 | \$ 17,301.00 |
| 7 | SIMÓN BOLÍVAR | | | | | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | \$ 1.04 | \$ 1.13 | \$ 1.09 | \$ 8.68 | \$ 15,841.00 |
| 8 | MATOVILLE | | | | | |
| | AZUAY | \$ 0.99 | \$ 1.07 | \$ 1.03 | \$ 8.24 | \$ 15,038.00 |
| 9 | AYACUCHO | | | | | |
| | JUAN BAUTISTA CORDERO | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| 10 | AZUAY | | | | | |
| | BENIGNO MALO | \$ 5.95 | \$ 6.45 | \$ 6.20 | \$ 49.60 | \$ 90,520.00 |
| 11 | AVENIDA 24 DE MAYO | | | | | |
| | AZUAY | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| 12 | AVENIDA MIGUEL VINTIMILLA | | | | | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| 13 | AVENIDA 16 DE ABRIL | | | | | |
| | LUIS M. GONZÁLEZ | \$ 16.64 | \$ 18.06 | \$ 17.35 | \$ 138.80 | \$ 253,310.00 |
| AHORRO TOTAL: | | | | | | \$ 1,452,554.00 |

5.4. CONCLUSIONES

Dentro del capítulo de análisis económico, se analizan las alternativas propuestas y escogidas desde el punto de vista técnico, con el objetivo de conocer si son económicamente viables, además se hace un análisis con proyección a 5 años para calcular el ahorro del costo de viaje que representa para un usuario del transporte privado dichas alternativas de optimización de la oferta para este tipo de transporte.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio tuvo por objetivo la optimización de la oferta vial para el transporte privado en la ciudad de Azogues, una vez terminada la investigación, es importante resumir y concluir los resultados obtenidos luego del análisis del proyecto planteado. A continuación las conclusiones:

- ◆ Cambio en la direccionalidad de las vías: calle Ayacucho de la dirección Sur-Norte a Norte-Sur, calle Emilio Abad de la dirección Sur-Norte a la dirección Norte-Sur, calle Bartolomé Serrano entre Benigno Malo y Rivera de la dirección Oeste-Este a la dirección Este-Oeste, calle Vintimilla de la dirección Este-Oeste a la dirección Oeste-Este y finalmente la Avenida de la Virgen de la dirección Este-Oeste a la dirección Oeste-Este.
- ◆ En la intersección Simón Bolívar y Serrano se optó por mejorar el ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Fray Vicente Solano y Simón Bolívar se optó por mejorar el ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Serrano y Benigno Malo se optó por mejorar las fases semafóricas como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Rivera y Serrano se optó por mejorar el ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Luis Cordero y Serrano se optó por mejorar el ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Simón Bolívar y Azuay se optó por mantener las condiciones actuales sin semáforo, tal como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Simón Bolívar y Juan Bautista Cordero se optó por mejorar el ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Matovelle y Azuay se optó por mantener las condiciones actuales sin semáforo, tal como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Ayacucho y Juan Bautista Cordero se optó por mantener las condiciones actuales sin semáforo, tal como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Azuay y Benigno Malo se optó por colocar un semáforo con ajuste del ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Avenida 24 de Mayo y Azuay se optó por mantener la rotonda en las condiciones actuales, como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Av. Miguel Vintimilla y Luis M. González se optó por mantener las condiciones actuales sin semáforo, tal como se indica en el capítulo 5.
- ◆ En la intersección Av 16 de Abril y Luis M. González se optó por mejorar el ciclo semafórico como se indica en el capítulo 5.
- ◆ Como medidas de gerencia de tráfico, se prohíben los estacionamientos en la calle Azuay en el tramo entre Ayacucho y Benigno Malo, en la avenida



Miguel Vintimilla entre el tramo comprendido desde el redondel del hospital hasta el cruce con la calle Luis M. González, en la calle Serrano entre la calle Benigno Malo y Rivera.

- ◆ Campañas de seguridad vial dirigida a tres grupos de la población: niños, jóvenes y adultos. Las mencionadas campañas deberán incentivar el uso adecuado de las zonas de parqueo, respeto a los peatones, semáforos y demás aspectos de seguridad vial que concienticen al conductor en beneficio del desarrollo de una adecuada circulación para todos los actores del tránsito.
- ◆ La colocación de señales de tránsito de forma adecuada, visible y conforme las normas ecuatorianas viales, que permitan tanto a conductores como a peatones el adecuado desenvolvimiento en las calles de la ciudad.
- ◆ Calibración efectiva de los semáforos que optimice los ciclos y las fases semaforicas conforme lo señalado en el capítulo 5, que permitan mejorar el flujo vehicular en cada una de las intersecciones estudiadas, minorando las demoras y efectivizando los recursos.
- ◆ La socialización es un aspecto fundamental a tomar en consideración previo los cambios a realizarse, debido a que de la información que proporcione la entidad municipal, dependerá el éxito de los cambios planteados, con la antelación debida y con la ayuda de los ciudadanos se beneficiará grandemente al tráfico vehicular de la ciudad de Azogues y con la intervención del transporte público y comercial se podrá crear un programa macro que contribuirá al desarrollo adecuado de nuestra capital provincial.

Como recomendaciones del presente estudio, podemos señalar:

- ◆ Ampliar el análisis de los 13 puntos de conflicto hacia todas las intersecciones de la zona acordonada, con el objetivo de comprobar la influencia que producen las alternativas planteadas en las demás intersecciones.
- ◆ Realizar el análisis en la zona del Recinto Ferial, ya que es una zona de aporte al congestionamiento vehicular y que al momento de este estudio fue intervenida por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Azogues en aspectos viales y de alcantarillado, por lo cual no se pudo estudiar.
- ◆ Globalizar el estudio con la optimización de oferta para el transporte público y comercial de tal manera que esta investigación sea parte de un estudio macro que permita la toma de decisiones por parte de los administradores del transporte.
- ◆ Analizar las zonas de parqueo tarifado que han sido cambiadas en los últimos meses con el objetivo de confirmar si las mismas ayudan a minorar el tráfico vehicular.
- ◆ Revisar de forma técnica, la colocación excesiva de semáforos que cambia de manera constante en nuestra urbe, con el objetivo de impedir posteriores complicaciones en la zona céntrica de la ciudad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balbo, M., Jordán, R., & Simioni, D. (2003). *LA CIUDAD INCLUSIVA*. Santiago: CEPAL.
- Baptista Figueiredo, L. M. (Febrero de 2005). *Sistemas Inteligentes de Transporte*. Porto, Portugal.
- Bock, B., Wolter, F., & Scherf, C. (2011). *BEMOBILITY : MANTENIENDO LAS CIUDADES EN MOVIMIENTO UN CASO DE ESTUDIO EN BERLÍN*. *World Road Association (PIARC)*.
- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito: El Problema Y Cómo Enfrentarlo*. Santiago de Chile: United Nations Publications.
- Cal, R., Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (7va. ed.)*. México D. F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Cal, R., Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8va. ed.)*. México D. F.: Alfaomega Grupo Editor.
- CINTEL. (Diciembre de 2010). *Estudio Cualitativo: ITS - Intelligent Transportation System - en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Crainic, T. G., Gendreau, M., & Potvin, J.-Y. (Agosto de 2008). *Sistemas Inteligentes de Transporte de Carga : Evaluación Contribución de las Operaciones de Investigación*. *CIRRELT*.
- de Souza, B. J. (26 de Septiembre de 2013). *Sistemas Inteligentes de Transporte aplicados al Control de Tráfico*. Curitiba, Paraná, Brasil.
- DIAZ IVORRA, M. D., DIAZ IVORRA, J. F., FERREIRO PRIETO, J. I., PEREZ CARRION, M. T., SERRANO CORDOVA, M., TOMAS, J. R., . . . SENTANA CREMADES, E. (2002). *INFLUENCIA EN LA GEOMETRIA EN LA DETERMINACION DE LOS PUNTOS DE CONFLICTO EN UNA INTERSECCION DE VIALES*. *XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA GRAFICA*, 10.
- Duarte, S., Becerra, D., & Niño, L. F. (2008). *Un modelo de asignación de recursos a rutas en el Sistema de Transporte Masivo Transmilenio*. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 163-171.



