



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA  
Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE POSIBLES  
SOLUCIONES EN LA AV. GONZÁLEZ SUÁREZ ENTRE  
ERNESTO GUEVARA Y AV. LOS ANDES EN LA CIUDAD DE  
CUENCA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**AUTOR: LUIS ALBERTO CABRERA ERAZO**

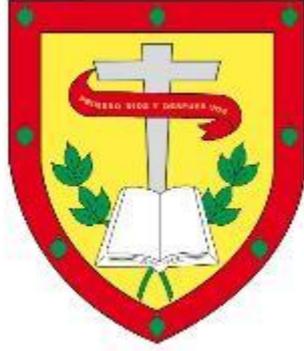
**JUAN DIEGO SARMIENTO CLAVIJO**

**DIRECTOR: FRANCISCO JOSÉ DARQUEA CÓRDOVA**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA  
Y CONSTRUCCIÓN.**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE POSIBLES SOLUCIONES  
EN LA AV. GONZÁLEZ SUÁREZ ENTRE ERNESTO GUEVARA Y AV.  
LOS ANDES EN LA CIUDAD DE CUENCA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**AUTOR: LUIS ALBERTO CABRERA ERAZO**

**JUAN DIEGO SARMIENTO CLAVIJO**

**DIRECTOR: FRANCISCO JOSÉ DARQUEA CÓRDOVA**

**CUENCA - ECUADOR**

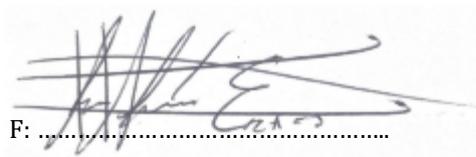
**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

### **Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Cabrera Erazo Luis Alberto y Sarmiento Clavijo Juan Diego** portadores de la cédula de ciudadanía N.º **0104829593** y N.º **0105815195**. Declaramos ser los autores de la obra: **“Análisis, evaluación y propuesta de posibles soluciones en la Av. González Suárez entre Ernesto Guevara y Av. Los Andes en la ciudad de Cuenca”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **11 de agosto de 2022**



F: .....

**Luis Alberto Cabrera Erazo**

**C.I. 0104829593**



F: .....

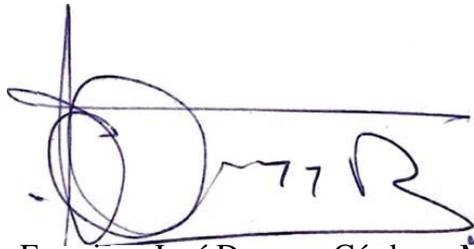
**Juan Diego Sarmiento Clavijo**

**C.I. 0105815195**

## CERTIFICACIÓN

Yo, Francisco José Darquea Córdova CI:0103784179 en calidad de director de tesis certifico que el trabajo **“ANÁLISIS, EVALUACION Y PROPUESTA DE POSIBLES SOLUCIONES EN LA AV. GONZALEZ SUAREZ ENTRE ERNESTO GUEVARA Y AV. LOS ANDES EN LA CIUDAD DE CUENCA”**, fue realizado por los estudiantes Luis Alberto Cabrera Erazo y Juan Diego Sarmiento Clavijo, bajo mi supervisión.

Cuenca, Julio de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Francisco José Darquea Córdova', written over a horizontal line.

Ing. Francisco José Darquea Córdova, MSc

**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a DIOS, por darme la fortaleza y salud para poder concluir la carrera, A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis hermanas que estuvieron incondicionalmente en las buenas y las malas. A mis amigos, quienes sin su apoyo y aliento no hubiera podido concluir esta tesis. A todos ellos les agradezco desde el fondo de mi corazón y para quienes hago esta dedicatoria.

Juan Diego Sarmiento.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación lo dedico principalmente a DIOS, por darnos la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, a mi hijo por ser el motor de superación de mi vida, a mi madre que donde se encuentre me dio fuerzas para lograr el objetivo, a mi padre por su amor, trabajo, ejemplo y sacrificio en todos estos años, a mis familiares, a mis amigos y a todas las personas que me apoyaron y compartieron sus conocimientos.

Luis Alberto Cabrera.

# **AGRADECIMIENTOS**

De todo corazón dejamos constancia de nuestro agradecimiento a Dios por bendecirnos la vida, a nuestros padres, hermanos, familiares, amigos, compañeros, autoridades de la Universidad Católica de Cuenca, a los profesores, que con sus sabios conocimientos y buenos consejos nos supieron guiar por el camino de la ciencia y los valores, para ser hombres de bien y excelentes profesionales, gracias a todos Uds.

Luis Alberto y Juan Diego.

## RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se realizará el análisis del corredor de la Avenida Gonzáles Suárez, dicho corredor tiene una longitud de 0.55 km y se encuentra limitado entre la Avenida Los Andes y la calle D. Torres, contando así con 5 intersecciones, 3 de ellas semaforizadas y 2 sin semaforización. El estudio plantea determinar una mejora en el nivel de servicio de todo el corredor, para ello se realiza un análisis mediante micro simulación a través del uso del software Tritone, software gratuito desarrollado por la Universidad de Calabria, Italia; dicho análisis se divide en un análisis de tres estados de cada una de las intersecciones que componen el corredor, y un análisis de tres estados de todo el corredor, funcionando el mismo como uno solo.

Los tres estados a analizar pertenecen al estado actual, alternativa 1 y alternativa 2. Las cuales tienen que ver con un ajuste en el tiempo del ciclo semafórico y propuestas de cambios geométricos respectivamente. Como resultados en el estado actual el corredor presenta una demora general de 89.46 seg. que correspondería a un nivel de servicio F; planteando las alternativas 1 a las intersecciones semaforizadas el corredor llega a tener una demora general de 89.86 seg, significando un nivel de servicio F, en tanto que, si se llevara a cabo las alternativas 2, el corredor contaría con una demora de 78.59 seg y un nivel de servicio E. presentando así una mejora en el flujo vehicular para el corredor estudiado.

*Palabras Clave:* intersecciones semaforizadas, Tritone, Nivel de Servicio, siniestros

## **ABSTRACT**

In this degree work, the Gonzáles Suárez Avenue corridor will be analyzed. This passage has a length of 0.55 km and is limited between Los Andes Avenue and D. Torres Street, with five intersections, three with traffic lights and two without traffic lights. The study proposes to determine an improvement in the level of service of the entire corridor, for which a micro-simulation analysis is performed through the use of Tritone software, free software developed by the University of Calabria, Italy; this analysis is divided into a three-state analysis of each of the intersections that make up the corridor, and a three-state study of the entire passage, functioning as a single corridor.

The three states to be analyzed belong to the current state, alternative one and alternative two. They have to do with an adjustment in the timing of the traffic light cycle and proposals for geometric changes, respectively. As a result, in the current state, the corridor presents an overall delay of 89.46 sec. As a result, in the current state, the corridor presents an overall delay of 89.46 seconds, which would correspond to a level of service F, with alternative 1 to the traffic signalized intersections. The passage would have an overall delay of 89.86 seconds, meaning a grade of service F, whereas, if alternative two were implemented, the corridor would have a delay of 78.59 seconds and a level of service E, thus presenting an improvement in the vehicular flow for the passage studied.

*Keywords:* traffic signalized intersections, Tritone, Level of Service, accidents

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	EL PROBLEMA	2
1.2.1	<i>Formulación del Problema</i>	2
1.2.2	<i>Alcance</i>	4
1.2.3	<i>Definición de la Zona de Estudio</i>	4
1.3	JUSTIFICACIÓN	5
1.4	OBJETIVOS	6
1.4.1	<i>General</i>	6
1.4.2	<i>Específicos</i>	6
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II</b>	<b>7</b>
2.1	MARCO TEÓRICO	7
2.2	TIPO DE INTERSECCIONES	7
2.3	PUNTOS DE CONFLICTO	8
2.4	ESTUDIO DE TRÁFICO	10
2.4.1	<i>Volumen De Tráfico</i>	10
2.4.2	<i>Volúmenes Absolutos o Totales</i>	11
2.4.3	<i>Volúmenes De Tránsito Horarios</i>	11
2.4.4	<i>Variación Del Volumen De Tránsito En La Hora De Máxima Demanda</i>	12
2.5	AFOROS VEHICULARES	12
2.6	AFOROS MANUALES	13
2.7	AFOROS AUTOMÁTICOS	13
2.8	CAPACIDAD	14
2.9	NIVELES DE SERVICIO	14
2.9.1	<i>Nivel De Servicio A</i>	15
2.9.2	<i>Nivel De Servicio B</i>	15
2.9.3	<i>Nivel De Servicio C</i>	15
2.9.4	<i>Nivel De Servicio D</i>	16
2.9.5	<i>Nivel De Servicio E</i>	16
2.9.6	<i>Nivel de Servicio F</i>	16
2.10	RELACIÓN VOLUMEN - CAPACIDAD	17
2.11	CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	17
2.11.1	<i>Parámetros De Entrada</i>	17
2.11.2	<i>Condiciones Geométricas</i>	18
2.11.3	<i>Condiciones De Tránsito</i>	18
2.11.4	<i>Condiciones De Señalización o Semáforos</i>	18
2.11.5	<i>Agrupación De Carriles</i>	19
2.11.6	<i>Tasa De Flujo</i>	20
2.11.7	<i>Tasa De Flujo De Saturación</i>	20
2.11.8	<i>Capacidad y Relación Volumen/Capacidad</i>	21
2.11.9	<i>Demoras</i>	22
2.12	CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS	24
2.12.1	<i>Volúmenes De Conflicto</i>	24
2.12.2	<i>Tiempo Continuo</i>	27
2.12.3	<i>Intervalo Crítico</i>	28
2.12.4	<i>Capacidad Potencial</i>	28
2.12.5	<i>Capacidad de Movimiento</i>	29
2.12.6	<i>Capacidad de Carriles Compartidos</i>	29
2.12.7	<i>Demoras</i>	29
2.13	NIVELES DE SERVICIO (LOS)	30

2.14	SEMAFORIZACIÓN.....	31
2.14.1	<i>Clasificación de los Semáforos Vehiculares.....</i>	32
2.14.2	<i>Parámetros en Intersecciones SemafORIZADAS .....</i>	33
2.14.3	<i>Diseño de Intersecciones SemafORIZADAS AISLADAS .....</i>	34
2.15	SINIESTRALIDAD.....	36
2.16	MICRO SIMULACIÓN DE TRAFICO.....	37
2.17	SOFTWARE TRITONE .....	38
2.18	CAPACIDAD DEL CARRIL .....	39
<b>3</b>	<b>CAPITULO III .....</b>	<b>40</b>
3.1	HERRAMIENTAS Y MÉTODOS.....	40
3.2	HERRAMIENTAS.....	40
3.2.1	<i>Aforos vehiculares.....</i>	40
3.3	METODOLOGÍA.....	44
3.3.1	<i>Selección del Corredor.....</i>	44
3.3.2	<i>Toma de Variables.....</i>	48
3.3.3	<i>Volúmenes de Tránsito .....</i>	49
3.3.4	<i>Micro Simulación.....</i>	50
3.3.5	<i>Análisis de Resultados.....</i>	52
<b>4</b>	<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>54</b>
4.1	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.2	ANÁLISIS INTERSECCIÓN AV. GONZÁLES SUÁREZ Y D. TORRES Y 13 DE ABRIL.....	54
4.2.1	<i>Micro Simulación del Estado Actual .....</i>	56
4.2.2	<i>Micro Simulación de la Alternativa 1.....</i>	58
4.2.3	<i>Micro Simulación de la Alternativa 2.....</i>	60
4.2.4	<i>Comparación de Propuestas para la Ave. Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 De Abril 64</i>	
4.3	ANÁLISIS INTERSECCIÓN AVE. GONZÁLES SUÁREZ Y PANCHO VILLA .....	67
4.3.1	<i>Características de la Intersección .....</i>	67
4.4	ANÁLISIS INTERSECCIÓN AVE. GONZÁLES SUÁREZ Y GENERAL ARTIGAS .....	67
4.4.1	<i>Características de la Intersección .....</i>	68
4.5	ANÁLISIS INTERSECCIÓN AVE. GONZÁLES SUÁREZ Y RAYOLOMA.....	69
4.5.1	<i>Micro Simulación del Estado Actual .....</i>	70
4.5.2	<i>Micro Simulación de la Alternativa 1.....</i>	73
4.5.2.1	<i>Demoras existentes .....</i>	74
4.5.3	<i>Micro Simulación de la Alternativa 2.....</i>	74
4.5.4	<i>Comparación de Propuestas para la Ave. Gonzáles Suárez y Rayoloma .....</i>	77
4.6	ANÁLISIS INTERSECCIÓN AVE. GONZÁLES SUÁREZ Y AVENIDA LOS ANDES .....	80
4.6.1	<i>Micro Simulación del Estado Actual .....</i>	81
4.6.2	<i>Micro Simulación de la Alternativa 1.....</i>	84
4.6.3	<i>Micro Simulación De La Alternativa 2.....</i>	85
4.6.4	<i>Comparación de Propuestas para la Ave. Gonzáles Suárez y Ave. Los Andes.....</i>	88
4.7	ANÁLISIS DEL CORREDOR DE LA AVE. GONZÁLES SUÁREZ COMPRENDIDA ENTRE LA D. TORRES Y LA AVENIDA LOS ANDES .....	91
4.7.1	<i>Micro Simulación del Estado Actual .....</i>	93
4.7.2	<i>Micro Simulación del Corredor para la Alternativa 1.....</i>	96
4.7.3	<i>Micro Simulación del Corredor para la Alternativa 2.....</i>	100
4.7.4	<i>Comparación de Propuestas para el Corredor de la Ave. Gonzáles Suárez Entre la Vía D. Torres y la Ave. Los Andes.....</i>	105
4.8	ANÁLISIS DE SINIESTRALIDAD.....	111
4.8.1	<i>Número de Siniestros por Parroquia .....</i>	111
4.8.2	<i>Tipología y Causa Probable de Siniestros.....</i>	112
<b>5</b>	<b>CAPITULO V .....</b>	<b>121</b>