- Ecuador Vial. (s.f.). Manual Básico de Señalización Vial. Ecuador:
www.ecuador-vial.com. Obtenido de www.
- ECUADOR, M. D. (2013). *NORMA ECUATORIANA VIAL EVI-12-MTOP*.
QUITO: Ministerio de Transporte.
- European Commission. Environment Directorate-General. (2004). La
recuperación de calles de la ciudad para las personas : Caos o la calidad
de vida? *Office for Official Publications of the European Communities*.
- Fernández, R. (2014). *Temas de Ingeniería y Gestión de Tránsito*. Santiago: Ril
Editores.
- Garber, N., & Hoel, L. (2004). *Ingeniería de Tránsito y Carreteras*. México D.F.:
Thomsom Editores.
- Gerlach, J. (2011). Las deficiencias en las carreteras urbanas - la perspectiva
de los usuarios vulnerables. *World Road Association (PIARC)*.
- Grant - Muller, S., & Usher, M. (2013). Sistemas de transporte inteligentes : la
propensión a los beneficcion ambientales y económicos. *Technological
Forecasting and Social Change*, 1-51.
- Guzmán, L. A. (Abril de 2015). Recomendaciones para un diseño integral de
vías urbanas - intersecciones a desnivel. Bogotá D.C., Colombia:
Universidad de los Andes.
- Guzmán, L. A. (s.f.). Recomendaciones para un diseño integral de vías urbanas
- intersecciones a desnivel. Bogotá D.C., Colombia: Universidad de los
Andes.
- Islas Rivera, V., Hernández G., S., Arroyo Osorno, J. A., Lelis Zaragoza, M., &
Ruvalcaba, J. I. (2011). Implementación de políticas sostenibles de
desplazamiento urbano en México. *INTERNATIONAL TRANSPORT
FORUM*.
- Javato Martín, M. (Julio de 2015). Estudio de los Sistemas Inteligentes de
Transporte. Valladolid, Valladolid, España.
- Kolosz, B. W., & Grant-Muller, S. (2014). Extendiendo el análisis de costo -
beneficio para el impacto de la sostenibilidad - sistemas inteligentes de
transporte interurbano. *Environmental Impact Assessment*, 167-177.



- Lupano, J. A., & Sánchez, R. J. (2009). *Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte*. Santiago: Naciones Unidas.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, I. A. (28 de 10 de 2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano 004. *Señalización Vial*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Agencia Nacional de Tránsito. (2012). Reglamento Técnico Ecuatoriano 004 Señalización Vial. Quito, Ecuador.
- Moraes da Silva, D. (Mayo de 2000). Sistemas inteligentes en el transporte público colectivo en autobús. Porto Alegre, Brasil.
- Nacional, A. (31 de 12 de 2014). LEY ORGANICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL. *Registro Oficial Suplemento 398 de 07-08-2008*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Normalización, I. E. (08 de 02 de 2012). Reglamento Técnico Ecuatoriano. *SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 5. SEMAFORIZACIÓN. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR*: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Ortúzar, J. d. (2002). Es Posible Reducir La Congestión. *ARQ*, 7-9.
- Paz Maroto, J. E., & Paz Casañe, J. M. (1957). Utilización del Subsuelo en la Vialidad Urbana. *Revista de Obras Públicas*, 485-496.
- Pozueta, J. (2000). *MOVILIDAD Y PLANEAMIENTO SOSTENIBLE: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Registro Oficial. (2010). CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION. Quito, Ecuador: Editora Nacional.
- Sabogal Cardona, O. A., Hincapié Zea, J. D., Santa Chávez, J. J., & Escobar, J. W. (2015). MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL PARA ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE EN SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 59-71.



Suarez Joya, H. N., & Pantoja Santander, C. A. (2005). *Prediseño Geométrico a Nivel y a Desnivel de la Intersección El Jasmín*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.

Tabasso, C., & Dextre, J. (2007). *El Lenguaje Vial*. Perú: Fondo Editorial.

Thomson, I., & Bull, A. (2002). LA CONGESTION DEL. *REVISTA DE LA CEPAL*, 109.

Tiwari, G. (2011). Desafíos clave en la movilidad. *INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM*.

Trafficware, Ltd. (June de 2011). *Synchro Studio 8*. Sugar Land , Texas, United States of America.

Transportation Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual*. USA: National Academic of Sciences.

Diaz Ivorra, M. D., Díaz Ivorra, J. F., Ferreiro Prieto, J. I., Perez Carrión, M. T., Serrano Cordova, M., Tomás, J. R., Sentana Cremades, e. (2002). Influencia en la geometria en la determinación de los puntos de conflicto en una interseccion de viales. *XIV Congreso Internacional de Ingenieria Gráfica*, 10.

MTOP, (2012). *Reglamento Técnico Ecuatoriano 004 Señalización Vial*. Quito, Ecuador.

Pozueta, J. (2000). *Movilidad y Planeamiento Sostenible: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.







ANEXOS





ANEXO 1

| | | | |
|--|--|--|--|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| | Fecha (D.M.A): 08/01/2015 Día: Viernes Intersección: Simón Bolívar y Serrano Clima: Nublado Calle Principal: Calle Simón Bolívar Calle Secundaria: Calle Bartolomé Serrano Hora de Inicio: 12:00 Hora Final: 18:00 Aforador: Juliana Vazquez Fuente: Autores | | Esquema: |

| Vehículos: Livianos | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|--------------|------------|
| Dirección | | | | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Este - Oeste | Este-Norte |
| 12:00 - 12:15 | 70 | 18 | 31 | 14 |
| 12:15 - 12:30 | 67 | 17 | 33 | 12 |
| 12:30 - 12:45 | 79 | 21 | 41 | 15 |
| 12:45 - 1:00 | 74 | 19 | 37 | 11 |
| 1:00 - 1:15 | 68 | 17 | 33 | 10 |
| 1:15 - 1:30 | 77 | 20 | 38 | 14 |
| 1:30 - 1:45 | 66 | 17 | 31 | 12 |
| 1:45 - 2:00 | 60 | 15 | 25 | 11 |
| 2:00 - 2:15 | 66 | 17 | 32 | 12 |
| 2:15 - 2:30 | 60 | 15 | 28 | 9 |
| 2:30 - 2:45 | 63 | 13 | 33 | 11 |
| 2:45 - 3:00 | 59 | 14 | 27 | 12 |
| 3:00 - 3:15 | 69 | 18 | 34 | 13 |
| 3:15 - 3:30 | 62 | 16 | 30 | 11 |
| 3:30 - 3:45 | 60 | 15 | 26 | 9 |
| 3:45 - 4:00 | 53 | 14 | 23 | 7 |
| 4:00 - 4:15 | 72 | 18 | 36 | 13 |
| 4:15 - 4:30 | 64 | 16 | 33 | 12 |
| 4:30 - 4:45 | 64 | 13 | 31 | 11 |
| 4:45 - 5:00 | 62 | 16 | 29 | 9 |
| 5:00 - 5:15 | 73 | 19 | 37 | 13 |
| 5:15 - 5:30 | 71 | 18 | 34 | 15 |
| 5:30 - 5:45 | 76 | 21 | 37 | 14 |
| 5:45 - 6:00 | 72 | 18 | 35 | 11 |









| Vehículos: | | Buses | | | |
|---------------|---|---|--|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Este - Oeste | Este-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| Vehículos: | | Camiones | | | |
|---------------|---|---|--|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Este - Oeste | Este-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |











ANEXO 2

| | | | |
|--|---|--|---|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | *Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| | Fecha (D.M.A): 08/01/2015 Intersección: Simón Bolívar y Solano Calle Principal: Calle Simón Bolívar Hora de Inicio: 12:30 Aforador: Pilar Naspud | Día: Viernes Clima: Nublado Calle Secundaria: Calle Solano Hora Final: 1:30 Fuente: Autores | Esquema:  |

| Vehículos: | | Livianos | | | |
|---------------|---|---|--|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Este | Oeste - Este | Oeste-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 63 | 5 | 14 | 25 | |
| 12:15 - 12:30 | 60 | 6 | 12 | 24 | |
| 12:30 - 12:45 | 72 | 7 | 15 | 28 | |
| 12:45 - 1:00 | 67 | 8 | 13 | 26 | |
| 1:00 - 1:15 | 61 | 6 | 12 | 24 | |
| 1:15 - 1:30 | 71 | 7 | 15 | 26 | |
| 1:30 - 1:45 | 60 | 6 | 12 | 23 | |
| 1:45 - 2:00 | 52 | 5 | 9 | 23 | |
| 2:00 - 2:15 | 58 | 7 | 12 | 25 | |
| 2:15 - 2:30 | 53 | 5 | 11 | 22 | |
| 2:30 - 2:45 | 55 | 6 | 12 | 21 | |
| 2:45 - 3:00 | 53 | 4 | 10 | 20 | |
| 3:00 - 3:15 | 61 | 6 | 12 | 26 | |
| 3:15 - 3:30 | 55 | 6 | 12 | 23 | |
| 3:30 - 3:45 | 54 | 5 | 11 | 21 | |
| 3:45 - 4:00 | 45 | 5 | 9 | 22 | |
| 4:00 - 4:15 | 63 | 9 | 15 | 27 | |
| 4:15 - 4:30 | 55 | 6 | 11 | 25 | |
| 4:30 - 4:45 | 52 | 4 | 10 | 25 | |
| 4:45 - 5:00 | 58 | 6 | 11 | 20 | |
| 5:00 - 5:15 | 66 | 7 | 14 | 26 | |
| 5:15 - 5:30 | 62 | 5 | 13 | 27 | |
| 5:30 - 5:45 | 71 | 7 | 14 | 26 | |
| 5:45 - 6:00 | 65 | 6 | 12 | 25 | |



| Vehículos: | | Buses | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Este | Oeste - Este | Oeste-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| Vehículos: | | Camiones | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Este | Oeste - Este | Oeste-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |



ANEXO 3

| | | | |
|-------------------------|--|---|--|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): | 15/12/2015 | Día: | Martes |
| Intersección: | Serrano y B. Malo | Clima: | Lluvioso |
| Calle Principal: | Calle Bartolomé Serrano | Calle Secundaria: | Calle Benigno Malo |
| Hora de Inicio: | 12:00 | Hora Final: | 17:15 |
| Aforador: | Juan Diego Urgilés | Fuente: | Autores |

| Vehículos: Livianos | | |
|---------------------|------------|------------|
| Dirección | | |
| Hora | Este-Oeste | Este-Norte |
| 12:00 - 12:15 | 71 | 33 |
| 12:15 - 12:30 | 83 | 37 |
| 12:30 - 12:45 | 96 | 36 |
| 12:45 - 1:00 | 93 | 23 |
| 1:00 - 1:15 | 79 | 24 |
| 1:15 - 1:30 | 91 | 33 |
| 1:30 - 1:45 | 78 | 28 |
| 1:45 - 2:00 | 71 | 26 |
| 2:00 - 2:15 | 77 | 28 |
| 2:15 - 2:30 | 71 | 25 |
| 2:30 - 2:45 | 74 | 27 |
| 2:45 - 3:00 | 70 | 27 |
| 3:00 - 3:15 | 64 | 43 |
| 3:15 - 3:30 | 57 | 40 |
| 3:30 - 3:45 | 56 | 39 |
| 3:45 - 4:00 | 48 | 33 |
| 4:00 - 4:15 | 52 | 29 |
| 4:15 - 4:30 | 59 | 41 |
| 4:30 - 4:45 | 67 | 42 |
| 4:45 - 5:00 | 73 | 46 |
| 5:00 - 5:15 | 60 | 60 |
| 5:15 - 5:30 | 66 | 46 |
| 5:30 - 5:45 | 71 | 47 |
| 5:45 - 6:00 | 65 | 47 |





| Vehículos: | | Buses | |
|---------------|------------|------------|--|
| Dirección | | | |
| Hora | Este-Oeste | Este-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | |

| Vehículos: | | Camiones | |
|---------------|------------|------------|--|
| Dirección | | | |
| Hora | Este-Oeste | Este-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 1 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 1 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | |









ANEXO 4

| | | |
|--|--|--|
|  <p>UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil</p> | <p>"Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues</p> | <p>Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes</p> |
| <p>Fecha (D.M.A): 15/12/2015</p> <p>Intersección: Serrano y Rivera</p> <p>Calle Principal: Calle Bartolomé Serrano</p> <p>Hora de Inicio: 12:00</p> <p>Aforador: Juan Diego Urgilés</p> | <p>Día: Martes</p> <p>Clima: Lluvioso</p> <p>Calle Secundaria: Calle Cacique Rivera</p> <p>Hora Final: 18:00</p> <p>Fuente: Autores</p> | <p>Esquema:</p>  |

| Dirección | Livianos | | |
|---------------|----------|-----------|------------|
| | ↗ | ↖ | ← |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Este-Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 28 | 26 | 71 |
| 12:15 - 12:30 | 24 | 22 | 83 |
| 12:30 - 12:45 | 26 | 25 | 96 |
| 12:45 - 1:00 | 38 | 24 | 93 |
| 1:00 - 1:15 | 25 | 26 | 79 |
| 1:15 - 1:30 | 30 | 28 | 91 |
| 1:30 - 1:45 | 27 | 24 | 75 |
| 1:45 - 2:00 | 23 | 21 | 71 |
| 2:00 - 2:15 | 25 | 24 | 77 |
| 2:15 - 2:30 | 23 | 21 | 71 |
| 2:30 - 2:45 | 24 | 23 | 74 |
| 2:45 - 3:00 | 22 | 20 | 70 |
| 3:00 - 3:15 | 32 | 29 | 64 |
| 3:15 - 3:30 | 27 | 25 | 57 |
| 3:30 - 3:45 | 29 | 25 | 56 |
| 3:45 - 4:00 | 25 | 21 | 48 |
| 4:00 - 4:15 | 38 | 28 | 52 |
| 4:15 - 4:30 | 27 | 27 | 59 |
| 4:30 - 4:45 | 25 | 22 | 67 |
| 4:45 - 5:00 | 27 | 28 | 73 |
| 5:00 - 5:15 | 39 | 34 | 60 |
| 5:15 - 5:30 | 33 | 29 | 66 |
| 5:30 - 5:45 | 34 | 21 | 71 |
| 5:45 - 6:00 | 32 | 29 | 65 |





| Vehículos: | | Buses | | |
|---------------|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  | |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Este-Oeste | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | |

| Vehículos: | | Camiones | | |
|---------------|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  | |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Este-Oeste | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 1 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 1 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 2 | 1 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 1 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 1 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 1 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 1 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 1 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 1 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 1 | 1 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 1 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 1 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 2 | 2 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 1 | 0 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 1 | 0 | |



ANEXO 5

| | | |
|--|---|---|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | *Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): 17/12/2015 Día: Jueves Intersección: Serrano y L.Cordero Clima: Soleado Calle Principal: Calle Luis Cordero Calle Secundaria: Calle Serrano Hora de Inicio: 12:00 Hora Final: 18:00 Aforador: Marcos González Fuente: Autores | | Esquema:  |

| Vehículos: Livianos | | | | |
|---------------------|-----------|-------------|------------|----------|
| Dirección | ↓ | ↙ | ← | ↘ |
| Hora | Norte-Sur | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur |
| 12:00 - 12:15 | 35 | 7 | 32 | 65 |
| 12:15 - 12:30 | 29 | 8 | 37 | 68 |
| 12:30 - 12:45 | 55 | 3 | 48 | 73 |
| 12:45 - 1:00 | 43 | 4 | 40 | 77 |
| 1:00 - 1:15 | 22 | 13 | 58 | 47 |
| 1:15 - 1:30 | 39 | 7 | 53 | 66 |
| 1:30 - 1:45 | 33 | 6 | 39 | 60 |
| 1:45 - 2:00 | 30 | 7 | 36 | 56 |
| 2:00 - 2:15 | 34 | 6 | 39 | 62 |
| 2:15 - 2:30 | 30 | 6 | 36 | 56 |
| 2:30 - 2:45 | 31 | 7 | 38 | 59 |
| 2:45 - 3:00 | 30 | 5 | 34 | 56 |
| 3:00 - 3:15 | 38 | 18 | 35 | 58 |
| 3:15 - 3:30 | 33 | 16 | 30 | 52 |
| 3:30 - 3:45 | 31 | 17 | 30 | 51 |
| 3:45 - 4:00 | 29 | 15 | 26 | 43 |
| 4:00 - 4:15 | 45 | 13 | 28 | 52 |
| 4:15 - 4:30 | 36 | 11 | 28 | 58 |
| 4:30 - 4:45 | 31 | 19 | 25 | 64 |
| 4:45 - 5:00 | 32 | 19 | 29 | 72 |
| 5:00 - 5:15 | 34 | 29 | 36 | 58 |
| 5:15 - 5:30 | 38 | 20 | 38 | 57 |
| 5:30 - 5:45 | 40 | 22 | 37 | 55 |
| 5:45 - 6:00 | 39 | 19 | 38 | 56 |





| Vehículos: | | Buses | | | |
|---------------|--|-----------|-------------|------------|----------|
| Dirección | | | | | |
| Hora | | Norte-Sur | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur |
| 12:00 - 12:15 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | | 3 | 0 | 0 | 0 |

| Vehículos: | | Camiones | | | |
|---------------|--|-----------|-------------|------------|----------|
| Dirección | | | | | |
| Hora | | Norte-Sur | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur |
| 12:00 - 12:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12:45 - 1:00 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1:15 - 1:30 | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1:30 - 1:45 | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1:45 - 2:00 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2:30 - 2:45 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:45 - 3:00 | | 2 | 0 | 0 | 1 |
| 3:00 - 3:15 | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 3:15 - 3:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4:15 - 4:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5:00 - 5:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | | 0 | 0 | 0 | 1 |











ANEXO 6

| | | | |
|--|--|---|---|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | *Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| | Fecha (D.M.A): 10/12/2015 Intersección: Simón Bolívar y Azuay Calle Principal: Calle Simón Bolívar Hora de Inicio: 12:00 Aforador: Esteban Loja | Día: Jueves Clima: Nublado Calle Secundaria: Calle Azuay Hora Final: 18:30 Fuente: Autores | Esquema:  |

| Vehículos: | | | | |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Livianos | | | | |
| Dirección | ↑ | ↙ | ← | ↘ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte |
| 12:00 - 12:15 | 56 | 21 | 50 | 9 |
| 12:15 - 12:30 | 37 | 17 | 54 | 12 |
| 12:30 - 12:45 | 40 | 20 | 64 | 7 |
| 12:45 - 1:00 | 66 | 31 | 69 | 15 |
| 1:00 - 1:15 | 60 | 28 | 63 | 14 |
| 1:15 - 1:30 | 54 | 24 | 61 | 12 |
| 1:30 - 1:45 | 46 | 20 | 53 | 9 |
| 1:45 - 2:00 | 41 | 18 | 48 | 9 |
| 2:00 - 2:15 | 46 | 21 | 55 | 10 |
| 2:15 - 2:30 | 41 | 18 | 48 | 9 |
| 2:30 - 2:45 | 44 | 21 | 51 | 7 |
| 2:45 - 3:00 | 40 | 18 | 48 | 9 |
| 3:00 - 3:15 | 46 | 33 | 49 | 17 |
| 3:15 - 3:30 | 41 | 29 | 41 | 15 |
| 3:30 - 3:45 | 39 | 28 | 42 | 14 |
| 3:45 - 4:00 | 35 | 26 | 38 | 11 |
| 4:00 - 4:15 | 48 | 34 | 52 | 18 |
| 4:15 - 4:30 | 43 | 30 | 46 | 15 |
| 4:30 - 4:45 | 42 | 30 | 45 | 15 |
| 4:45 - 5:00 | 40 | 29 | 44 | 13 |
| 5:00 - 5:15 | 51 | 38 | 57 | 16 |
| 5:15 - 5:30 | 49 | 39 | 55 | 15 |
| 5:30 - 5:45 | 37 | 34 | 47 | 21 |
| 5:45 - 6:00 | 50 | 38 | 56 | 14 |
| 6:00 - 6:15 | 46 | 35 | 51 | 10 |
| 6:15 - 6:30 | 48 | 37 | 50 | 11 |



| Vehículos: | | Buses | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 6:00 - 6:15 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 0 | 4 | 0 | |

| Vehículos: | | Camiones | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 12:30 - 12:45 | 1 | 3 | 0 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1:45 - 2:00 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| 6:00 - 6:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |



ANEXO 7

| | | | |
|---|--|---|---|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| | Fecha (D.M.A): 09/12/2015 | | Día: Miércoles |
| Intersección: Cordero, Bolívar, Matovelle y García | | Clima: Soleado | |
| Calle Principal: Av. Juan B. Cordero | | Calle Secundaria: Bolívar, Matovelle y R. M. García | |
| Hora de Inicio: 12:00 | | Hora Final: 18:30 | |
| Aforador: Sonia Cabrera y Jenny Flores | | Fuente: Autores | |



| Vehículos: | | Livianos | | | | | | | | | |
|---------------|--|----------|-----------|---------|------------|------------|-------------|------------|----------|------------|-----------|
| Dirección | | ↗ | ↖ | ↻ | ↓ | ↙ | ↘ | ← | ↕ | → | ↕ |
| Hora | | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Sur |
| 12:00 - 12:15 | | 34 | 31 | 2 | 13 | 9 | 8 | 15 | 25 | 75 | 24 |
| 12:15 - 12:30 | | 27 | 22 | 6 | 15 | 7 | 16 | 48 | 9 | 121 | 26 |
| 12:30 - 12:45 | | 32 | 15 | 10 | 44 | 48 | 22 | 83 | 16 | 109 | 27 |
| 12:45 - 1:00 | | 53 | 28 | 17 | 51 | 32 | 21 | 97 | 11 | 105 | 29 |
| 1:00 - 1:15 | | 39 | 35 | 15 | 38 | 34 | 16 | 57 | 30 | 75 | 20 |
| 1:15 - 1:30 | | 33 | 33 | 10 | 35 | 28 | 19 | 64 | 18 | 102 | 28 |
| 1:30 - 1:45 | | 28 | 27 | 8 | 30 | 24 | 15 | 55 | 17 | 88 | 24 |
| 1:45 - 2:00 | | 26 | 24 | 7 | 27 | 23 | 13 | 51 | 14 | 79 | 21 |
| 2:00 - 2:15 | | 29 | 27 | 8 | 30 | 25 | 14 | 57 | 14 | 88 | 24 |
| 2:15 - 2:30 | | 25 | 25 | 8 | 27 | 21 | 14 | 51 | 13 | 79 | 21 |
| 2:30 - 2:45 | | 27 | 24 | 7 | 31 | 23 | 16 | 53 | 13 | 83 | 23 |
| 2:45 - 3:00 | | 25 | 24 | 7 | 27 | 21 | 14 | 48 | 15 | 79 | 20 |
| 3:00 - 3:15 | | 33 | 30 | 9 | 14 | 8 | 8 | 58 | 11 | 62 | 25 |
| 3:15 - 3:30 | | 29 | 27 | 8 | 13 | 7 | 8 | 57 | 6 | 59 | 23 |
| 3:30 - 3:45 | | 28 | 25 | 8 | 12 | 7 | 7 | 52 | 7 | 56 | 22 |
| 3:45 - 4:00 | | 24 | 22 | 7 | 9 | 6 | 5 | 45 | 8 | 50 | 20 |
| 4:00 - 4:15 | | 34 | 32 | 9 | 15 | 8 | 9 | 65 | 8 | 68 | 28 |
| 4:15 - 4:30 | | 30 | 28 | 8 | 13 | 7 | 8 | 54 | 10 | 60 | 24 |
| 4:30 - 4:45 | | 30 | 27 | 8 | 14 | 8 | 7 | 56 | 8 | 59 | 22 |
| 4:45 - 5:00 | | 28 | 25 | 8 | 12 | 7 | 6 | 51 | 8 | 55 | 22 |
| 5:00 - 5:15 | | 34 | 33 | 9 | 16 | 3 | 4 | 56 | 16 | 48 | 19 |
| 5:15 - 5:30 | | 33 | 31 | 9 | 17 | 4 | 3 | 58 | 14 | 46 | 18 |
| 5:30 - 5:45 | | 30 | 28 | 9 | 18 | 6 | 12 | 77 | 8 | 75 | 29 |
| 5:45 - 6:00 | | 30 | 34 | 7 | 11 | 16 | 10 | 69 | 14 | 89 | 27 |
| 6:00 - 6:15 | | 38 | 18 | 9 | 18 | 21 | 14 | 68 | 3 | 78 | 22 |
| 6:15 - 6:30 | | 32 | 27 | 8 | 36 | 28 | 18 | 69 | 2 | 75 | 20 |



| Vehículos: | | Buses | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-----------|---------|------------|------------|-------------|------------|----------|------------|-----------|--|
| Dirección | | | | | | | | | | | |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Sur | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 3 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 4 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 3 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 1 | 3 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 3 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 4 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 3 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 3 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 3 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 2 | 3 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 3 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 2 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | |
| 6:00 - 6:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 2 | |

| Vehículos: | | Camiones | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-----------|---------|------------|------------|-------------|------------|----------|------------|-----------|--|
| Dirección | | | | | | | | | | | |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Sur | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | |
| 1:30 - 1:45 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | |
| 6:00 - 6:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | |











ANEXO 8

| | | | |
|--|---|---|--|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | *Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| | Fecha (D.M.A): 17/12/2015 Intersección: Matovelle y Azuay Calle Principal: Calle Julio M. Matovelle Hora de Inicio: 12:00 Aforador: Cesar Mora | Día: Jueves Clima: Soleado Calle Secundaria: Calle Azuay Hora Final: 18:30 Fuente: Autores | Esquema: |

| Vehículos: Livianos | | | | |
|---------------------|-----------|-------------|------------|----------|
| Dirección | | | | |
| Hora | Norte-Sur | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur |
| 12:00 - 12:15 | 29 | 35 | 63 | 26 |
| 12:15 - 12:30 | 25 | 31 | 60 | 17 |
| 12:30 - 12:45 | 37 | 60 | 68 | 19 |
| 12:45 - 1:00 | 56 | 52 | 58 | 25 |
| 1:00 - 1:15 | 42 | 61 | 46 | 16 |
| 1:15 - 1:30 | 39 | 52 | 63 | 21 |
| 1:30 - 1:45 | 35 | 44 | 55 | 19 |
| 1:45 - 2:00 | 30 | 39 | 48 | 16 |
| 2:00 - 2:15 | 34 | 42 | 53 | 17 |
| 2:15 - 2:30 | 31 | 38 | 47 | 16 |
| 2:30 - 2:45 | 33 | 41 | 51 | 17 |
| 2:45 - 3:00 | 30 | 39 | 47 | 16 |
| 3:00 - 3:15 | 26 | 33 | 59 | 24 |
| 3:15 - 3:30 | 21 | 29 | 53 | 22 |
| 3:30 - 3:45 | 22 | 27 | 51 | 21 |
| 3:45 - 4:00 | 19 | 25 | 46 | 18 |
| 4:00 - 4:15 | 25 | 35 | 61 | 26 |
| 4:15 - 4:30 | 24 | 31 | 55 | 23 |
| 4:30 - 4:45 | 23 | 29 | 53 | 24 |
| 4:45 - 5:00 | 21 | 29 | 53 | 22 |
| 5:00 - 5:15 | 26 | 34 | 62 | 26 |
| 5:15 - 5:30 | 25 | 33 | 60 | 25 |
| 5:30 - 5:45 | 28 | 36 | 57 | 28 |
| 5:45 - 6:00 | 26 | 33 | 69 | 25 |
| 6:00 - 6:15 | 27 | 25 | 64 | 19 |
| 6:15 - 6:30 | 29 | 37 | 67 | 24 |



| Vehículos: | | Buses | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Norte-Sur | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 5 | 4 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 4 | 4 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 6 | 3 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 5 | 4 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 5 | 3 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 4 | 4 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 4 | 4 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 5 | 3 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 4 | 2 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 3 | 3 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 4 | 3 | 0 | |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 4 | 5 | 0 | |
| 6:00 - 6:15 | 0 | 4 | 4 | 0 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 5 | 2 | 0 | |

| Vehículos: | | Camiones | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| Dirección |  |  |  |  | |
| Hora | Norte-Sur | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Sur | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 12:15 - 12:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 12:45 - 1:00 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 2:30 - 2:45 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 4:00 - 4:15 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 4:45 - 5:00 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5:45 - 6:00 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 6:00 - 6:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | |



ANEXO 9

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|-----------------------|------------|-------------|--------|-----------------|--|----------------------|------------------------------|---------------|---------|--|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--|--|------------------------|-------|--------------------|-------|--|--|------------------|------------------|----------------|---------|--|--|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | *Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table> <tr> <td>Fecha (D.M.A):</td> <td>17/12/2015</td> <td>Día:</td> <td>Jueves</td> <td>Esquema:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Intersección:</td> <td>Av. J. B. Cordero y Ayacucho</td> <td>Clima:</td> <td>Soleado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calle Principal:</td> <td>Av. Juan Bautista Cordero</td> <td>Calle Secundaria:</td> <td>Calle Batalla de Ayacucho</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hora de Inicio:</td> <td>12:00</td> <td>Hora Final:</td> <td>18:30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aforador:</td> <td>Juan Carlos Mora</td> <td>Fuente:</td> <td>Autores</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | | Fecha (D.M.A): | 17/12/2015 | Día: | Jueves | Esquema: | | Intersección: | Av. J. B. Cordero y Ayacucho | Clima: | Soleado | | | Calle Principal: | Av. Juan Bautista Cordero | Calle Secundaria: | Calle Batalla de Ayacucho | | | Hora de Inicio: | 12:00 | Hora Final: | 18:30 | | | Aforador: | Juan Carlos Mora | Fuente: | Autores | | |
| Fecha (D.M.A): | 17/12/2015 | Día: | Jueves | Esquema: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intersección: | Av. J. B. Cordero y Ayacucho | Clima: | Soleado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calle Principal: | Av. Juan Bautista Cordero | Calle Secundaria: | Calle Batalla de Ayacucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hora de Inicio: | 12:00 | Hora Final: | 18:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aforador: | Juan Carlos Mora | Fuente: | Autores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Vehículos: Livianos | | | | |
|---------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| Dirección | | | | |
| Hora | Sur - Oeste | Sur - Este | Este-Oeste | Oeste - Este |
| 12:00 - 12:15 | 8 | 40 | 34 | 118 |
| 12:15 - 12:30 | 10 | 43 | 47 | 155 |
| 12:30 - 12:45 | 21 | 49 | 78 | 189 |
| 12:45 - 1:00 | 14 | 38 | 94 | 190 |
| 1:00 - 1:15 | 16 | 25 | 71 | 148 |
| 1:15 - 1:30 | 14 | 41 | 68 | 163 |
| 1:30 - 1:45 | 12 | 35 | 60 | 140 |
| 1:45 - 2:00 | 11 | 31 | 54 | 128 |
| 2:00 - 2:15 | 12 | 35 | 59 | 142 |
| 2:15 - 2:30 | 10 | 32 | 54 | 125 |
| 2:30 - 2:45 | 10 | 34 | 56 | 133 |
| 2:45 - 3:00 | 11 | 31 | 52 | 125 |
| 3:00 - 3:15 | 18 | 17 | 51 | 103 |
| 3:15 - 3:30 | 15 | 15 | 48 | 95 |
| 3:30 - 3:45 | 14 | 13 | 45 | 91 |
| 3:45 - 4:00 | 13 | 13 | 40 | 80 |
| 4:00 - 4:15 | 18 | 18 | 55 | 110 |
| 4:15 - 4:30 | 16 | 17 | 48 | 97 |
| 4:30 - 4:45 | 15 | 15 | 49 | 97 |
| 4:45 - 5:00 | 14 | 15 | 45 | 90 |
| 5:00 - 5:15 | 18 | 18 | 54 | 85 |
| 5:15 - 5:30 | 19 | 17 | 53 | 83 |
| 5:30 - 5:45 | 20 | 18 | 57 | 111 |
| 5:45 - 6:00 | 16 | 15 | 53 | 135 |
| 6:00 - 6:15 | 18 | 17 | 50 | 137 |
| 6:15 - 6:30 | 22 | 19 | 47 | 135 |














| Vehículos: | | Buses | | | |
|---------------|-------------|------------|------------|--------------|--|
| Dirección | | | | | |
| Hora | Sur - Oeste | Sur - Este | Este-Oeste | Oeste - Este | |
| 12:00 - 12:15 | 4 | 0 | 2 | 2 | |
| 12:15 - 12:30 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| 12:30 - 12:45 | 4 | 0 | 1 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 4 | 0 | 2 | 2 | |
| 1:00 - 1:15 | 3 | 0 | 3 | 1 | |
| 1:15 - 1:30 | 4 | 2 | 3 | 1 | |
| 1:30 - 1:45 | 4 | 0 | 2 | 1 | |
| 1:45 - 2:00 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| 2:00 - 2:15 | 3 | 0 | 2 | 2 | |
| 2:15 - 2:30 | 4 | 0 | 1 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| 2:45 - 3:00 | 4 | 0 | 2 | 1 | |
| 3:00 - 3:15 | 4 | 0 | 3 | 2 | |
| 3:15 - 3:30 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| 3:30 - 3:45 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| 3:45 - 4:00 | 3 | 0 | 2 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 4 | 0 | 1 | 2 | |
| 4:15 - 4:30 | 4 | 0 | 3 | 1 | |
| 4:30 - 4:45 | 3 | 0 | 2 | 1 | |
| 4:45 - 5:00 | 2 | 0 | 2 | 1 | |
| 5:00 - 5:15 | 3 | 0 | 3 | 2 | |
| 5:15 - 5:30 | 2 | 0 | 1 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| 5:45 - 6:00 | 3 | 0 | 2 | 2 | |
| 6:00 - 6:15 | 3 | 0 | 1 | 2 | |
| 6:15 - 6:30 | 2 | 0 | 2 | 1 | |

| Vehículos: | | Camiones | | | |
|---------------|-------------|------------|------------|--------------|--|
| Dirección | | | | | |
| Hora | Sur - Oeste | Sur - Este | Este-Oeste | Oeste - Este | |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 12:15 - 12:30 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| 12:30 - 12:45 | 1 | 2 | 0 | 2 | |
| 12:45 - 1:00 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 1:30 - 1:45 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 2 | 1 | 1 | |
| 2:00 - 2:15 | 1 | 0 | 1 | 2 | |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 0 | 0 | 2 | |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 1 | 1 | 1 | 4 | |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 4:00 - 4:15 | 2 | 0 | 0 | 2 | |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5:15 - 5:30 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 5:45 - 6:00 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 6:00 - 6:15 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 6:15 - 6:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | |



ANEXO 10

| | | |
|--|--|--|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): 30/11/2015 Intersección: Benigno Malo y Azuay Calle Principal: Calle B. Malo Hora de Inicio: 12:00 Aforador: video PERFCOM | Día: Lunes Clima: Calle Secundaria: Calle Azuay Hora Final: 18:00 Fuente: Autores | Esquema:  |

| Vehículos: | | Livianos | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| Dirección |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Norte - Sur | Norte-Oeste | Este - Oeste | Este - Norte | Este - Sur | Oeste - Norte | Oeste - Sur |
| 12:00 - 12:15 | 7 | 15 | 4 | 1 | 56 | 12 | 23 | 22 | 69 |
| 12:15 - 12:30 | 8 | 8 | 1 | 4 | 91 | 4 | 11 | 34 | 59 |
| 12:30 - 12:45 | 5 | 16 | 2 | 2 | 80 | 7 | 18 | 36 | 65 |
| 12:45 - 1:00 | 4 | 24 | 5 | 3 | 74 | 5 | 23 | 18 | 41 |
| 1:00 - 1:15 | 8 | 17 | 2 | 1 | 77 | 8 | 21 | 14 | 36 |
| 1:15 - 1:30 | 4 | 5 | 2 | 1 | 45 | 8 | 32 | 13 | 43 |
| 1:30 - 1:45 | 5 | 21 | 3 | 6 | 64 | 11 | 31 | 14 | 61 |
| 1:45 - 2:00 | 4 | 15 | 3 | 3 | 54 | 9 | 23 | 17 | 33 |
| 2:00 - 2:15 | 9 | 18 | 5 | 2 | 49 | 9 | 31 | 19 | 40 |
| 2:15 - 2:30 | 3 | 18 | 1 | 2 | 64 | 9 | 40 | 13 | 35 |
| 2:30 - 2:45 | 8 | 8 | 2 | 2 | 56 | 4 | 30 | 18 | 18 |
| 2:45 - 3:00 | 9 | 7 | 3 | 3 | 64 | 13 | 20 | 18 | 45 |
| 3:00 - 3:15 | 11 | 17 | 2 | 4 | 52 | 10 | 25 | 28 | 44 |
| 3:15 - 3:30 | 11 | 20 | 6 | 3 | 49 | 12 | 28 | 15 | 34 |
| 3:30 - 3:45 | 17 | 23 | 2 | 1 | 90 | 16 | 35 | 16 | 60 |
| 3:45 - 4:00 | 11 | 23 | 2 | 3 | 69 | 9 | 26 | 11 | 37 |
| 4:00 - 4:15 | 7 | 20 | 2 | 3 | 53 | 10 | 37 | 15 | 44 |
| 4:15 - 4:30 | 7 | 13 | 4 | 6 | 66 | 6 | 20 | 15 | 50 |
| 4:30 - 4:45 | 6 | 15 | 1 | 2 | 68 | 5 | 32 | 21 | 46 |
| 4:45 - 5:00 | 6 | 20 | 6 | 5 | 72 | 8 | 23 | 17 | 36 |
| 5:00 - 5:15 | 6 | 16 | 4 | 0 | 53 | 12 | 23 | 29 | 43 |
| 5:15 - 5:30 | 13 | 9 | 6 | 3 | 60 | 6 | 37 | 20 | 47 |
| 5:30 - 5:45 | 8 | 21 | 4 | 3 | 72 | 7 | 25 | 21 | 49 |
| 5:45 - 6:00 | 4 | 31 | 2 | 5 | 65 | 7 | 34 | 17 | 36 |




| Vehículos: | | Buses | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| Dirección | ↑ | ↙ | ↓ | ↘ | ← | ↖ | ↗ | ↘ | ↙ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Norte - Sur | Norte-Oeste | Este - Oeste | Este - Norte | Este - Sur | Oeste - Norte | Oeste - Sur |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 1 |

| Vehículos: | | Camiones | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| Dirección | ↑ | ↙ | ↓ | ↘ | ← | ↖ | ↗ | ↘ | ↙ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Norte - Sur | Norte-Oeste | Este - Oeste | Este - Norte | Este - Sur | Oeste - Norte | Oeste - Sur |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |



ANEXO 11

| | | |
|---|--|---|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): 08/12/2015 Intersección: Av. 24 de Mayo y Calle Azuay Calle Principal: Av. 24 de Mayo Hora de Inicio: 12:00 Aforador: Miguel Jara y | Día: Martes Clima: Soleado Calle Secun: Calle Azuay Hora Final: 18:00 Fuente: Autores | Esquema: |

| Vehículos: | | Livianos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|-------------|--|
| Hora | Dirección | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Norte-Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Norte-Norte | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Este-Este | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur | Oeste-Oeste | |
| 12:00 - 12:15 | 14 | 23 | 23 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 30 | 10 | 14 | 0 | 50 | 4 | 18 | 0 | 58 | 5 | 17 | 0 | |
| 12:15 - 12:30 | 16 | 20 | 20 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 14 | 7 | 8 | 0 | 72 | 6 | 25 | 0 | 65 | 3 | 16 | 0 | |
| 12:30 - 12:45 | 17 | 21 | 24 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 15 | 10 | 8 | 0 | 69 | 6 | 23 | 0 | 69 | 4 | 20 | 0 | |
| 12:45 - 1:00 | 10 | 16 | 12 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 33 | 3 | 19 | 0 | 76 | 7 | 18 | 0 | 39 | 3 | 26 | 0 | |
| 1:00 - 1:15 | 13 | 17 | 21 | 0 | 5 | 4 | 5 | 0 | 39 | 6 | 12 | 0 | 59 | 12 | 24 | 0 | 23 | 8 | 21 | 0 | |
| 1:15 - 1:30 | 17 | 11 | 38 | 1 | 1 | 0 | 5 | 0 | 38 | 8 | 21 | 0 | 44 | 2 | 5 | 0 | 37 | 5 | 38 | 0 | |
| 1:30 - 1:45 | 14 | 14 | 34 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 32 | 9 | 18 | 0 | 74 | 7 | 10 | 0 | 51 | 3 | 32 | 1 | |
| 1:45 - 2:00 | 11 | 10 | 18 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 26 | 5 | 13 | 0 | 57 | 6 | 9 | 0 | 34 | 4 | 21 | 0 | |
| 2:00 - 2:15 | 12 | 11 | 20 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 28 | 6 | 13 | 0 | 55 | 6 | 8 | 0 | 41 | 4 | 23 | 0 | |
| 2:15 - 2:30 | 10 | 9 | 18 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 25 | 4 | 12 | 0 | 66 | 6 | 12 | 0 | 34 | 4 | 20 | 0 | |
| 2:30 - 2:45 | 13 | 7 | 21 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 27 | 3 | 14 | 0 | 50 | 4 | 12 | 0 | 26 | 5 | 22 | 0 | |
| 2:45 - 3:00 | 11 | 12 | 18 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 25 | 5 | 12 | 0 | 56 | 5 | 13 | 0 | 45 | 4 | 21 | 1 | |
| 3:00 - 3:15 | 13 | 14 | 21 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 30 | 6 | 14 | 0 | 54 | 5 | 14 | 0 | 51 | 4 | 25 | 1 | |
| 3:15 - 3:30 | 12 | 9 | 20 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 26 | 3 | 12 | 0 | 52 | 4 | 16 | 0 | 36 | 6 | 22 | 0 | |
| 3:30 - 3:45 | 11 | 14 | 18 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 25 | 6 | 11 | 1 | 80 | 7 | 27 | 0 | 55 | 5 | 21 | 0 | |
| 3:45 - 4:00 | 9 | 10 | 18 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 23 | 4 | 11 | 0 | 71 | 5 | 19 | 0 | 33 | 4 | 19 | 0 | |
| 4:00 - 4:15 | 13 | 12 | 24 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 30 | 5 | 15 | 0 | 57 | 4 | 15 | 0 | 42 | 4 | 26 | 0 | |
| 4:15 - 4:30 | 12 | 13 | 20 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 28 | 5 | 13 | 0 | 65 | 5 | 15 | 0 | 46 | 5 | 24 | 1 | |
| 4:30 - 4:45 | 11 | 13 | 21 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 27 | 5 | 14 | 0 | 65 | 5 | 15 | 0 | 48 | 4 | 23 | 0 | |
| 4:45 - 5:00 | 13 | 11 | 20 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 25 | 4 | 13 | 0 | 76 | 4 | 17 | 0 | 37 | 3 | 21 | 0 | |
| 5:00 - 5:15 | 14 | 16 | 25 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 31 | 6 | 16 | 0 | 54 | 6 | 9 | 0 | 49 | 4 | 26 | 0 | |
| 5:15 - 5:30 | 15 | 15 | 23 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 30 | 7 | 14 | 0 | 58 | 5 | 9 | 0 | 45 | 5 | 25 | 0 | |
| 5:30 - 5:45 | 15 | 15 | 25 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 32 | 7 | 15 | 0 | 67 | 7 | 22 | 0 | 47 | 5 | 27 | 1 | |
| 5:45 - 6:00 | 13 | 10 | 22 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 31 | 5 | 15 | 0 | 71 | 6 | 24 | 0 | 38 | 6 | 25 | 0 | |