5.1	CONCLUSIONES .....	121
5.2	RECOMENDACIONES.....	122
5.3	REFERENCIAS .....	124
5.4	ANEXOS.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación geográfica .....	5
<b>Figura 2</b>	Puntos de conflicto .....	9
<b>Figura 3</b>	Metodología para intersecciones semaforizadas .....	18
<b>Figura 4</b>	Parámetros para el análisis operacional .....	19
<b>Figura 5</b>	Metodología para intersecciones no semaforizadas .....	24
<b>Figura 6</b>	Flujo de tráfico en una intersección TWSC .....	25
<b>Figura 7</b>	Movimientos para giros izquierdos en calle principal .....	26
<b>Figura 8</b>	Movimientos para giros derechos en calle secundaria.....	26
<b>Figura 9</b>	Movimientos de frente desde la calle secundaria.....	26
<b>Figura 10</b>	Movimientos para giros izquierdos desde calle secundaria.....	27
<b>Figura 11</b>	Corredor seleccionado: vía principal y vías secundarias.....	45
<b>Figura 12</b>	División del corredor de análisis en intersecciones.....	47
<b>Figura 13</b>	Esquema de análisis.....	53
<b>Figura 14</b>	Esquema de la intersección con sus salidas y entradas .....	54
<b>Figura 15</b>	Esquema del estado actual de la intersección 1 .....	56
<b>Figura 16</b>	Ciclo semafórico del Estado Actual.....	57
<b>Figura 17</b>	Esquema geométrico de la intersección Estado Actual.....	58
<b>Figura 18</b>	Ciclo semafórico de la Alternativa 1 .....	59
<b>Figura 19</b>	Cambios geométricos realizados para la Alternativa 2.....	60
<b>Figura 20</b>	Ciclo semafórico de la Alternativa 2.....	61
<b>Figura 21</b>	Dimensiones de los carriles de la Av. G.S. dirección Oeste-Este.....	61
<b>Figura 22</b>	Esquema de señalización intersección D. Torres y 13 de Abril.....	62
<b>Figura 23</b>	Carril exclusivo para giro a la derecha desde la Av. Gonzáles Suárez hacia la 13 de Abril.....	63
<b>Figura 24</b>	Esquema en Tritone de la alternativa 2.....	63
<b>Figura 25</b>	Demora general para la intersección 1 .....	64
<b>Figura 26</b>	Demora de los ramales de la Avenida Gonzáles Suárez .....	66
<b>Figura 27</b>	Demora de los ramales de las vías D. Torres y 13 de Abril.....	66
<b>Figura 28</b>	Esquema geométrico de la intersección analizada .....	68
<b>Figura 29</b>	Esquema geométrico de la intersección analizada .....	69

<b>Figura 30</b>	Esquema de la intersección 4 con sus salidas y entradas .....	69
<b>Figura 31</b>	Esquema del estado actual de la intersección 4 .....	71
<b>Figura 32</b>	Ciclo semafórico del Estado Actual.....	71
<b>Figura 33</b>	Esquema geométrico de la intersección 4, Estado Actual.....	72
<b>Figura 34</b>	Ciclo semafórico de la Alternativa 1 .....	73
<b>Figura 35</b>	Esquema funcionamiento estructura de control de flujo Intersección 4.....	75
<b>Figura 36</b>	Ciclo semafórico de la Alternativa 2 .....	75
<b>Figura 37</b>	Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Rayoloma.....	76
<b>Figura 38</b>	Esquema de la alternativa 2 para la intersección 4.....	77
<b>Figura 39</b>	Demora general para la intersección 4 .....	78
<b>Figura 40</b>	Demora de los ramales de la Avenida Gonzáles Suárez .....	79
<b>Figura 41</b>	Demora de los ramales de la vía Rayoloma.....	80
<b>Figura 42</b>	Esquema de la intersección 5 con sus salidas y entradas .....	80
<b>Figura 43</b>	Esquema del estado actual de la intersección 5 .....	82
<b>Figura 44</b>	Ciclo semafórico del Estado Actual.....	82
<b>Figura 45</b>	Esquema geométrico de la intersección 5, Estado Actual.....	83
<b>Figura 46</b>	Ciclo semafórico de la Alternativa 1 .....	84
<b>Figura 47</b>	Esquema funcionamiento estructura de control de flujo para la intersección 5 ....	86
<b>Figura 48</b>	Ciclo semafórico de la Alternativa 2 .....	86
<b>Figura 49</b>	Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Av. Los Andes .....	87
<b>Figura 50</b>	Esquema en Tritone de la alternativa 2 para la intersección 5 .....	88
<b>Figura 51</b>	Demora general para la intersección Av. Gonzáles Suárez y Av. Los Andes.....	89
<b>Figura 52</b>	Demora de los ramales de la Avenida Gonzáles Suárez .....	90
<b>Figura 53</b>	Demora de los ramales de la Av. Los Andes .....	91
<b>Figura 54</b>	Esquema del corredor en estudio y sus intersecciones.....	92
<b>Figura 55</b>	Esquema del estado actual del corredor.....	93
<b>Figura 56</b>	Ciclo semafórico del estado actual para las intersecciones del corredor.....	94
<b>Figura 57</b>	Niveles de servicio para el corredor en estudio.....	95
<b>Figura 58</b>	Zona con sistemas semafóricos paralelos (zona en conflicto) .....	97
<b>Figura 59</b>	Ciclo semafórico de la alternativa 1 de las intersecciones del corredor.....	98
<b>Figura 60</b>	Niveles de servicio para el corredor en estudio.....	99
<b>Figura 61</b>	Esquema del corredor en estudio (Alternativa 2) .....	101
<b>Figura 62</b>	Cambios geométricos para la intersección 1 (Alternativa 2).....	101
<b>Figura 63</b>	Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Rayoloma (Alternativa 2).....	102
<b>Figura 64</b>	Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Av. Los Andes (Alternativa 2).....	102
<b>Figura 65</b>	Ciclo semafórico de la alternativa 2 de las intersecciones del corredor.....	103

<b>Figura 66</b>	Niveles de servicio para el corredor en estudio.....	104
<b>Figura 67</b>	Demora general para el corredor en estudio.....	106
<b>Figura 68</b>	Niveles de servicio para la intersección 1 .....	107
<b>Figura 69</b>	Niveles de servicio para la intersección 2 .....	107
<b>Figura 70</b>	Niveles de servicio para la intersección 3 .....	107
<b>Figura 71</b>	Niveles de servicio para la intersección 4 .....	109
<b>Figura 72</b>	Niveles de servicio para la intersección 5 .....	110
<b>Figura 73</b>	Número de siniestros por parroquia .....	111
<b>Figura 74</b>	Número de lesionados y fallecidos .....	112
<b>Figura 75</b>	Tipología de siniestro - Monay 2020 .....	113
<b>Figura 76</b>	Causa probable del siniestro - Monay 2020.....	114
<b>Figura 77</b>	Tipología de siniestro - Monay 2021 .....	114
<b>Figura 78</b>	Causa probable del siniestro - Monay 2021 .....	115
<b>Figura 79</b>	Tipología de siniestro - Totoracocha 2020 .....	115
<b>Figura 80</b>	Causa probable del siniestro - Totoracocha 2020 .....	116
<b>Figura 81</b>	Tipología de siniestro - Totoracocha 2021 .....	116
<b>Figura 82</b>	Causa probable del siniestro - Totoracocha 2021 .....	117
<b>Figura 83</b>	Tipología de siniestro - Av. González Suárez .....	119
<b>Figura 84</b>	Causa probable del siniestro - Av. González Suárez .....	120

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Evaluación del Nivel de servicio .....	31
<b>Tabla 2</b> Consideraciones de diseño de intersecciones semaforizadas.....	35
<b>Tabla 3</b> <i>Datos obtenidos en los aforos vehiculares</i> .....	41
<b>Tabla 4</b> Características de las intersecciones .....	48
<b>Tabla 5</b> Volúmenes vehiculares .....	49
<b>Tabla 6</b> Variables para mejora de demoras.....	51
<b>Tabla 7</b> Ciclo semafórico del Estado Actual .....	57
<b>Tabla 8</b> Ciclo semafórico de la Alternativa 1 .....	59
<b>Tabla 9</b> Ciclo semafórico de la Alternativa 2 .....	61
<b>Tabla 10</b> Ciclo semafórico del Estado Actual .....	71
<b>Tabla 11</b> Ciclo semafórico de la Alternativa 1 .....	73
<b>Tabla 12</b> Ciclo semafórico de la Alternativa 2 .....	75
<b>Tabla 13</b> Ciclo semafórico del Estado Actual .....	82
<b>Tabla 14</b> Ciclo semafórico de la Alternativa 1 .....	84
<b>Tabla 15</b> Ciclo semafórico de la Alternativa 2 .....	86
<b>Tabla 16</b> Ciclos semafóricos del estado actual para las intersecciones del corredor.....	94
<b>Tabla 17</b> Demoras, flujo vehicular y niveles de servicio del estado actual.....	96
<b>Tabla 18</b> Ciclos semafóricos de la alternativa 1 de las intersecciones del corredor.....	98
<b>Tabla 19</b> Demoras, flujo vehicular y niveles de servicio para la alternativa 1 .....	100
<b>Tabla 20</b> Ciclos semafóricos del estado actual de las intersecciones del corredor.....	103
<b>Tabla 21</b> Demoras, flujo vehicular y niveles de servicio para la alternativa 2 .....	105
<b>Tabla 22</b> Demoras y niveles de servicio para la intersección 1 .....	108
<b>Tabla 23</b> Demoras y niveles de servicio para la intersección 2 .....	108
<b>Tabla 24</b> Demoras y niveles de servicio para la intersección 3 .....	108
<b>Tabla 25</b> Demoras y niveles de servicio para la intersección 4 .....	109
<b>Tabla 26</b> Demoras y niveles de servicio para la intersección 5 .....	110
<b>Tabla 27</b> Siniestros en el corredor Av. González Suárez .....	119

# 1 CAPITULO I

## 1.1 Introducción

Cuenca es considerada entre las ciudades más importantes del país debido a su alto nivel turístico cuenta con un alto volumen vehicular, pues esta se ha visto afectada por el crecimiento del parque automotor, mismo que rodea el 12% de aumento, llegando a representar un total 1 330 948 viajes generados en un día laboral, de los cuales el 52% representa viajes dentro de la Ciudad (I. M. de Cuenca, 2015), valor que conlleva a una serie de inconvenientes como congestión vehicular, disminución de los niveles de servicio en las vías, mayor contaminación ambiental, mayor gasto de tiempo y combustible en transporte, entre otros problemas que se presentan con mayor frecuencia especialmente en los principales corredores viales de la ciudad. (Ogoño Aguinsaca, J. R., & Orozco Calva, L. F., 2020)

Adicionalmente, si al alto número de desplazamientos registrados se suma el crecimiento poblacional y económico en la ciudad, esto deriva en la saturación de su red viaria provocando la utilización del espacio público con vehículos en movimiento o estacionados, reduciendo de cierta forma la seguridad vial al no cumplir con parámetros de seguridad que garanticen confianza, comodidad y seguridad a todos los usuarios que circulan por las diferentes vías de la ciudad.

Razón por la cual se ve la necesidad de llevar a cabo un análisis y evaluación, con las que se obtengan soluciones que permitan mejorar las condiciones de movilidad para peatones, ciclistas y vehículos motorizados, en un tramo de los principales corredores viales de la ciudad como lo es la Av. González Suárez entre Ernesto Guevara y Av. Los Andes.

Dicho esto, el presente trabajo pretende presentar soluciones que mejoren la fluidez, la movilidad y aumenten los niveles de seguridad vial en el tramo de estudio, esto mediante

la implementación de medidas correctivas a mediano, corto o largo plazo y dentro del marco de las normativas vigentes.

Para el presente estudio se recolectó información de tráfico, características geométricas e información de accidentalidad en las diferentes intersecciones del tramo de estudio. Esta información en parte será proporcionada por instituciones públicas como lo son la DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DE MOVILIDAD del GAD Municipal de la ciudad de Cuenca y por parte de la empresa EMOV EP y; así también, mediante el levantamiento de información complementaria en campo. Para luego, mediante la ayuda del Software Tritone llevar a cabo una modelación del estado actual y posteriormente una modelación con las soluciones propuestas, con el fin de observar el comportamiento de las intersecciones de estudio.

Los resultados expuestos permitirán conocer el comportamiento esperado en el tramo de estudio una vez se lleven a cabo la implementación de las propuestas que surjan del presente estudio, con lo cual se espera mejorar la capacidad y niveles de servicio, parámetros que son fundamentales en el diseño, planificación y operación de tramos de carreteras (Kidwai & Ibrahim, 2005) y; así también, de manera general mejorar la movilidad de todos los modos de transporte en el tramo de estudio y su entorno inmediato.

## **1.2 El Problema**

### **1.2.1 Formulación del Problema**

Los medios de movilización han evolucionado a través del tiempo con la finalidad de brindar mayor comodidad a las personas, permitiendo que se desplacen en las ciudades por diversos motivos, ya sea por trabajo, estudio, ocio, compras, gestiones, etc. Dependiendo de su nivel de ingresos se movilizan en diferentes modos de transporte creando un gran número de rutas y viajes; en consecuencia, su desplazamiento puede ocasionar accidentes de tránsito de diferente tipología, por lo que, contar con una correcta seguridad vial se vuelve indispensable.

La seguridad vial hace referencia al conjunto de medidas, acciones y mecanismos que ayudan al correcto funcionamiento del tránsito, por lo que, en los últimos años la gran mayoría de países ha optado por implementar normas y leyes para conductores, pasajeros y peatones, de tal manera que se reduzca el índice de accidentalidad, creando vías más seguras, mejorando la señalización y optimizando el nivel de servicio vial, de tal manera, que garantice una correcta circulación vehicular, priorizando la vida de los usuarios de los distintos medios de transporte.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año se estima que las víctimas mortales en accidentes de tránsito ascienden a 1,35 millones en el mundo, por otra parte, la mayoría de personas que sufren estos siniestros presentan traumatismos que a largo plazo generan alguna discapacidad, es por ello que se considera al factor de accidentabilidad vial un problema relevante a tomar en cuenta desde el momento del diseño vial, sin dejar de lado los diversos factores de riesgo tales como: error humano y la infraestructura vial insegura.

Otro problema que afronta la sociedad es el nivel de servicio de una vía o intersección, puesto que el crecimiento del parque automotor en el país ha ido aumentando con el paso de los años, se ha evidenciado una congestión vehicular densa en ciertas rutas dentro de las ciudades, por lo tanto, el presente proyecto de investigación busca disminuir el riesgo de accidentabilidad y optimizar el nivel de servicio a lo largo del tramo del corredor vial de la Av. González Suárez en la ciudad de Cuenca.

En el presente trabajo de titulación se recopilara información de accidentabilidad próxima al área de influencia durante los últimos 5 años (2015-2020) por medio de DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE MOVILIDAD del GAD Municipal de la ciudad de Cuenca y la empresa EMOV EP para posteriormente realizar un análisis de siniestralidad del entorno; y así también, se realizará una evaluación de la capacidad, nivel de servicio y condiciones geométricas del tramo del corredor vial Av. González Suárez entre Ernesto Guevara y Av. Los Andes, para en base a esto presentar posibles soluciones a dichos problemas, mismas que serán evaluadas mediante la modelación a través del software Tritone.

### **1.2.2 Alcance**

El propósito de este documento comprende la propuesta de soluciones viables desde el punto de vista de tránsito y reformas geométricas que permitan mejorar el nivel de servicio y reducir el índice de accidentalidad del tramo del corredor objeto de estudio; para ello, se realizará un análisis a lo largo del tramo del corredor vial antes mencionado mediante el modelamiento con la utilización del software Tritone de las intersecciones que conforman el mismo.

El análisis a llevar a cabo corresponde a la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual (HCM 2000) para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas y; así también, en base a las Normativas vigentes para diseño de carreteras como lo son Normas de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP2003) y la Norma Ecuatoriana Vial (Nevi-12).

La selección del corredor vial de estudio ha sido seleccionada conjuntamente con la Dirección General de Gestión Movilidad de la ciudad de Cuenca, esto con el objetivo de presentar soluciones a un conflicto actual de la ciudad, para lo cual las competentes entregarán información actual que dispongan del tramo de estudio.

Finalmente se espera que, el estudio realizado sea precedente para mejorar la fluidez vehicular y la movilidad en general para los diferentes usuarios del tramo de la Av. González Suárez y su entorno inmediato.

### **1.2.3 Definición de la Zona de Estudio**

De manera más específica la presente investigación se desarrolla dentro de la provincia del Azuay en el cantón Cuenca, se sitúa en el tramo del corredor vial Av. González Suárez entre Ernesto Guevara y Av. Los Andes al Oeste de la Ciudad. A continuación, se muestra su ubicación geográfica.



**Figura 1**  
Ubicación geográfica  
Fuente: Autor

### 1.3 Justificación

La razón principal para elaborar el presente estudio es mejorar el nivel de servicio y aumentar la seguridad vial y por ende disminuir el riesgo de accidentalidad a lo largo del tramo de interés, para esta investigación se deberá analizar diversos factores como: diseño geométrico, ciclos semafóricos, nivel de servicio, señalización, tipo de intersección, siniestralidad, entre otros.

Los accidentes de tránsito son un problema relevante para la sociedad cuencana, puesto que, representan no solo pérdidas económicas o materiales, sino también existen casos severos de pérdidas humanas o discapacidad permanente, por lo que es un tema de gran importancia a tratar con las autoridades correspondientes y la ciudadanía usuaria.

Para solucionar los problemas de seguridad vial antes mencionados, se realizará el modelamiento con la ayuda del software Tritone mismo que, permite realizar el análisis de tránsito de acuerdo a parámetros específicos del caso. De acuerdo con las opciones

presentadas en los modelamientos en el software se identificará las soluciones viables y factibles para mejorar los problemas existentes en el tramo de estudio.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Analizar, evaluar y proponer soluciones viables desde el punto de vista de gestión de tránsito o reformas geométricas a los problemas del corredor vial Av. González Suárez entre Ernesto Guevara y Av. Los Andes mediante micro simulación con el software Tritone

### **1.4.2 Específicos**

- Realizar un análisis de la siniestralidad en base a la información proporcionada por la empresa EMOV EP.
- Realizar un estudio de tráfico en el tramo de estudio determinando la capacidad y el nivel de servicio actual del tramo de estudio mediante la modelación en el software Tritone.
- Presentar posibles soluciones para mejorar la fluidez vehicular y reducir el índice de accidentalidad en el tramo de estudio.
- Realizar un estudio de tráfico en el tramo de estudio determinando la capacidad y el nivel de servicio futuro con la implantación de soluciones mediante la modelación en el software Tritone.
- Realizar un análisis comparativo de resultados en el estado actual y futuro del tramo de estudio que permita visualizar los cambios generados.

## 2 CAPÍTULO II

### 2.1 MARCO TEÓRICO

El presente capítulo pretende mostrar la argumentación teórica y variables necesarias para llevar a cabo la realización del estudio propuesto.

### 2.2 Tipo de Intersecciones

Dentro de la transportación de una ciudad, son las intersecciones los elementos viales más estudiados, puesto que, estas representan puntos críticos en la movilidad de la misma; teniendo en cuenta que en las intersecciones representan un lugar de alto riesgo para vehículos y peatones, debido a que en ellas se produce la concurrencia de varias arterias viales, en las que, el flujo vehicular toma diferentes direcciones, generando puntos de conflictos de distintos niveles de peligrosidad, dependiendo de las maniobras permitidas. (Soto, 2009).

En las intersecciones se producen la mayor cantidad de accidentes, parte de ellos por errores humanos - incumplimiento de las regulaciones establecidas y la seguridad vial -, y en otras por factores de riesgo relacionados con parámetros geométricos o gestión de tránsito de las vías o intersecciones – provocando siniestros de tránsito -. (Wang, Y. G., Chen, K. M., Pei, Y. L., & Wang, Y, 2011).

Las intersecciones se clasifican en:

- Intersecciones a Nivel

El flujo de tráfico en una intersección a nivel puede ser descontrolado, de tipo prioritario o controlado.

- Intersecciones semaforizadas o controladas

Dentro de las intersecciones controladas, el flujo se encuentra segregado en términos de tiempo y, diferentes direcciones de flujo comparten un mismo espacio vial. Debido

a la coincidencia del mismo espacio (en términos de tiempo) por diversas direcciones de flujo, el tráfico se mueve como en circunstancias de parada y marcha.

Debido a esta situación, la capacidad de una intersección semaforizada se define y mide de manera diferente al flujo ininterrumpido (Kidwai, F. A., Karim, M. R., & Ibrahim, M. R., 2005).

- Intersecciones prioritarias: No semaforizadas, canalizaciones y rotondas

Las intersecciones de tipo prioritario son aquellas que no son controladas por dispositivos electrónicos en donde la prioridad de movimientos es lo que controla los diferentes flujos y maniobras.

En las intersecciones de este tipo, se presentan con más frecuencia la generación de maniobras imprevistas realizadas por los conductores, ya que cada conductor debe definir y decidir el momento seguro para ingresar a la intersección (Depiante, V., & Galarraga, J., 2011). Es decir, los cruces en intersecciones no semaforizadas se encuentran sujetos a la percepción de tiempo y espacio del cada conductor y peatón.

- Intersecciones a Desnivel (Intercambiadores)

Este tipo de intersecciones presentan una mayor capacidad, reducen el número de puntos críticos separando los flujos en diferentes niveles a través del uso de estructuras como puentes, túneles, viaductos, etc.

Los tipos de intersecciones objeto de estudio son las intersecciones a nivel, las cuales pueden ser o no controladas por dispositivos electrónicos para segregar los diferentes modos de transporte que confluyen a cada una de las intersecciones que conforman el corredor de estudio.

### **2.3 Puntos de Conflicto**

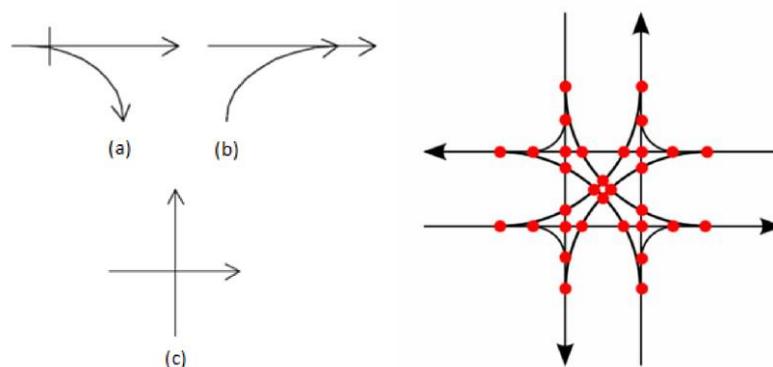
Una intersección se define como el cruce de diferentes movimientos direccionales vehiculares en un mismo nivel (AASTHO, 2001). Estos movimientos se ven afectados por una

gran cantidad de puntos de conflictos, los cuales son los puntos potenciales de accidentes dada su relación con la intensidad del tránsito (Pañi & Martínez, 2019).

Entre los factores que influyen directamente la incidencia de puntos de conflicto es la maniobra que realiza el conductor, ya que éste puede generar rutas imprevistas en los movimientos direccionales; estas rutas son el resultado de maniobras inesperadas llevadas a cabo por los vehículos, entre las cuales se mencionan cambios de carril o vueltas no planeadas a la izquierda o derecha en carriles que solo van de frente. (Miramontes, E., Vidaña, J., & Rodríguez, A, 2015)

Los puntos de conflicto que pueden encontrarse en una intersección son tres: (García, Vidaña, & Rodríguez, 2015)

- a. El punto de divergencia, en el cual una trayectoria común se separa para tomar distintas direcciones.
- b. El punto de convergencia, dos o más trayectorias se unen para formar una en común.
- c. El punto de cruce, este es donde dos trayectorias diferentes ocupan temporalmente el mismo lugar, en tiempo y espacio.



**Figura 2**  
*Puntos de conflicto*  
*Fuente: Autor*

## 2.4 Estudio de Tráfico

### 2.4.1 Volumen De Tráfico

Las ciudades dependen de su sistema viario a través del cual se ofertan los servicios para los distintos modos de transporte; sin embargo, debido a la alta tasa de crecimiento del parque automotor, estos sistemas deben operar por arriba de su capacidad para de cierta forma satisfacer la demanda de sus usuarios, pero a la vez originando conflictos de tráfico lo cual deriva en accidentes y congestionamiento.

Los estudios de tráfico se llevan a cabo con el fin de conseguir datos reales de los movimientos de los diferentes modos de transporte (vehicular, peatonal, ciclista, etc.) sobre puntos específicos dentro de una vía o calle y de cierta forma cuantificar la capacidad y calidad del servicio de la misma. Estos resultados se expresan en función del tiempo (Cal et al., 1994).

De acuerdo a Cal y Mayor, el volumen de tránsito se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o calzada, durante un periodo determinado y se expresa de la siguiente manera:

$$Q = N/T$$

Donde:

Q representa los vehículos que pasan por unidad de tiempo. (vehículos/periodo).

N es el número total de vehículos que pasan.

T indica un periodo determinado (unidad de tiempo).

De manera general, los volúmenes de tránsito se emplean considerablemente dentro de los campos de la planeación, proyectos, ingeniería de tránsito, investigación, usos comerciales, entre otros, (Cal et al., 1994).

### **2.4.2 Volúmenes Absolutos o Totales**

Representan el total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo y dependiendo de la duración de este se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales (Cal et al., 1994):

- **Tránsito anual (TA)**

Número de total de vehículos que circulan durante un periodo de un año.

- **Tránsito mensual (TM)**

Número de total de vehículos que circulan durante un periodo de un mes.

- **Tránsito semanal (TS)**

Número de total de vehículos que circulan durante un periodo de una semana.

- **Tránsito diario (TD)**

Número de total de vehículos que circulan durante un periodo de un día.

- **Tránsito horario (TH)**

Número de total de vehículos que circulan durante un periodo de una hora.

El número de vehículos que circulan en periodos inferiores a una hora se conoce como flujo o tasa de flujo ( $q$ ).

### **2.4.3 Volúmenes De Tránsito Horarios**

Dentro de los volúmenes de tránsito horario y aquel que nos ayudará al desarrollo del presente estudio se encuentra el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD), el cual representa el máximo número de vehículos que atraviesan un punto o sección de carril durante 60 minutos consecutivos. Este volumen representa los periodos de máxima demanda durante un día particular (Cal et al., 1994).

#### **2.4.4 Variación Del Volumen De Tránsito En La Hora De Máxima Demanda**

Es importante comprender la variación del volumen de tráfico dentro de las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos y, de esta forma elaborar planes de control de tráfico para determinados periodos del día.

La variación del tráfico en una hora de máxima demanda puede llegar a diferir entre calles e intersecciones; y así mismo, puede alcanzar una repetibilidad y consistencia a lo largo de varios días de la semana. Sin embargo, a menos que se disponga de una distribución uniforme, el volumen horario de máxima demanda dispondrá de periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mayores a la de la misma hora, dicho de otra forma, la relación entre el volumen horario de máxima demanda y el flujo horario máximo se conoce como factor de la hora de máxima demanda (FHMD).

$$FHMD = VHMD/N(q_{max})$$

Donde N comprende el número de periodos dentro de la hora demanda, los cuales en nuestro medio se emplean N=4, pues los aforos se realizan en periodos de 15 minutos.

### **2.5 Aforos Vehiculares**

El conocimiento del volumen de tránsito de una vía es parte primordial para la evaluación y diseño de la misma, puesto que, una sobreestimación de los valores generará un sobredimensionamiento ocasionando así pérdidas económicas; así como también la subestimación resultará en un deficiente nivel de servicio en la vía. Por lo que es necesario realizar una recolección de información tan precisa como sea posible (Ha & Oh,2014). Entre los métodos para la obtención del volumen de tráfico se tiene el método manual y el automático.

## **2.6 Aforos Manuales**

Este tipo de levantamiento de información se realiza por personal debidamente instruido, por lo cual estos aforos entregan una caracterización más detallada de tránsito motorizado y no motorizado.

Esta metodología permite obtener los siguientes parámetros de valoración (M de Cuenca, 2014).

- La variación temporal del volumen de tráfico clasificado en livianos, buses, camiones (con diferente número de ejes) y motos; para cada vía de una determinada intersección.
- Un registro de giros realizado por los diferentes tipos de vehículos en una determinada intersección.
- Variación temporal del volumen de peatones que atraviesan las diferentes aproximaciones de una intersección, distinguiendo los grupos de atención prioritaria como niños, adultos mayores y personas con discapacidad.
- variación temporal del volumen de bicicletas que se aproximan a una intersección.

## **2.7 Aforos Automáticos**

Los aforos automáticos, se consideran como la mejor forma de recolección de información vehicular (sin clasificar), pues posibilitan la obtención de volúmenes de tráfico continuos con mejor precisión y exactitud a largo de grandes periodos de tiempo y; a pesar de que no es dable obtener la clasificación y repartición de los movimientos vehiculares en muchos de estos métodos, este tipo de aforos se utilizan como estaciones maestras para la determinación de factores de ajuste de tráfico (Gordillo & Miguitama, 2018).

## **2.8 Capacidad**

La capacidad de una sección de vía se define como el máximo número de vehículos que tienen una posibilidad de atravesar dicha sección durante un periodo de tiempo determinado, esta depende de las características geométricas, de tráfico, del estado de su calzada, velocidad límite, prohibiciones de adelantamiento o aparcamiento, entre otros.

De acuerdo a Cal y Mayor (1994), un estudio de capacidad comprende un estudio cuantitativo y cualitativo el cual permita valorar la suficiencia y calidad del sistema viario respectivamente.

Los periodos de análisis para un estudio de capacidad son de 15 minutos, pues estos periodos son considerados como el menor tiempo en el cual se presenta un flujo estable.

Los estudios de capacidad resultan útiles para establecer el efecto de los factores externos e internos en la capacidad ideal de determinado tramo de vía y el flujo de servicio que corresponde a un nivel de servicio dado.

El HCM 2000 presenta capítulos de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, los cuales abarcan la información pertinente para la comprensión y recopilación de la información precisada para el análisis.

## **2.9 Niveles De Servicio**

La medida cualitativa que describe la calidad de las condiciones de funcionamiento del flujo vehicular en un sistema viario en términos de velocidad, libertad de maniobrar, comodidad y tiempo de viaje queda determinada mediante los niveles de servicio, conocidos también por sus siglas en ingles Level Of Service (LOS) (HCM, 2010).

Los niveles de servicio establecidos de acuerdo al Highway Capacity Manual (HCM) para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas son los siguientes:

### **2.9.1 Nivel De Servicio A**

Representa una circulación a flujo libre, los vehículos cuentan con una alta libertad para seleccionar su velocidad y maniobrar, generando una excelente comodidad a los mismos.

Presenta operación con demoras inferiores a los 10 segundos por vehículo para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

### **2.9.2 Nivel De Servicio B**

Representa una circulación a flujo estable, los vehículos poseen una selección de velocidad a pesar de que su libertad para maniobrar y su nivel de comodidad hayan disminuido.

Presenta operación con los siguientes valores de demoras:

- Superiores a los 10 segundos e inferiores a los 20 segundos por vehículo para intersecciones semaforizadas
- Superiores a los 10 segundos e inferior a 15 segundos para intersecciones no semaforizadas.

### **2.9.3 Nivel De Servicio C**

Representa una circulación a flujo estable, sin embargo, esta representa el inicio del dominio en el que la velocidad de vehículos se ve afectada por la interacción con otros y la libertad para maniobrar es restringida. Su nivel de comodidad desciende notablemente

Presenta operación con los siguientes valores de demoras:

- Superiores a los 20 segundos e inferiores a los 35 segundos por vehículo para intersecciones semaforizadas
- Superiores a los 15 segundos e inferior a 25 segundos para intersecciones no semaforizadas.

#### **2.9.4 Nivel De Servicio D**

Representa una circulación a flujo estable, pero con una densidad alta, su libertad para maniobrar y seleccionar su velocidad queda restringida. Se presenta un nivel de comodidad bajo y los pequeños incrementos de flujo causan problemas de funcionamiento.

Presenta operación con los siguientes valores de demoras:

- Superiores a los 35 segundos e inferiores a los 55 segundos por vehículo para intersecciones semaforizadas
- Superiores a los 25 segundos e inferior a 35 segundos para intersecciones no semaforizadas.

#### **2.9.5 Nivel De Servicio E**

Representa una circulación inestable, el funcionamiento se halla cerca del límite de su capacidad y la libertad para maniobrar y seleccionar la velocidad es difícil y baja respectivamente. Los niveles de comodidad son considerablemente bajos y los pequeños incrementos de flujo causan colapsos.

Presenta operación con los siguientes valores de demoras:

- Superiores a los 55 segundos e inferiores a los 80 segundos por vehículo para intersecciones semaforizadas
- Superiores a los 35 segundos e inferior a 50 segundos para intersecciones no semaforizadas.

#### **2.9.6 Nivel de Servicio F**

Representa una circulación de flujo forzado, se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto excede la cantidad que puede pasar por el mismo. Se genera la formación de colas.

Presenta operación con los siguientes valores de demoras:

- Superiores a los 80 segundos por vehículo para intersecciones semaforizadas.
- Superiores a 50 segundos para intersecciones no semaforizadas.

## **2.10 Relación Volumen - Capacidad**

De acuerdo al Highway Capacity Manual (HCM, 2010), si en un determinado punto de una vía circula un significativo número de vehículos a una velocidad moderada y sin registrar congestión alguno, se puede decir entonces que el sistema vial cuenta con un funcionamiento ideal, para lo cual, es imprescindible que el número de vehículos que por ahí circulan estará obligado a ser menor que la capacidad de la vía objeto de estudio.

Dicho de otra forma, cuando la capacidad de la vía es inferior a la demanda de tráfico surge el congestionamiento vehicular

Entonces, la estimación de los niveles de servicio (LOS) se realizará mediante la utilización de la relación de volumen – capacidad (V/C). El valor umbral para relación volumen/capacidad es la unidad, teniéndose de esta manera los siguientes escenarios:

- V/C menor a 1, el sistema vial no se encuentra colapsado.
- V/C=1, el sistema vial se encuentra al límite.
- V/C mayor a 1, el sistema vial se encuentra saturado.

## **2.11 Capacidad y Nivel de Servicio en Intersecciones Semaforzadas**

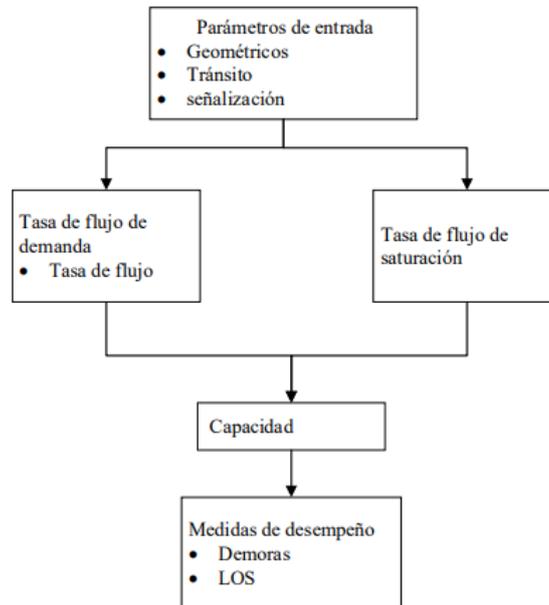
La metodología a seguir para intersecciones semaforizadas es la propuesta por el Highway Capacity Manual (HCM 2000), misma que inicia bajo la determinación de una saturación “ideal”, que viene dada por la capacidad vehicular máxima a la cual funciona la interacción bajo condiciones ideales de tránsito, usuarios y sistema vial. Esta metodología se muestra en la Figura 3:

### **2.11.1 Parámetros De Entrada**

Los datos necesarios para la aplicación de la metodología del HCM 2000 se basa en tres categorías: geométricas, de tránsito y de señalización o semáforos:

### 2.11.2 Condiciones Geométricas

Estas condiciones se exponen de manera general en forma de esquema e incluyen toda la información relevante con respecto al tipo de accesos y dimensiones de carriles y radio de curvas. Estas se pueden observar en la Figura 3.



**Figura 3**  
*Metodología para intersecciones semaforizadas*  
*Fuente: Highway Capacity Manual 200*

### 2.11.3 Condiciones De Tránsito

Representadas por las condiciones de tráfico como el Factor de Hora de Máxima Demanda (FHMD), el tipo de llegada a la intersección y las maniobras realizadas por hora en la intersección por parte de los vehículos (movimientos de frente, giro izquierdo, derecho o tipo “U”).

### 2.11.4 Condiciones De Señalización o Semáforos

Hace referencia a la duración del ciclo semafórico en segundos: Tiempo de verde efectivo, ámbar y todo rojo, de forma más detallada en la Figura 4, se muestran los parámetros de entrada para cada una de las condiciones.

Tipo de condición	Parámetro
Geométricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de área</li> <li>Número de carriles, N</li> <li>Ancho promedio de carriles, W (m)</li> <li>Pendiente G (%)</li> <li>Carriles exclusivos, LT o RT</li> <li>Longitud de bahías, LT o línea RT, Ls (m)</li> <li>Estacionamientos</li> </ul>
Tránsito (circulación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demanda por movimiento, V (veh/h)</li> <li>Flujo de saturación ideal, so (veh livianos/h/carril)</li> <li>Factor horario de máxima demanda, FHMD (veh/h)</li> <li>Porcentaje de vehículos pesados, HV (%)</li> <li>Flujo peatonal en los accesos (peatones/h)</li> <li>Autobuses que paran en la intersección, NB (autobuses/h)</li> <li>Actividad de estacionamientos, Nm (maniobras/h)</li> <li>Tipo de llegadas, AT</li> <li>Proporción de vehículos que llegan en verde, P</li> <li>Velocidad de aproximación, SA (km/h)</li> </ul>
Semáforos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud del ciclo, C (s)</li> <li>Tiempo de verde, G (s)</li> <li>Intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y (s)</li> <li>Operación accionada o prefijada</li> <li>Botón peatonal</li> <li>Verde mínimo peatonal, Gp (s)</li> <li>Plan de fases</li> <li>Período de análisis, T (h)</li> </ul>

**Figura 4**  
*Parámetros para el análisis operacional*  
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

### 2.11.5 Agrupación De Carriles

Un grupo de carriles es un conjunto de carriles de un acceso que carga de un conjunto de flujos vehiculares, estos se establecen de acuerdo a la distribución de las maniobras realizadas dentro de la intersección (giros derechos, giros izquierdos y rectos). Pudiendo establecerse carriles exclusivos cuando se disponga de bahías exclusivas o carriles compartidos. Matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$V_1 < \frac{V_a - V_1}{N - 1}$$

Donde V1 es el volumen de giro correspondiente, Va el volumen total del acceso y N el número de carriles del acceso.

Se consideran carriles compartidos cuando se cumple la desigualdad anterior, caso contrario se realizará el análisis como carriles exclusivos para cada maniobra.

### 2.11.6 Tasa De Flujo

Los volúmenes de demanda se representan de mejor manera como una tasa de flujo en vehículos por hora durante el periodo de análisis (15 minutos normalmente). Los factores pico siempre deben ser convertidos a la demanda de la tasa de flujo para cada periodo particular de análisis.

Para convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo durante 15 minutos se emplea la siguiente ecuación:

$$v = \frac{V}{FHMD}$$

Donde V representa el volumen horario y FHMD es el Factor Horario de Máxima Demanda.

### 2.11.7 Tasa De Flujo De Saturación

La tasa de flujo de saturación se establece como la máxima tasa de flujo en un acceso o grupo de carriles que puede cruzar la intersección considerando que el acceso o grupo de carriles dispone del 100% del tiempo disponible en verde efectivo ( $g/C=1$ ) para cruzar.

La tasa de saturación en compuestos por hora de luz verde se expresa y se puede obtener mediante estudios de campo o mediante la siguiente expresión:

$$S = S_0 N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{Lu} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde:

S tasa de flujo de saturación para el grupo de carril considerado, (veh/h)

$S_0$  Flujo de saturación base por carril, (veh/h/carril)

N Número de carriles en el grupo

$f_w$  Factor de ajuste por ancho de carril

$f_{HV}$  Factor de ajuste por vehículos pesados

$f_g$  Factor de ajuste por pendiente del acceso

$f_p$  Factor de ajuste por existencia de actividad de estacionamientos

$f_{bb}$  Factor de ajuste por bloqueo de autobuses

$f_a$  Factor de ajuste por el tipo de área

$f_{Lu}$  Factor de ajuste por utilización de 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 peatones y bicicletas en la vuelta a la izquierda

$f_{Rpb}$  Factor de ajuste por peatones y bicicletas en la vuelta a la derecha

Las ecuaciones para la determinación de los factores se muestran en los Anexos.

### **2.11.8 Capacidad y Relación Volumen/Capacidad**

La capacidad de una intersección semaforizada se encuentra definida para cada acceso o grupo de carriles como la tasa de flujo máxima que puede atravesar la intersección bajo condiciones prevalecientes geométricas, de tránsito y del ciclo semafórico. Esta se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$C_i = S_i \left( \frac{g_i}{C} \right)$$

Donde:

$C_i$  Capacidad del grupo de carriles (veh/hora)

$S_i$  Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles (veh/hora verde)

$g_i$  Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles (segundos)

$C$  Ciclo del semáforo (segundos)

La relación volumen capacidad o llamada también grado de saturación ( $X$ ) se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$X_i = \frac{v_i}{C_i}$$

Donde  $v_i$  corresponde a la tasa de flujo de demanda actual o proyectada del grupo de carriles.

### **2.11.9 Demoras**

El valor calculado representa la demora promedio por control ( $d$ ) para todos los vehículos que llegan durante el período de análisis, incluidas las demoras que ocurrieron antes del período de análisis. Cuando el grupo de carriles está sobrecargado, el cálculo es el siguiente:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3$$

#### **2.11.9.1 ( $d_1$ ) Demora Uniforme**

Consiste en la demora producida si los vehículos llegarán uniformemente distribuidos, de tal forma que no exista saturación durante ningún ciclo.

$$d_1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \min(1, X) \left(\frac{g}{C}\right)}$$

Donde:

C Ciclo del semáforo (s)

g Tiempo de verde (s)

X Grado de saturación

#### **2.11.9.2 ( $d_2$ ) Demora Incremental**

Este tipo de demora considera las llegadas aleatorias ocasionando que algunos ciclos se sobresaturen.

$$d_2 = 900T[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIX}{cT}}]$$

Donde

T: Duración del periodo de análisis (0.25h para periodo de 15 minutos)

K: Factor de demora incremental

I: Factor de ajuste por entrada de la intersección corriente arriba

c: Capacidad del grupo de carriles (veh/h)

X: Grado de saturación de grupo de carriles

### 2.11.9.3 (d<sub>3</sub>) Demora por Cola Inicial

Se considera una demora adicional, misma que se define cuando antes del periodo de análisis existe una cola residual dado que es prioritario disipar la cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT}$$

Donde

Q<sub>b</sub>: Cola inicial al inicio del periodo de análisis T (veh)

c: Capacidad

T: Periodo de análisis (h)

t: duración de la demanda insatisfecha (h)

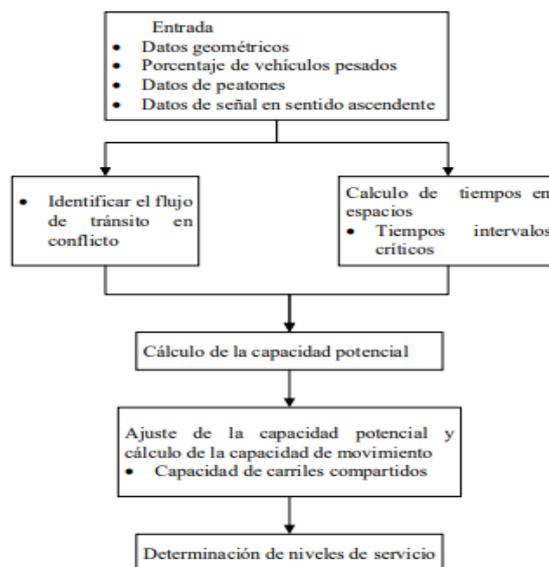
u: Parámetro de demora

## 2.12 Capacidad y Nivel de Servicio en Intersecciones No Semaforizadas

Una intersección no semaforizada se compone por una vía principal y una secundaria, este tipo de intersecciones es controlada por señales de “pare”, las cuales sirven para indicar la prioridad de los movimientos o maniobras a realizarse dentro de la intersección.

El análisis de capacidad en intersecciones no semaforizadas se basa en una completa caracterización y conocimiento de la correlación entre dos flujos de tránsito conflictivo. En este tipo de intersecciones cada uno de los conductores tiene que hallar un momento propicio y seguro para efectuar la maniobra deseada mediante la observación del tráfico, señales y prioridades para valerse de un espacio físico (Depiante, V., & Galarraga, J, 2011).

La metodología a utilizar para el análisis será la propuesta por el HCM 2000.



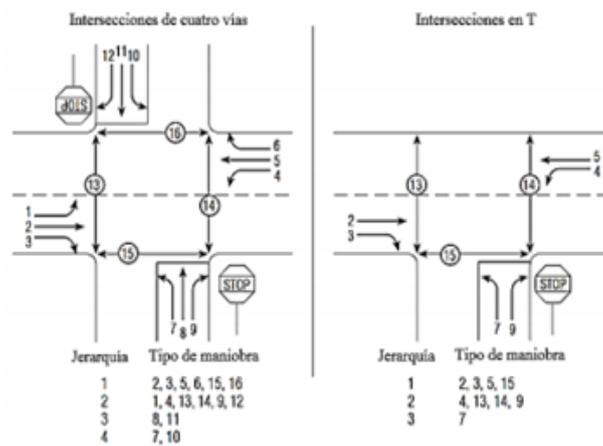
**Figura 5**  
*Metodología para intersecciones no semaforizadas*  
*Fuente: Highway Capacity Manual 2000*

### 2.12.1 Volúmenes De Conflicto

Dentro de una intersección sin semáforos los movimientos de mayor prioridad deben utilizar algunos espacios a ser utilizados por los movimientos de menor prioridad, estos derechos de parada y paso se detallan a continuación:

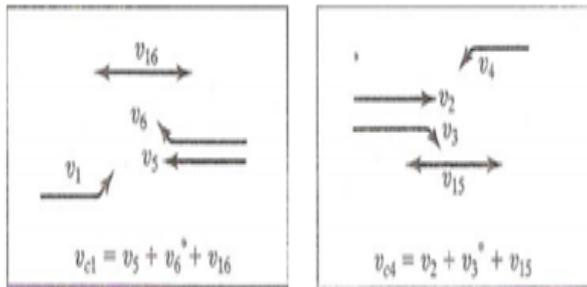
- La jerarquía 1 debe tener libre derecho de paso frente a las jerarquías 2, 3 y 4.
- La jerarquía 2 debe ceder ante la jerarquía 1 y debe tener libre derecho de paso frente a las jerarquías 3 y 4.
- La jerarquía 3 debe ceder ante la jerarquía 1 y 2, y debe tener libre derecho de paso frente a las jerarquías 4.
- La jerarquía 4 debe ceder ante la jerarquía 1, 2 y 3.

Las diferentes maniobras de flujo vehicular y el volumen de conflicto correspondiente se calculan de acuerdo con la ecuación incluida en la parte inferior de cada imagen expuesta a continuación:



**Figura 6**  
 Flujo de tráfico en una intersección TWSC  
 Fuente: Highway Capacity Manual 2000

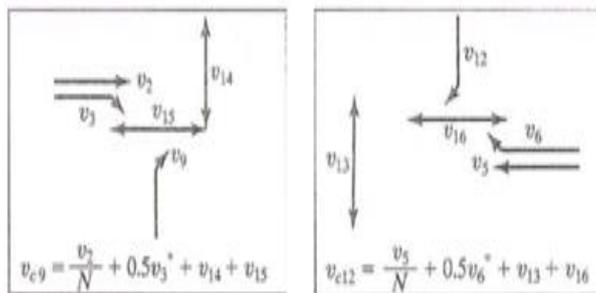
**2.12.1.1 Giros Izquierdos en la Calle Principal**



**Figura 7**

Movimientos para giros izquierdos en calle principal  
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

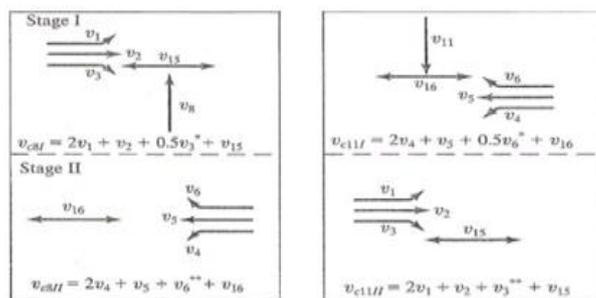
**2.12.1.2 Giros Derechos en la Calle Secundaria**



**Figura 8**

Movimientos para giros derechos en calle secundaria  
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

**2.12.1.3 Movimiento de Frente Desde la Calle Principal**

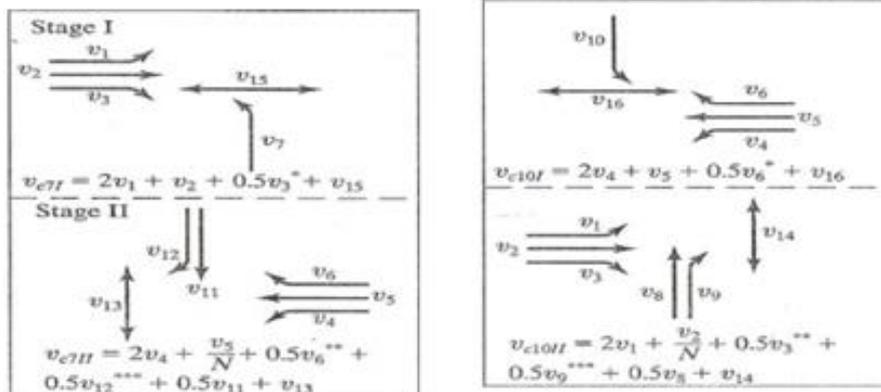


**Figura 9**

Movimientos de frente desde la calle secundaria  
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

### 2.12.1.4 Giros Izquierdos Desde la Calle Secundaria

Este tipo de maniobras son reconocidas por ser bastante peligrosas, pues, además del tráfico de la calle principal requieren superar también los flujos peatonales.



**Figura 10**  
 Movimientos para giros izquierdos desde calle secundaria  
 Fuente: Highway Capacity Manual 2000

### 2.12.2 Tiempo Continuo

El tiempo mínimo medio admitido entre la salida de un vehículo de la calle secundaria y la salida de un segundo vehículo empleando el mismo interludio se define como el tiempo continuo t<sub>fx</sub>. Matemáticamente se determina según la siguiente fórmula:

$$t_{fx} = t_{fb} + t_{fHV} * P_{HV}$$

Donde:

$t_{fb}$  Tiempo continuo base, obtenido del HCM.

$t_{fHV}$  Factor de ajuste para vehículos pesados.

$P_{HV}$  Proporción de vehículos pesados.

### 2.12.3 Intervalo Crítico

Es el tiempo entre dos vehículos consecutivos moviéndose en una misma dirección. De acuerdo al HCM este intervalo se define como el tiempo (s) para que la parte delantera de un segundo vehículo consecutivo llegue al punto de partida del primer vehículo.

El intervalo crítico  $t_{cx}$  es entonces el intervalo mínimo promedio aceptado que permite la entrada a la intersección. Este intervalo se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$t_{cx} = t_{cb} + t_{cHV} * P_{HV} + t_{cG} * G - t_{cT} - 3t_{3LT}$$

Donde:

$t_{cb}$  Intervalo crítico base, obtenido del HCM.

$t_{cHV}$  Factor de ajuste para vehículos pesados.

$P_{HV}$  Proporción de vehículos pesados.

$t_{cG}$  Factor de ajuste para pendiente.

$G$  Pendiente.

$t_{cT}$  Factor de ajuste para "intervalo aceptado en 2 etapas o fases".

$t_{3LT}$  Factor de ajuste por geometría de la intersección.

### 2.12.4 Capacidad Potencial

El concepto de capacidad potencial de movimiento, asume que todos los espacios disponibles son usados por los movimientos vehiculares actuantes, en los cuales hay una gran prioridad de movimientos vehiculares y peatonales esperando usar uno de estos espacios.

$$C_{px} = v_{cx} \left( \frac{e^{-v_{cx} * \frac{t_{cx}}{3600}}}{1 - e^{-v_{cx} * \frac{t_{fx}}{3600}}} \right)$$

Donde:

$v_{cx}$  Tasa de flujo de conflicto para un movimiento x, veh/h.

$t_{cx}$  Intervalo crítico para cada movimiento x, s.

$t_{fx}$  Tiempo continuo para movimiento x, s.

### 2.12.5 Capacidad de Movimiento

La capacidad de movimiento de cada flujo de tráfico de la jerarquía 2 es igual a la capacidad potencial dada en la ecuación  $C_m = C_p$ .

### 2.12.6 Capacidad de Carriles Compartidos

Si dentro de un acceso existen carriles que comparten movimientos, es necesario juntar estos y reajustar a las nuevas condiciones, la capacidad reajustada se determina de la siguiente forma:

$$C_{SH} = \frac{\sum V_y}{\sum V_y / C_{my}}$$

Donde:

$V_y$  Tasa de flujo "y" compartiendo flujo con otros movimientos.

$C_{my}$  Capacidad de movimiento "y" compartiendo flujo con otros movimientos.

### 2.12.7 Demoras

La demora total es la diferencia entre el tiempo de viaje actual experimentado y el tiempo de viaje referencial, una parte de la demora total se debe al control de medidas de señales de pare o cualquier otra. La demora se calcular mediante la siguiente ecuación:

$$d_x = \frac{3600}{C_{mx}} + 900 * T * \left( \left( \frac{V_x}{C_{mx}} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{V_x}{C_{mx}} - 1 \right)^2 + \frac{\left( \frac{3600}{C_{mx}} \right) * \left( \frac{V_x}{C_{mx}} \right)}{450 * T}} \right) + 5$$

Donde:

$V_x$  Tasa de flujo para un movimiento

$C_{mx}$  Capacidad de movimiento

$T$  Periodo de tiempo de analisis (h)

Para determinar la demora de toda la intersección, se realiza un promedio de las demoras de todos los movimientos de la misma.

$$d_t = \frac{\sum(v_x * d_x)}{v_t}$$

Donde  $v_x$  y  $d_x$  corresponden al volumen y demora de cada movimiento respectivamente y  $v_t$  es el volumen de toda la intersección.

### 2.13 Niveles de Servicio (LOS)

La calidad del flujo vehicular se la determina mediante el concepto de niveles de servicio, según el HCM 2000 el tiempo de demoras que define los niveles de servicio para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas está definido por las siguientes Tablas:

NIVELES DE SERVICIO SEGÚN DEMORAS - INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	
Niveles de Servicio	Demoras (seg/veh)
A	$\leq 10$
B	$>10 \leq 20$
C	$>20 \leq 35$
D	$>35 \leq 55$
E	$>55 \leq 80$
F	$>80$

NIVELES DE SERVICIO SEGÚN DEMORAS - INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS	
Niveles de Servicio	Demoras (seg/veh)
A	$\leq 10$
B	$>10 \leq 15$
C	$>15 \leq 25$
D	$>25 \leq 35$
E	$>35 \leq 50$
F	$>50$

**Tabla 1**  
Evaluación del Nivel de servicio  
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

## 2.14 SemafORIZACIÓN

Dentro de un sistema viario se hallan intersecciones con un importante flujo vehicular, peatonal, ciclista, entre otros. En estas intersecciones se hace uso de un sistema de semafORIZACIÓN para controlar y dirigir los flujos existentes.

Un dispositivo de control del tránsito es el semáforo, mediante el cual las indicaciones luminosas emitidas hacia los conductores y peatones, alterna el derecho de paso de vehículos y/o peatones en intersecciones (Denatran,2011).

El sistema semafórico emplea el uso de un ciclo semafórico establecido por la longitud del ciclo y sus diferentes fases, el ciclo semafórico se define como el tiempo de una secuencia completa de todas las indicaciones de señal, y su longitud comprende el tiempo que toma en completar todas las fases de un sistema semafórico. En tanto que, la fase semafórica es la parte del ciclo asignado a determinados movimientos específicos que reciben el derecho de paso haciendo uso de un tiempo específico durante la longitud del ciclo.

Los semáforos serán de gran utilidad al momento de ejecutar las siguientes funciones:  
(Romero & Toledo, 2017)

- Interrumpir momentánea y periódicamente un flujo (vehicular y/o peatonal) mientras se habilita el paso de otro flujo.
- Controlar la circulación por carriles.

- Regular la velocidad vehicular para que la circulación del flujo sea constante.
- Reducir la posibilidad de accidentes vehiculares.

#### **2.14.1 Clasificación de los Semáforos Vehiculares**

Dentro de la clasificación de semáforos de uso para tráfico vehicular se tienen los siguientes:

##### **2.14.1.1 Semáforos Actuados por el Tránsito**

Estos dispositivos permiten regular el tráfico en una intersección dependiendo del flujo en cada acceso de la misma, es decir, los tiempos y orden de cada fase semafórica dependerá del flujo del acceso.

Dichos flujos pueden ser detectados mediante dispositivos como: neumáticos, lazos de inducción, rayos infrarrojos, etc.). (Granda & Martínez, 2017)

##### **2.14.1.2 Semáforos Semiactuados por el Tránsito**

Resultan aplicables dentro de intersecciones que presentan altos flujos y velocidades en sus accesos principales y volúmenes de tránsito normalmente liviano en sus accesos secundarios. La fase semafórica para la calle principal se mantiene principalmente en verde, mientras que, la fase para su calle secundaria se activa en cuanto se detecta flujo vehicular o peatonal en la misma. (Granda & Martínez, 2017)

##### **2.14.1.3 Semáforos de Tiempo Fijo**

Semáforos que regulan el tráfico en la intersección mediante fases semafóricas con tiempos fijos y preestablecidos. Las características de funcionamiento pueden ser ajustados a diferentes periodos del día dependiendo de las variaciones horarias de los volúmenes de tráfico.

Estos dispositivos se emplean en intersecciones que presentan variaciones de tráfico relativamente constantes.

## **2.14.2 Parámetros en Intersecciones Semaforizadas**

### **2.14.2.1 Intervalos de Tiempo**

Dentro de un ciclo semafórico se presentan transcurros de tiempo definidos que permite e impiden uno u otro movimiento, en estos intervalos de tiempo la señal semafórica permanece constante.

### **2.14.2.2 Intervalo de Cambio**

Es el tiempo otorgado a los flujos para detenerse de manera segura. Se representa el mismo mediante el color ámbar y este se exhibe entre el intervalo de verde y el intervalo de limpieza.

### **2.14.2.3 Intervalo de Limpieza**

Se representa con el color rojo y está presente simultáneamente en todos los semáforos que componen el sistema. Se hace uso de este intervalo para prohibir el ingreso de nuevos vehículos, peatones o ciclistas hacia la intersección y simultáneamente permite que los que se encuentran ya en la intersección culminen su movimiento con seguridad. Además, se conoce a este intervalo como “todo rojo”

### **2.14.2.4 Intervalo de Verde**

Representado por el color verde, este intervalo autoriza el inicio de uno o varios movimientos del ciclo semafórico. Se presenta después de del intervalo de limpieza.

### **2.14.2.5 Intervalo de Rojo**

Representado por el color rojo, este intervalo obliga al flujo vehicular, peatonal o ciclistas a detenerse detrás del semáforo. Por lo general, este intervalo funciona paralelamente cuando otro semáforo del sistema presenta un intervalo de verde.

### **2.14.2.6 Fase**

Es la combinación de movimientos que se llevan a cabo dentro una intersección de manera simultánea durante un intervalo de tiempo que puede ser fijo o variable, una Fase puede corresponder a movimientos vehiculares, ciclistas y/o peatonales.

La Fase semafórica inicia con el intervalo de verde y termina con el intervalo de cambio (Ambar).

#### **2.14.2.7 Ciclo o Longitud de Ciclo**

Representado por la unión de las diferentes fases, desde el inicio de verde para un acceso cualquiera hasta el comienzo del próximo verde en el mismo acceso.

#### **2.14.3 Diseño de Intersecciones Semaforizadas Aisladas**

El diseño de intersecciones semaforizadas se basa en la Norma RTE – INEN 004 Señalización Vial, parte 5. Semaforización.

##### **2.14.3.1 Determinación de Fases Semafóricas**

Dependiendo de la complejidad de una intersección se le asignara un determinado número de fases, el cual ira desde el simple (2 fases) hasta el más complejo (8 fases). (Granda & Martínez, 2017)

A continuación, se muestran algunas consideraciones para selección del número de fases dentro de un ciclo.

- El volumen de giro izquierdo en un determinado acceso determina la necesidad de asignar una fase independiente para mencionada maniobra, es decir, si existe un flujo de giro izquierdo bajo, esta maniobra deberá realizarse durante la fase de verde de flujo opuesto (por filtración).
- Los siniestros suscitados por la realización de giros izquierdos influyen en la decisión de selección de fases, puesto que de acuerdo a Granda & Martínez, cuatro siniestros justifican dicho requerimiento.
- Otro parámetro importante previo a la selección de fases, es la disponibilidad de carriles exclusivos para giros izquierdos.

En este punto es importante indicar que, la eficiencia de una intersección semaforizada es inversamente proporcional al número de fases que conforman el ciclo semafórico.

El cálculo de una intersección se basa en las siguientes acotaciones:

Ciclo semafórico	El tiempo se tomará múltiplo de 15 sg
Ciclo máximo	≤ 120 sg
Todo Rojo (TR)	1 a 2 sg
Ambar	3 sg

**Tabla 2**

Consideraciones de diseño de intersecciones semaforizadas

Fuente: Autor

### 2.14.3.2 Flujo de Saturación

Se define mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{sat} = \frac{3600}{V_{t.veh}}$$

$$V_{t.veh} = \frac{\text{Tiempo de verde(fase)}}{n.veh}$$

Donde:

$V_{t.veh}$  factor de saturación

$n.veh$  Numero de vehículos que atraviesan la intersección.

### 2.14.3.3 Tiempo de Verde

Se determina con la siguiente ecuación:

$$T_{vi} = \frac{T_{csel} - \sum_{i=1}^p T_{int}}{\sum \frac{q_{rel i}}{q_{sat i}}} * \frac{q_i}{q_{sat}}$$

Donde:

$T_{vi}$  Tiempo de verde de la Fase i

$T_{csel}$  Tiempo de ciclo seleccionado

$\sum_{i=1}^p T_{int}$  Sumatoria de tiempos intermedios entre Fases

$q_{sat}$  Flujo de saturación

$q_i$  Flujo de la fase i más relevante (máximo)

$q_{rel i}$  Flujo relativo de i

#### 2.14.3.4 Tiempo de Ciclo

El tiempo de ciclo se estima de la siguiente forma:

$$T_{Ciclo} = \frac{1.5 * \sum_{i=1}^p t(imrd) + 5}{1 - \sum_{i=1}^p \frac{q_{max\ i}}{q_{sat\ i}}}$$

Donde:

$t(imrd)$  Tiempo intermedio relativo

$q_{max\ i}$  Flujo máximo de la fase i

$q_{sat\ i}$  Flujo de saturación de la fase i

$p$  Numero de fases

El rango para valores de ciclo se encuentra entre los 40 y 120 segundos, para valores por fuera de este rango son considerados bajos o elevados respectivamente.

Así mismo, resulta importante mencionar que, la calidad del flujo vehicular se evalúa de acuerdo al concepto de niveles de servicio.

### 2.15 Siniestralidad

La siniestralidad está presente en el sistema vial, viéndose incrementado o disminuido por la responsabilidad de sus usuarios. Al ser este un factor externo del sistema vial, se hace uso de aparatos, estructuras o señales informativas para controlar y dirigir el flujo vehicular, peatonal o ciclista, de tal manera que se espera una disminución en la siniestralidad en el sistema vial.

Los siniestros de tránsito representan un grave problema a combatir especialmente en los países en vías de desarrollo, pues de acuerdo a estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2009, las muertes por accidentes de tránsito mundialmente podrían superar la novena posición del año 2004 con 1.27 millones de muertes/ año a la quinta posición en el año 2030 con 2.4 millones de muertes/ año. (J. Torres, 2012)

Entonces podría decirse que los siniestros de tránsito constituyen una de las principales causas de fallecimientos y lesiones en el mundo, a no ser que se tomen acciones urgentes para reducir su incremento. (Rodríguez, 2009)

Las intersecciones viales concentran el mayor número de siniestros de tránsito, pues las mismas son un punto de encuentro de dos o más vías, concentrando una compleja interacción y conflictos viales entre las mismas, lo cual puede traducirse en siniestros de tránsito. (J. Torres, 2012)

De aquí que resulta importante diseñar intersecciones que permitan minimizar el número de incidentes y potenciales accidentes y, al mismo tiempo facilitando la comprensión y maniobrabilidad para usuarios dentro de una intersección.

Para intersecciones conflictivas, uno de los métodos de control de la misma viene dado por la implementación de un semáforo, con lo cual se puede controlar e impedir la siniestralidad con mejores resultados en estas zonas, sin embargo, el buen uso de este sistema de control estará a cargo de los usuarios.

La principal causa de siniestros o accidentes de tránsito es el factor humano, sin embargo, acciones que permitirían reducir las situaciones de conflicto, frecuencia y gravedad de siniestros son las mejoras en las características e infraestructura vial. (J. Torres, 2012)

## **2.16 Micro Simulación de Tráfico**

La micro simulación es utilizada para representar de forma puntual, precisa y específica el tráfico y su evolución instantánea, teniendo en cuenta los aspectos geométricos de la infraestructura comercial y el comportamiento real del conductor en redes de carreteras.

El uso de sistemas de simulación permite entender el funcionamiento del sistema vial, de tal modo que el usuario logre modelar y varias ciertas condiciones con el fin de prever el comportamiento del usuario vehicular.

Algunos alcances de los modelos de micro simulación son: (Roca, 2010).

- Estudios sobre redes arteriales o de autopistas.
- Estudios de impactos de grandes construcciones.
- Planes de evacuación.
- Desarrollo de estrategias de gestión de autopistas.
- Esquemas de tránsito calmado.
- Estudios sobre sistemas de transporte masivo.
- Evaluaciones de priorización del transporte público.
- Diseño y evaluación de terminales.
- Diseño y evaluación de peajes.
- Análisis de cruces a nivel con vías férreas.
- Evaluación de sistemas ITS
- Otros

## **2.17 Software Tritone**

El software libre “Tritone” se desarrolló en la Universidad de Calabria – UNICAL, perteneciente al grupo TIS (Software for Innovative Transport), TIS desarrolla software y sistemas inteligentes para solventar y analizar problemas de transporte.

El análisis del tráfico vehicular representa el flujo vehicular, su tráfico, evolución y su funcionamiento en tiempo real mediante variables como sistemas semafóricos, geometría, flujos vehiculares y el comportamiento propio de cada uno de los usuarios del sistema vial.

“Tritone” cuenta con varias metodologías de micro simulación en su repertorio, entre los cuales encontramos:

- Lane – Changing
- Gap – Acceptance
- Over – Taking

## **2.18 Capacidad del Carril**

Dado a que el software Tritone considera como variable de entrada la capacidad máxima del carril (veh/carril/hora) es necesario incluirla al momento de realizar la micro simulación del corredor de análisis.

Según Carpio F, Avilés J, Morillo D. (2018). se dio a conocer que los parámetros presentados por HCM, no son válidos para la ciudad de Cuenca, Ecuador. Por lo cual, se llevó a cabo un análisis de la capacidad de carril para la ciudad de Cuenca, comparando el método presentado por el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) y la capacidad de la carretera obtenida utilizando datos de campo. Para determinar los valores de campo se utilizó el método conocido como “observador moviéndose”.

En dicho estudio se considera que HCM presenta una capacidad de 1700 veh/carril/hora. Concluyendo que, para las vías de la ciudad de Cuenca, Ecuador se cuenta con una capacidad vial inferior, precisamente de un 63% en comparación con el HCM.

Por consiguiente, para la presente micro simulación del corredor de la avenida Gonzáles Suárez se hace uso de una capacidad de 1000 veh/carril/hora.

## **3 CAPITULO III**

### **3.1 HERRAMIENTAS Y MÉTODOS**

El presente capítulo tiene como propósito principal dar a conocer la metodología a seguir para alcanzar cada uno de los objetivos específicos planteados en el presente trabajo de titulación.

### **3.2 Herramientas**

Se exhiben los componentes utilizados para la toma de los datos, análisis y posterior diseño en cada uno de los intercambiadores del corredor.

#### **3.2.1 Aforos vehiculares**

Los aforos vehiculares son utilizados para determinar datos reales relacionados con el movimiento de vehículos particulares, transporte público, bicicletas, personas. Este análisis se lleva a cabo en secciones específicas del sistema vial.

Estos se expresan en relación al tiempo y gracias a ellos es posible analizar y estimar la calidad del servicio presente en el tramo de estudio para los usuarios del sistema.

Para el presente trabajo de titulación, se lleva a cabo el levantamiento de información en cada una de las intersecciones del corredor los días 09, 10, 15 y 16 de febrero del año 2022, este levantamiento se ha ejecutado durante las horas consideradas como hora pico u hora de máxima demanda, siendo estas entre 07H00 a 09H00 y de 17H00 a 19H00; este levantamiento de información se ha realizado mediante aforos manuales con personal en campo, ubicados en puntos estratégicos que permitieron levantar cada una de las maniobras realizadas en las intersecciones de estudio. Los formatos de levantamiento de información se muestran en la sección de Anexos

Dentro del mismo contexto, se realizó un inventario vial y levantamiento topográfico, todo esto con la finalidad de contar con todos los insumos necesarios que permitan realizar una simulación más próxima a la realidad.

La información a levantar mediante los aforos vehiculares dependerá del nivel de análisis que se desea llevar a cabo, en relación al análisis desarrollado para el corredor de estudio se obtuvieron los datos para cada una de las vías que componen las intersecciones, siendo estos datos los presentados en la Tabla 3.

<b>CONTEO VEHICULAR</b>			
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>DATOS OBTENIDOS</b>		
<b>LIVIANOS</b>	FLUJO RECTO	GIRO IZQUIERDO	GIRO DERECHO
<b>BUSES</b>			
<b>CAMIONES</b>			
<b>CONTEO CICLISTAS</b>			
	<b>DATOS OBTENIDOS</b>		
<b>CICLISTA COMÚN</b>	FLUJO RECTO	GIRO IZQUIERDO	GIRO DERECHO

**Tabla 3**  
*Datos obtenidos en los aforos vehiculares*  
*Fuente: Autor*

Para realizar el aforo vehicular se utiliza la plantilla de conteo presente en la sección de Anexos.

### **3.2.1.1 Datos de siniestralidad**

Como parte del presente estudio se llevará a cabo un análisis de siniestralidad que comprende como área de estudio las parroquias de Monay y Totoracocha de la ciudad de Cuenca, parroquias que rodean el corredor vial de análisis. De manera más específica, se analizarán los datos de siniestros durante los años 2020 y 2021, mismos que han sido levantados y proporcionados por parte de la empresa pública EMOV EP.

Datos que permitirán llegar a identificar los sitios que muestren un mayor número de siniestros de tránsito dentro del área de estudio, es decir, los puntos en donde la ocurrencia de los mismos se presenta con mayor periodicidad.

Y así mismo, determinar la tipología y causas probables más comunes, tipo de calzada y otros datos relevantes como numero de lesionados y fallecidos generados como resultado de los siniestros.

Resultados que permitirían mostrar posibles soluciones desde el punto de vista de gestión de tránsito o en caso de requerirse presentar soluciones que impliquen reformas de obra física a los puntos con mayor frecuencia de siniestros y; de esta forma mejorar la seguridad vial y de todos los modos de transporte presentes en el área de estudio, priorizando las acciones a tomar para aquellos puntos con mayor siniestralidad dentro del corredor de análisis.

Dentro de la información levantada por parte de la empresa pública EMOV EP, se cuenta con parámetros como:

- Código
- Fecha y hora
- Coordenadas geográficas
- Parroquia y dirección
- Condición atmosférica
- Condición y tipo de calzada de la vía
- Tipo de siniestro
- Causa probable
- Zona (Urbana o Rural)
- Número de Lesionados
- Número de fallecidos
- Número de vehículos involucrados

La base de datos de siniestros correspondiente al periodo 2020 – 2021 se muestran en el acápite de Anexos.

### **3.2.1.2 Software de Análisis**

En el presente trabajo de titulación se lleva a cabo el análisis y funcionamiento del corredor, mismo en el que se plantea analizarlo mediante micro simulación. Debido a que este método se encarga de analizar a cada vehículo como independiente.

Se utiliza el software libre Tritone, diseñado en la Universidad de Calabria – UNICAL (Grupo TIS).

El software representa el tráfico y su evolución al instante, tomando consideraciones como:

- Geometría del sistema.
- Comportamiento de los conductores.
- Tipo de vehículos.
- Obstáculos en la vía.
- Semaforización.
- Entre otros.

Al ser un software diseñado para la unión europea, este presenta un análisis diferente a LOS (HCM), sin embargo, durante la micro simulación se tomará como dato relevante el tiempo de demora presente en cada intersección, parámetro necesario para determinar el nivel de servicio de la sección de vía y/o intersección de estudio.

### **3.2.1.3 Software de Diseño**

Otro de los requerimientos base para llevar a cabo el presente trabajo, es el levantamiento topográfico del corredor de estudio, el cual nos permitirá tener conocimiento sobre la geometría horizontal de cada una de las intersecciones del corredor de estudio. Dicha información será levantada mediante una estación total para posteriormente procesar la misma mediante el uso del software CivilCAD, creado por la empresa ARQCOM.

Por otra parte, es importante indicar que, debido a una alta consolidación urbana con la que se cuenta en el área de estudio, entre las posibles alternativas a plantear se tiene

previsto llevar cabo gestión de tránsito, lo cual comprende un análisis de re direccionamiento de vías existentes, optimización semafórica, entre otros.

Dentro del mismo contexto, y una vez que se tenga la geometría actual de cada intersección, se prevé realizar el análisis de posibles alternativas desde el punto de vista de realizar reformas geométricas en las intersecciones, mismas que comprenderían creación de carriles adicionales, incorporación de isletas para canalizar los flujos, entre otros. Todo esto con la finalidad de mejorar la capacidad vehicular y así disminuir el tiempo de demora y niveles de servicio en cada una de las intersecciones y de ser el caso del corredor completo.

Finalmente, una vez se cuente con el análisis del funcionamiento del corredor con las diferentes alternativas, se realizará una micro simulación del corredor, esto con el propósito de verificar los niveles de servicio del corredor.

La metodología a realizarse se muestra de manera más detallada en el siguiente apartado.

### **3.3 Metodología**

En la presente sección se desglosan de forma más específica las actividades consideradas a llevar a cabo como parte del análisis de cada una de las intersecciones y a todo el corredor vial de estudio.

#### **3.3.1 Selección del Corredor**

Del sistema vial de la ciudad de Cuenca, se selecciona un corredor con un considerable flujo vehicular, mismo que se presenta delimitado por vías transversales a la principal.

El corredor seleccionado se ubica a lo largo de la Avenida Gonzáles Suárez entre la vía Los Andes y D. Torres, con un total cercano de 567,28 metros de longitud. En la Figura 11 se presenta el corredor seleccionado.



**Figura 11**  
*Corredor seleccionado: vía principal y vías secundarias*  
 Fuente: Autor

El corredor cuenta con tres intersecciones semaforizadas y dos no semaforizadas, dos centros comerciales importantes y varios secundarios, residenciales y un local industrial a lo largo del corredor. El desglose de estas estructuras se exhibe en la sección 3.3.1.2.

### 3.3.1.1 Proceso de Información

La información recopilada dentro del área de estudio como: aforos vehiculares, topografía y siniestros de tránsito; será procesada para su posterior análisis y evaluación de resultados.

Dentro del procesamiento de información a llevarse a cabo para cada uno de los parámetros se detallan a continuación:

- **Aforos vehiculares**

El tratamiento de esta información comprende la tabulación de la misma obtenida a partir de aforos manuales realizados por personal de la Dirección de Gestión de Movilidad y nuestra propia participación, estos aforos manuales se han realizado en campo y mediante la visualización de videos, mismos que han sido grabados a través de cámaras de video colocadas en ciertas intersecciones del corredor de estudio.

Los aforos vehiculares se han llevado a cabo durante las horas pico (07H15 – 09H00 y 17H00 – 19H00) los días miércoles 09/02/2022, jueves 10/02/2022, martes 15/02/2022 y miércoles 16/02/2022. Horas de máxima demanda que se han determinado previamente en base a al aforo de 12 horas en la intersección Av. González Suárez – D. Torres y Ernesto Guevara. Aforos en los cuales se ha registrado información vehicular clasificado y ciclista. A partir de lo cual se han determinado los siguientes volúmenes máximos de hora de máxima demanda:

- Intersección Av. González Suarez – 13 de Abril con un VHMD de 2183 veh/h
- Intersección Av. González Suarez – Pancho Villa con un VHMD de 2535 veh/h
- Intersección Av. González Suarez – General Artigas con un VHMD de 1637veh/h
- Intersección Av. González Suarez – Av. Rayoloma con un VHMD de 2549 veh/h
- Intersección Av. González Suarez – Av. Los Andes con un VHMD de 2596 veh/h

Con lo cual se puede mencionar que el corredor de estudio presenta en promedio un total de 2300 vehículos por hora, a lo largo de la hora de máxima demanda.

Finalmente, en base a la información procesada se obtendrán volúmenes de hora pico y otros parámetros importantes dentro del área de tránsito como, por ejemplo: el factor de hora pico (FHP), el volumen horario de máxima demanda (VHMD), porcentaje de pesados, entre otros.

- **Levantamiento topográfico**

Como se mencionó anteriormente el levantamiento de información se ha realizado mediante el uso de equipo topográfico (Estación Total) y su procesamiento se ha lleva a cabo mediante la herramienta CAD.

- **Siniestros de tránsito.**

El tratamiento a darle a esta información comprende un análisis estadístico básico, el cual se realiza a profundidad en las parroquias de Monay y Totoracocho.

En este punto es importante mencionar que, cada uno de los diferentes análisis son importantes y serán claves a la hora tomar decisiones durante el análisis, permitiendo presentar soluciones más técnicas y acorde a las diferentes necesidades de cada una de las intersecciones que conforman el corredor de estudio.

### 3.3.1.2 División del Corredor

El análisis del corredor de estudio se lleva a cabo mediante el análisis de cada una de las intersecciones que componen el mismo, en este sentido se procede a fraccionar el corredor en intersecciones individuales para su respectivo análisis.

Las intersecciones que conforman el corredor se presentan en la Tabla 4 e Figura 12.



**Figura 12**  
*División del corredor de análisis en intersecciones*  
Fuente: Autor

FRACCIONAMIENTO DE INTERSECCIONES				
Número	Intersecciones involucradas	Tipo	No. de entradas	No. de salidas
1	Ave. Gonzáles Suárez & D. Torres y 13 de Abril	Semaforizada	3	4
2	Ave. Gonzáles Suárez & Pancho Villa	No semaforizada	3	3
3	Ave. Gonzáles Suárez & Gral. Artigas	No semaforizada	3	2
4	Ave. Gonzáles Suárez & Rayoloma	Semaforizada	3	3
5	Ave. Gonzáles Suárez & Ave. Los Andes	Semaforizada	3	3

**Tabla 4**  
*Características de las intersecciones*  
*Fuente: Autor*

### 3.3.2 Toma de Variables

Dentro de este apartado procede a determinar las características propias de cada una de las intersecciones de estudio, siendo estas:

- Flujos vehiculares
- Flujos peatonales
- Ciclos semafóricos
- Datos geométricos y de señalización

Para determinar los flujos vehiculares, se considera como un nodo a cada entrada y salida de la intersección y mediante conteo vehicular se determina el nodo de salida y llegada de cada vehículo que hace uso de la intersección. A la vez, cada uno de estos elementos son diferenciados entre vehículos de dos, tres o cuatro ejes, buses y bicicletas.

En caso de que la intersección cuente con un sistema semafórico, se toman los tiempos de cada fase (verde efectivo, Ámbar y Todo Rojo), la longitud del ciclo y se esquematizan las fases existentes.

Finalmente, se obtienen la geometría de la intersección y las señales presentes; los datos geométricos son utilizados para calibrar la simulación y poder llevar a cabo un cambio geométrico de ser el caso.

Para cada uno de estos datos se procede al uso de plantillas de toma de datos, mismas que se presentan en los Anexos.

### 3.3.3 Volúmenes de Tránsito

El volumen de tránsito es el número de vehículos que pasan por un punto dado, de un carril o de una calzada, durante un tiempo determinado. En el estudio del comportamiento del sistema vial se cuenta con los siguientes grupos de volúmenes.

<b>VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTOS O TOTALES</b>	<b>VOLÚMENES DE TRÁNSITO PROMEDIO DIARIOS</b>	<b>VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS</b>
Tránsito anual	Tránsito promedio diario anual	Volumen horario máximo anual
Tránsito mensual	Tránsito promedio diario mensual	Volumen horario de máxima demanda
Tránsito semanal	Tránsito promedio diario semanal	Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo - anual
Tránsito diario		Volumen horario de proyecto
Tránsito horario		
Rasa de flujo		

**Tabla 5**  
*Volúmenes vehiculares*  
Fuente: Autor

Para contar con una mayor certeza en el análisis de comportamientos vehiculares se aconseja tener un conocimiento de todo el universo del sistema vial. Debido a que contar con datos aforados durante de todo un año llega a ser un proceso complicado y costoso, se utilizan aforos ya sea en periodos horarios, diarios, semanales o mensuales en un punto específico. Y este a su vez es proyectado para estimar el tráfico promedio diario anual (TPDA) de la zona de análisis.

Sin embargo, para el análisis del funcionamiento de cada una de las intersecciones a lo largo del corredor de estudio se analiza el flujo durante 12 horas de aforo, el día seleccionado para realizar el aforo cuenta con las características de un día representativo de flujo vehicular, con sus variaciones de densidad del flujo y horas pico.

Conociendo el flujo vehicular, se analiza el comportamiento para la hora de máxima demanda, ya que esta presentará los mayores tiempos de demora para las intersecciones. Por ello, el flujo vehicular de interés llega a ser el volumen horario de máxima demanda (VHMD).

### **3.3.4 Micro Simulación**

Para proceder a realizar la micro simulación de cada una de las intersecciones y del corredor, con el fin de conocer el posible comportamiento de cada conductor. Al ser una micro simulación, se considera que cada vehículo presenta un comportamiento singular.

La simulación se lleva a cabo mediante el software Tritone como se mencionó anteriormente y se analiza desde dos perspectivas, siendo estas:

- Micro simulación por intersecciones separadas.
- Micro simulación del corredor

#### **3.3.4.1 Micro Simulación por Intersecciones Separadas**

Se lleva a cabo la micro simulación de cada una de las cinco intersecciones que se presentan a lo largo del corredor, obteniendo así los resultados del tiempo de demora que existe en cada vía y en la intersección.

Como parte del estudio se tiene previsto realizar el análisis de los tres estados:

- Estado actual
- Alternativa 1
- Alternativa 2

Cabe mencionar que para el análisis del estado actual se dispone de las variables reales que presenta cada una de las intersecciones, determinando así la demora existente.

No siendo así para el análisis con las alternativas, en las cuales se plantean cambios en ciertos parámetros, pudiendo ser estos desde el punto de vista de gestión de tránsito o ya sea mediante la implementación de reformas geométricas, esto con la finalidad de disminuir el tiempo de demora y por ende los niveles de servicio de la intersección.

Las alternativas consideradas para el análisis del presente trabajo de titulación se enseñan en la Tabla 6.

<b>ALTERNATIVAS PROPUESTAS</b>		
<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estructura de cambio</b>
1	Cambio en el intervalo de tiempo	Semáforo
2	Aumento o disminución de fases semaforicas	Semáforo
3	Prohibición de un movimiento	Semáforo y señalización
4	Reforma Geométrica	Cambio geométrico

**Tabla 6**  
*Variables para mejora de demoras*  
*Fuente: Autor*

Una vez llevado a cabo la implementación de las alternativas, se realiza el análisis y determinación de demoras en la intersección. Este procedimiento es repetido para cada una de las cinco intersecciones que componen el corredor.

### **3.3.4.2 Micro Simulación del Corredor**

Con el objetivo de evaluar de mejor forma los resultados obtenidos, se realizará un análisis integral del corredor completo. Este análisis al igual que en el caso de análisis de intersecciones asiladas se realizará para los siguientes escenarios:

- **Estado actual**

El análisis actual se realiza, utilizando las características actuales de cada una de las intersecciones con lo cual, se obtienen las demoras y niveles de servicio actuales a lo largo de todo el corredor.

- **Alternativa 1**

Con el propósito de obtener la mejor alternativa que ofrezca los mejores resultados, se procede a iterar las alternativas planteadas en cada una de las intersecciones asiladas. Posteriormente se plantean los cambios llevados a cabo como una propuesta integral de mejora a lo largo del corredor completo.

- **Alternativa 2**

Bajo el mismo criterio de selección empleado para obtener la primera Alternativa de mejora, se lleva a cabo el análisis de una segunda propuesta, misma que saldrá de iterar las alternativas planteadas para las intersecciones de manera separada. Estos cambios serán diferentes a los planteados en la Alternativa 1.

En base a estos resultados se analiza las nuevas demoras de todo el corredor mediante micro simulación.

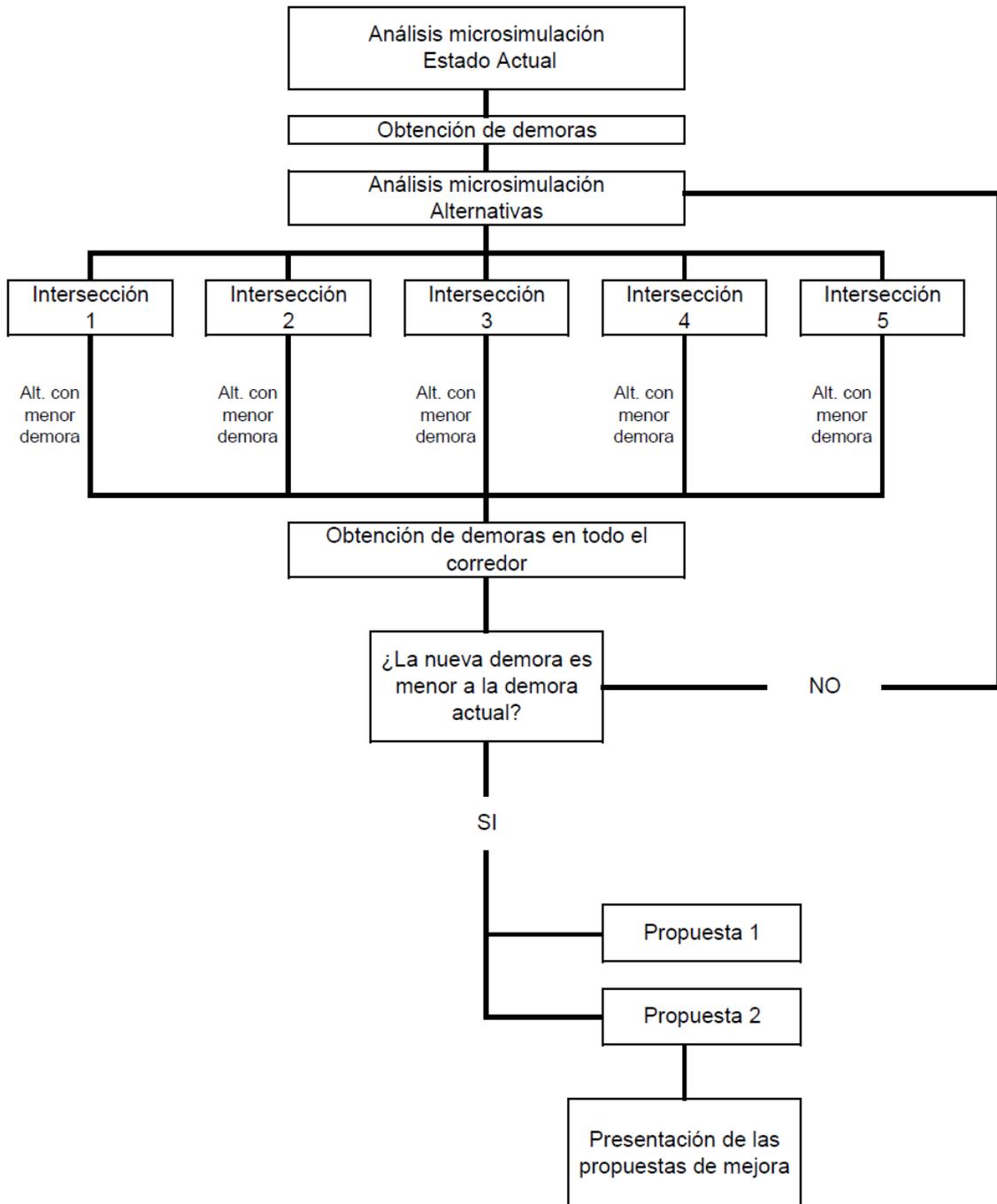
En la Figura 13, se presenta un esquema del análisis a elaborar.

### **3.3.5 Análisis de Resultados**

Los resultados se evaluarán considerando las demoras, mismas que serán validadas de manera cuantitativa (seg) y mediante niveles de servicio (LOS).

No siendo así para los resultados en cuanto a siniestralidad se refieren, pues la evaluación de este índice de siniestralidad podrá ser analizada al final de un año a partir de la implantación de las medidas de mitigación.

Finalmente, luego de evaluar las alternativas se determina cuál de ellas es la que mejor resultados presenta, esto en base a parámetros técnicos como demoras y niveles de servicio, factores representativos que dan nociones de cuanta congestión puede existir en una intersección.



**Figura 13**  
 Esquema de análisis  
 Fuente: Autor

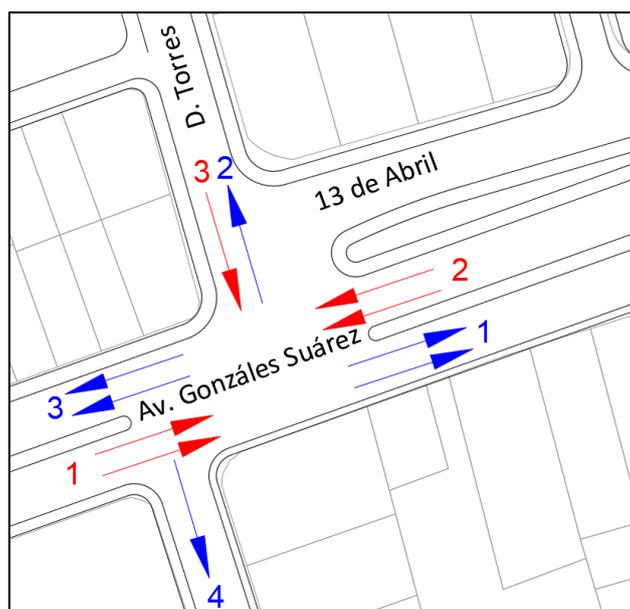
## 4 CAPITULO IV

### 4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo tiene como principal objetivo dar a conocer los resultados obtenidos luego de llevar a cabo la metodología propuesta en el presente trabajo de titulación.

### 4.2 Análisis Intersección Av. Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 de Abril

Se plantea el análisis de la intersección comprendida entre la Avenida Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 de Abril, dicha intersección presenta una geometría tipo Cruz, con 4 salidas y 3 entradas. Se usa el software Tritone para llevar a cabo la micro simulación para determinar las demoras de cada vía de la intersección y de la intersección como un todo.



**Figura 14**

*Esquema de la intersección con sus salidas y entradas*

*Fuente: Autor*

La simulación se lleva a cabo mediante el uso de vías que conectan los nodos existentes en cada intersección, el nodo permite el giro del flujo vehicular hacia uno o más nodos en distintos sentidos. Por tal motivo, para simular una intersección tipo cruz, se necesita de un nodo en el centro de la misma.

- Longitud del tramo [m].
  - Parámetro utilizado para conocer el largo de cada carril. Variable directa con las colas que pueden formarse en una intersección.
- Velocidad máxima [km/h].
  - Velocidad del vehículo a lo largo de cada tramo. Principalmente es utilizada cuando la densidad vehicular es baja.
- Velocidad máxima con tráfico [km/h].
  - Velocidad del vehículo a la largo del tramo cuando la densidad vehicular es alta.
- Capacidad del carril [veh/h/carril].
  - Máxima densidad vehicular a lo largo de una hora.
- Densidad [veh/km/carril].
  - Capacidad de saturación de un carril.
- Número de carriles.
  - Cantidad de carriles con los que cuenta un tramo.
- Existencia de sentido contrario.
  - Capacidad de que la vía cuente con un carril opuesto con las mismas características geométricas.
- Pendiente [%].
  - Inclinación positiva o negativa de la vía.
- Ancho del carril [m].
  - Parámetro utilizado para conocer la amplitud del carril de la vía.
- Radio de curvatura [°]
  - Radio existente del carril. Pertenece a las características geométricas.

Posterior a ello se colocan los flujos vehiculares existentes en la intersección, haciendo uso de nodos de inicio y nodos finales. Cabe mencionar que, a pesar de colocar los nodos de

inicio y fin, la micro simulación es la encargada de dirigir el flujo vehicular por el camino que presente las vías con menor longitud, siempre y cuando sus maniobras sean permitidas.

Se procede con la colocación de la estructura de control de tráfico, siendo esta el uso de semáforos para permitir e impedir el flujo de los carriles.

#### 4.2.1 Micro Simulación del Estado Actual

Para esta simulación se determinan las características de la intersección, sus flujos vehiculares y ciclos semafóricos. Se procede a proyectar la intersección en el software Tritone como se presenta en la Figura 15.



**Figura 15**  
*Esquema del estado actual de la intersección 1*

*Fuente: Autor*

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 de Abril cuenta con un ciclo semafórico de 60 segundos dividida en dos fases semafóricas. Permitiendo el flujo vehicular de la Avenida Gonzáles Suárez y posteriormente el flujo vehicular de la D. Torres y 13 de Abril.

El ciclo semafórico del estado actual se presenta en la Figura 16.



**Figura 16**  
Ciclo semafórico del Estado Actual  
Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2
Verde	31	21
Ámbar	3	3
Todo Rojo	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	

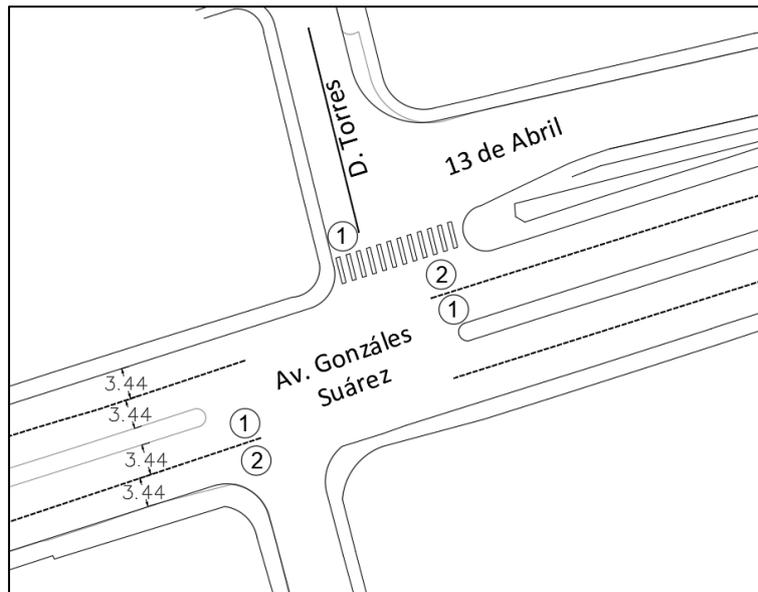
**Tabla 7**  
Ciclo semafórico del Estado Actual  
Fuente: Autor

#### 4.2.1.1 Características de la Intersección en el Estado Actual

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 de Abril es del tipo Cruz con cuatro salidas y tres entradas, dos de estas entradas se encuentran en la Avenida Gonzáles Suárez en dirección este-oeste y la entrada restante se encuentra en la calle transversal D. Torres en dirección norte-sur. Ambas entradas de la Avenida Gonzáles Suárez hacen uso de dos carriles, mientras que la entrada de la D. Torres cuenta con un carril.

Por otra parte, las cuatro salidas de la intersección están divididas en dos para la dirección este-oeste y dos en dirección norte-sur. Las vías en dirección este-oeste perteneciente a la Avenida Gonzáles Suárez cuenta con dos carriles, mientras que las otras dos salidas pertenecientes a la vía D. Torres y 13 de Abril hacen uso de un solo carril. En la Figura 17 se presenta un esquema de la distribución para la intersección en análisis.

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 1.



**Figura 17**  
*Esquema geométrico de la intersección Estado Actual*  
 Fuente: Autor

#### 4.2.1.2 Demoras Existentes

El estado actual presenta una demora general de la intersección de 15.57 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel B según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 3.47 seg., mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 2.59 seg. Dichas demoras asignan a estos carriles en un nivel A según HCM 2000.

No obstante, las demoras presentadas en los carriles de las vías D. Torres y 13 de Abril son de 14.51 y 16.65 seg respectivamente contando con un nivel B en estas vías.

#### 4.2.2 Micro Simulación de la Alternativa 1

Para la alternativa 1 se considera que el ciclo semafórico aumentó en 6 seg, dicho aumento favorece a los carriles de las vías D. Torres y 13 de Abril.

El ciclo semafórico de la alternativa 1 se presenta en la Figura 18.



**Figura 18**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 1  
Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2
Verde	31	27
Ámbar	3	3
Todo Rojo	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>31</b>
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	

**Tabla 8**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 1  
Fuente: Autor

Dado a que el cambio está en el ciclo semafórico, se hace uso de los mismos nodos y vías presentadas en el estado actual.

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 1.

#### 4.2.2.1 Demoras Existentes

El análisis de la alternativa 1 presenta una demora general de la intersección de 15.42 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel B según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 4.37 seg., mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 2.80 seg. Asignándolas a un nivel A según HCM 2000.

No obstante, las demoras presentadas en los carriles de las vías D. Torres y 13 de Abril son de 14.89 y 14.18 seg respectivamente contando con un nivel B en cada una de estas vías.

### 4.2.3 Micro Simulación de la Alternativa 2

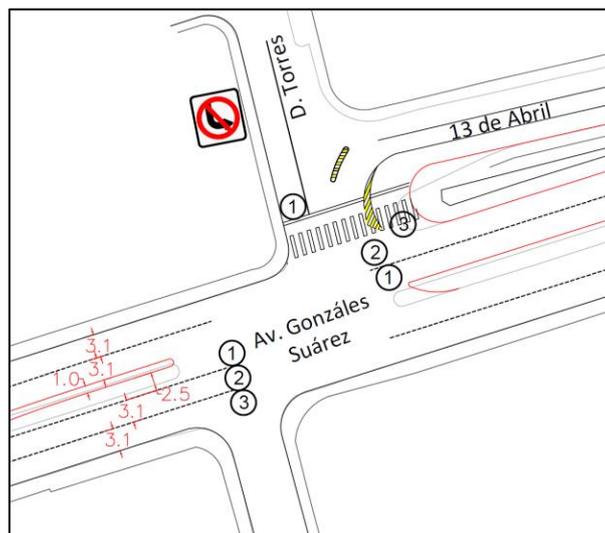
Para la alternativa 2 se plantea un cambio geométrico e impedir un movimiento hacia la vía 13 de Abril. El cambio geométrico viene dado por el incremento de un carril en la Avenida Gonzáles Suárez dirección Oeste-Este, dicho carril es utilizado como un giro exclusivo hacia la izquierda, mientras que el carril de en medio se usa para el movimiento recto y finalmente el carril derecho permite dos movimientos siendo el primero el movimiento recto y el segundo el giro hacia la derecha.

También, el cambio geométrico impide el ingreso a la 13 de Abril desde la vía D. Torres, ya que el flujo de este movimiento es de 8 vehículos por hora.

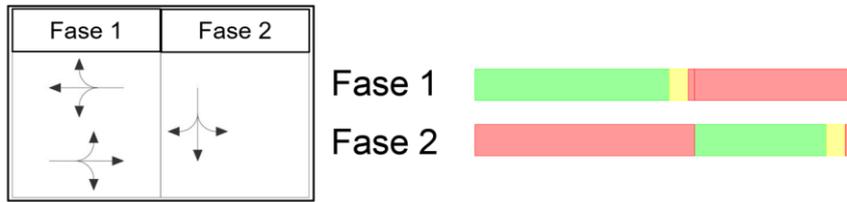
Por último, se agrega un carril de giro hacia la derecha, para permitir el flujo de vehículos desde la Avenida Gonzáles Suárez hacia la 13 de Abril sin la necesidad de ingresar a la intersección.

Los cambios geométricos se exponen en la Figura 19.

De la misma forma, se hace uso de un ciclo similar presentado en el estado actual, ciclo con longitud de 60 seg dividido en dos fases, como se presenta en la Figura 20.



**Figura 19**  
Cambios geométricos realizados para la Alternativa 2  
Fuente: Autor



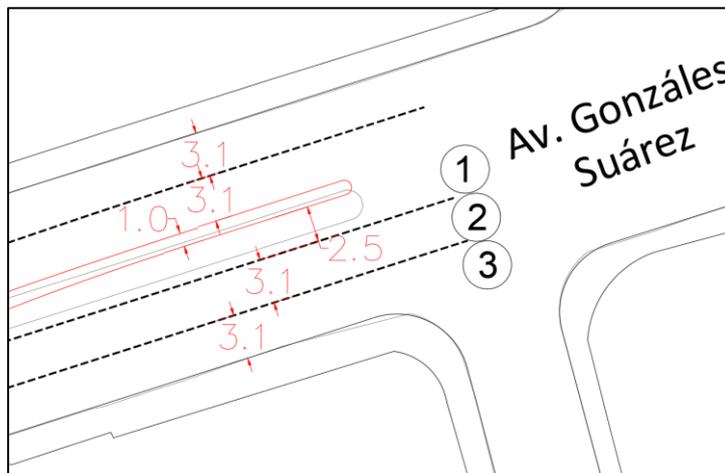
**Figura 20**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 2  
Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2
Verde	31	21
Ámbar	3	3
Todo Rojo	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>TOTAL</b>	60	

**Tabla 9**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 2  
Fuente: Autor

#### 4.2.3.1 Características de la Intersección en la Alternativa 2



**Figura 21**  
Dimensiones de los carriles de la Av. G.S. dirección Oeste-Este  
Fuente: Autor

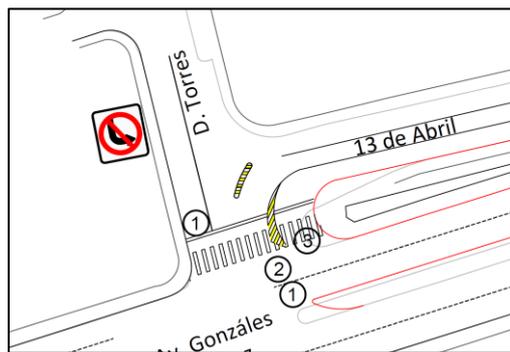
Una de las entradas a la intersección Avenida Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 de Abril se modifica, dicha vía se encuentra en la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-

Este, en donde se disminuye el ancho de carril de 3.44 m a 3.10 m por lo que se logra un incremento de un carril.

El carril extra cumple la función de permitir el movimiento exclusivo hacia la izquierda en dirección de la vía D. Torres y 13 de Abril.

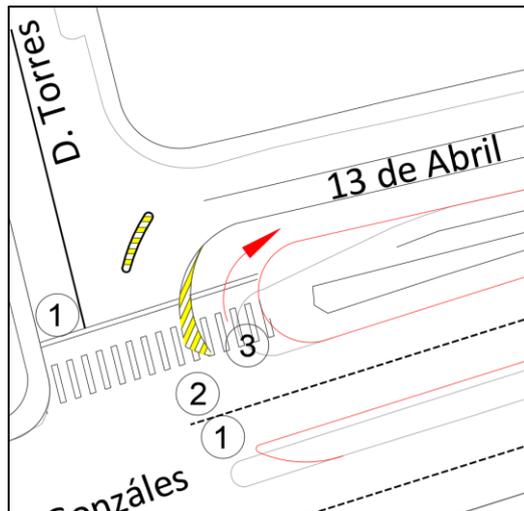
En contraposición al aumento de este carril, es indispensable disminuir el ancho de los carriles de la vía de salida en dirección Este-Oeste de la Avenida Gonzáles Suárez, medida que cambia de 3.44 m a 3.10 m. Los cambios realizados en la avenida principal se muestran en la Figura 21.

También, se procede a impedir el flujo vehicular desde la vía D. Torres hacia la 13