| Vehículos: | | Buses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|-----------|----------|-----------|---------|------------|-----------|------------|----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|-------------|
| Dirección | | ↑ | ↶ | ↷ | ↵ | ↑ | ↶ | ↷ | ↵ | ↓ | ↶ | ↷ | ↵ | ↓ | ↶ | ↷ | ↵ | ↓ | ↶ | ↷ | |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Sur2-Norte | Sur2-Este | Sur2-Oeste | Sur2-Sur | Norte-Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Norte-Norte | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Este-Este | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur | Oeste-Oeste |
| 12:00 - 12:15 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12:30 - 12:45 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12:45 - 1:00 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 1:00 - 1:15 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1:15 - 1:30 | | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1:45 - 2:00 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2:00 - 2:15 | | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:15 - 2:30 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:30 - 2:45 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:45 - 3:00 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 3:00 - 3:15 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3:30 - 3:45 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 1 | 0 | 3 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3:45 - 4:00 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 4:00 - 4:15 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4:30 - 4:45 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4:45 - 5:00 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5:15 - 5:30 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5:30 - 5:45 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 3 | 1 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5:45 - 6:00 | | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| Vehículos: | | Camiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|-----------|----------|-----------|---------|------------|-----------|------------|----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|-------------|
| Dirección | | ↑ | ↶ | ↷ | ↵ | ↑ | ↶ | ↷ | ↵ | ↓ | ↶ | ↷ | ↵ | ↓ | ↶ | ↷ | ↵ | ↓ | ↶ | ↷ | |
| Hora | | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur-Sur | Sur2-Norte | Sur2-Este | Sur2-Oeste | Sur2-Sur | Norte-Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Norte-Norte | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Este-Este | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur | Oeste-Oeste |
| 12:00 - 12:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 12:15 - 12:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 12:30 - 12:45 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1:00 - 1:15 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1:15 - 1:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1:30 - 1:45 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2:00 - 2:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2:15 - 2:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2:45 - 3:00 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3:30 - 3:45 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4:00 - 4:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 4:15 - 4:30 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4:45 - 5:00 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5:15 - 5:30 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5:45 - 6:00 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |



ANEXO 12

| | | |
|---|---|--|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): 08/12/2015 Intersección: Av. Vintimilla y Calle L. González Calle Principal: Av. Miguel Vintimilla Jaramillo Hora de Inicio: 12:00 Aforador: Jenny Flores | Día: Martes Clima: Soleado Calle Secundaria: Calle Secunonzález y A. Ochoa Hora Final: 18:00 Fuente: Autores | Esquema:  |

| Vehículos: | | Livianos | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-------------|----------------|-----------|----------------|----------------|
| Dirección | ↑ | ↙ | ↻ | ↓ | ↘ | ↙ | ↘ | ↻ | ↻ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Sur-Noroeste | Norte-Sur | Norte-Oeste | Norte-Noroeste | Oeste-Sur | Noroeste-Norte | Noroeste-Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 21 | 71 | 15 | 40 | 6 | 0 | 59 | 10 | 1 |
| 12:15 - 12:30 | 59 | 75 | 11 | 55 | 4 | 1 | 82 | 20 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 65 | 91 | 24 | 51 | 9 | 1 | 94 | 19 | 1 |
| 12:45 - 1:00 | 41 | 118 | 19 | 80 | 10 | 0 | 87 | 25 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 36 | 107 | 14 | 43 | 9 | 1 | 62 | 12 | 1 |
| 1:15 - 1:30 | 53 | 105 | 17 | 62 | 8 | 0 | 86 | 19 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 45 | 90 | 15 | 52 | 6 | 0 | 73 | 16 | 1 |
| 1:45 - 2:00 | 41 | 82 | 14 | 47 | 7 | 1 | 67 | 15 | 1 |
| 2:00 - 2:15 | 45 | 90 | 15 | 52 | 7 | 2 | 73 | 17 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 41 | 82 | 14 | 45 | 6 | 0 | 67 | 15 | 2 |
| 2:30 - 2:45 | 43 | 86 | 15 | 50 | 7 | 1 | 70 | 16 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 40 | 81 | 14 | 47 | 6 | 1 | 66 | 15 | 1 |
| 3:00 - 3:15 | 60 | 71 | 11 | 53 | 11 | 1 | 66 | 11 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 53 | 64 | 10 | 47 | 11 | 0 | 59 | 10 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 52 | 62 | 10 | 46 | 10 | 1 | 57 | 9 | 1 |
| 3:45 - 4:00 | 46 | 55 | 9 | 42 | 8 | 0 | 51 | 8 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 63 | 75 | 12 | 56 | 13 | 1 | 69 | 11 | 2 |
| 4:15 - 4:30 | 56 | 66 | 10 | 48 | 12 | 1 | 61 | 10 | 1 |
| 4:30 - 4:45 | 55 | 66 | 10 | 49 | 11 | 1 | 61 | 10 | 2 |
| 4:45 - 5:00 | 54 | 64 | 10 | 48 | 11 | 0 | 59 | 10 | 1 |
| 5:00 - 5:15 | 50 | 65 | 14 | 71 | 10 | 0 | 59 | 10 | 1 |
| 5:15 - 5:30 | 63 | 72 | 10 | 62 | 8 | 1 | 70 | 13 | 2 |
| 5:30 - 5:45 | 72 | 85 | 19 | 52 | 19 | 2 | 63 | 18 | 3 |
| 5:45 - 6:00 | 67 | 79 | 6 | 39 | 15 | 0 | 85 | 5 | 1 |



| Vehículos: | | Buses | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|--------------|------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| Dirección | ↑ | ↖ | ↷ | ↓ | ↙ | ↘ | ↗ | ↵ | ↶ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Sur-Noroeste | Norte -Sur | Norte-Oeste | Norte-Noroeste | Oeste-Sur | Noroeste- Norte | Noroeste-Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | 1 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |

| Vehículos: | | Camiones | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|--------------|------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| Dirección | ↑ | ↖ | ↷ | ↓ | ↙ | ↘ | ↗ | ↵ | ↶ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Oeste | Sur-Noroeste | Norte -Sur | Norte-Oeste | Norte-Noroeste | Oeste-Sur | Noroeste- Norte | Noroeste-Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| 2:30 - 2:45 | 3 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 3 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 5:30 - 5:45 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |



ANEXO 13

| | | | |
|--|--|---|--|
| | UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | *Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| | Fecha (D.M.A): 08/12/2015 Día: Martes Esquema: Intersección: Av 16 de Abril y Luis M. González Clima: Soleado Calle Principal: Av 16 de Abril Calle Secundaria: Calle Luis M González Hora de Inicio: 12:00 Hora Final: 18:00 Aforador: Sonia Cabrera Fuente: Autores | | |

| Vehículos: | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Livianos | | | | | | | | | | | | |
| Dirección | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | → | ↖ | ↗ | ← | ↘ | ↙ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte-Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00 - 12:15 | 26 | 18 | 11 | 10 | 2 | 3 | 54 | 4 | 20 | 78 | 3 | 7 |
| 12:15 - 12:30 | 33 | 18 | 20 | 8 | 4 | 2 | 46 | 2 | 35 | 68 | 4 | 15 |
| 12:30 - 12:45 | 26 | 11 | 30 | 17 | 1 | 7 | 66 | 2 | 24 | 81 | 3 | 11 |
| 12:45 - 1:00 | 39 | 14 | 26 | 15 | 1 | 8 | 72 | 6 | 55 | 89 | 3 | 19 |
| 1:00 - 1:15 | 28 | 10 | 10 | 10 | 1 | 5 | 79 | 0 | 33 | 60 | 5 | 5 |
| 1:15 - 1:30 | 34 | 14 | 22 | 13 | 1 | 5 | 71 | 2 | 39 | 79 | 4 | 13 |
| 1:30 - 1:45 | 28 | 12 | 18 | 11 | 2 | 5 | 61 | 2 | 33 | 68 | 4 | 11 |
| 1:45 - 2:00 | 26 | 11 | 17 | 10 | 1 | 4 | 55 | 2 | 30 | 61 | 3 | 10 |
| 2:00 - 2:15 | 29 | 12 | 19 | 11 | 2 | 5 | 61 | 2 | 33 | 67 | 4 | 11 |
| 2:15 - 2:30 | 26 | 11 | 17 | 10 | 1 | 4 | 55 | 2 | 30 | 61 | 3 | 10 |
| 2:30 - 2:45 | 27 | 11 | 18 | 11 | 1 | 5 | 58 | 2 | 32 | 65 | 3 | 10 |
| 2:45 - 3:00 | 26 | 11 | 17 | 10 | 1 | 4 | 55 | 2 | 30 | 61 | 3 | 10 |
| 3:00 - 3:15 | 22 | 11 | 17 | 11 | 2 | 6 | 64 | 4 | 22 | 59 | 6 | 8 |
| 3:15 - 3:30 | 19 | 10 | 15 | 10 | 2 | 5 | 57 | 4 | 20 | 53 | 5 | 7 |
| 3:30 - 3:45 | 19 | 9 | 15 | 9 | 1 | 5 | 55 | 3 | 19 | 52 | 5 | 7 |
| 3:45 - 4:00 | 17 | 8 | 13 | 8 | 1 | 4 | 49 | 3 | 17 | 46 | 4 | 6 |
| 4:00 - 4:15 | 23 | 11 | 18 | 11 | 2 | 6 | 67 | 4 | 23 | 62 | 6 | 8 |
| 4:15 - 4:30 | 20 | 10 | 16 | 10 | 2 | 5 | 59 | 4 | 20 | 55 | 5 | 7 |
| 4:30 - 4:45 | 20 | 10 | 16 | 10 | 2 | 5 | 59 | 4 | 20 | 55 | 5 | 7 |
| 4:45 - 5:00 | 19 | 10 | 15 | 10 | 2 | 5 | 57 | 4 | 20 | 53 | 5 | 7 |
| 5:00 - 5:15 | 24 | 12 | 16 | 8 | 5 | 7 | 50 | 2 | 30 | 49 | 5 | 6 |
| 5:15 - 5:30 | 26 | 14 | 22 | 10 | 1 | 8 | 64 | 8 | 20 | 51 | 9 | 9 |
| 5:30 - 5:45 | 17 | 12 | 15 | 9 | 2 | 5 | 82 | 3 | 20 | 79 | 6 | 10 |
| 5:45 - 6:00 | 24 | 7 | 18 | 19 | 1 | 4 | 74 | 5 | 23 | 74 | 5 | 8 |













| Vehículos: | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Buses | | | | | | | | | | | | |
| Dirección | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | → | ↖ | ↗ | ← | ↘ | ↙ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5:15 - 5:30 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |

| Vehículos: | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Camiones | | | | | | | | | | | | |
| Dirección | ↑ | ↗ | ↖ | ↓ | ↘ | ↙ | → | ↖ | ↗ | ← | ↘ | ↙ |
| Hora | Sur-Norte | Sur-Este | Sur-Oeste | Norte -Sur | Norte-Este | Norte-Oeste | Este-Oeste | Este-Norte | Este-Sur | Oeste-Este | Oeste-Norte | Oeste-Sur |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 2:45 - 3:00 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 |
| 5:30 - 5:45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |



ANEXO 14

| | | |
|---|---|---|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad De Ingeniería Civil | "Optimización de la Oferta Vial en la Ciudad de Azogues" | Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes |
| Fecha (D.M.A): 30/11/2015 Intersección: Calle Miguel Vintimilla y Av 24 de Mayo Calle Principal: Calle Miguel Vintimilla Hora de Inicio: 12:00 Aforador: | Día: Lunes Clima: Calle Secundaria: Av. 24 de Mayo Hora Final: 18:00 Fuente: Autores | Esquema: |

| Vehículos: | | Livianos | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| Dirección |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur - Sur | Este - Oeste | Este - Sur | Este - Este | Oeste - Este | Oeste - Sur | Oeste - Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 60 | 36 | 31 | 76 | 48 | 0 | 74 | 76 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 68 | 41 | 36 | 85 | 54 | 0 | 85 | 86 | 1 |
| 12:30 - 12:45 | 65 | 40 | 34 | 82 | 52 | 0 | 82 | 83 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 76 | 46 | 40 | 96 | 61 | 0 | 95 | 97 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 71 | 43 | 38 | 90 | 57 | 0 | 89 | 91 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 66 | 40 | 35 | 83 | 53 | 0 | 82 | 84 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 75 | 46 | 39 | 94 | 60 | 0 | 93 | 95 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | 64 | 39 | 34 | 81 | 51 | 0 | 80 | 81 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 58 | 35 | 30 | 73 | 46 | 0 | 72 | 74 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 64 | 39 | 33 | 81 | 52 | 0 | 79 | 81 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | 58 | 35 | 30 | 73 | 46 | 0 | 72 | 74 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 61 | 37 | 32 | 77 | 48 | 1 | 76 | 78 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | 57 | 35 | 30 | 73 | 45 | 0 | 72 | 73 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 67 | 41 | 35 | 84 | 53 | 0 | 83 | 85 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 60 | 36 | 31 | 75 | 48 | 0 | 74 | 76 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 58 | 35 | 30 | 72 | 46 | 0 | 72 | 74 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 52 | 31 | 27 | 65 | 41 | 0 | 65 | 66 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 70 | 43 | 37 | 88 | 56 | 0 | 88 | 89 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 62 | 38 | 33 | 78 | 50 | 0 | 78 | 79 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 62 | 38 | 32 | 79 | 49 | 0 | 77 | 79 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 60 | 37 | 32 | 76 | 48 | 0 | 75 | 76 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 70 | 43 | 37 | 89 | 56 | 0 | 88 | 90 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | 68 | 42 | 36 | 86 | 54 | 0 | 85 | 87 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 74 | 45 | 39 | 93 | 59 | 0 | 92 | 94 | 0 |



| Vehículos: | | Buses | | | | | | | |
|---------------|----------|-----------|-----------|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| Dirección | | | | | | | | | |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur - Sur | Este - Oeste | Este - Sur | Este - Este | Oeste - Este | Oeste - Sur | Oeste - Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| Vehículos: | | Camiones | | | | | | | |
|---------------|----------|-----------|-----------|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| Dirección | | | | | | | | | |
| Hora | Sur-Este | Sur-Oeste | Sur - Sur | Este - Oeste | Este - Sur | Este - Este | Oeste - Este | Oeste - Sur | Oeste - Oeste |
| 12:00 - 12:15 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 12:15 - 12:30 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12:30 - 12:45 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:45 - 1:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:00 - 1:15 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1:15 - 1:30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:30 - 1:45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1:45 - 2:00 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2:00 - 2:15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2:15 - 2:30 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 2:30 - 2:45 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 2:45 - 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3:00 - 3:15 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:15 - 3:30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3:30 - 3:45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3:45 - 4:00 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4:00 - 4:15 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:15 - 4:30 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4:30 - 4:45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 4:45 - 5:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5:00 - 5:15 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 5:15 - 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5:30 - 5:45 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 5:45 - 6:00 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |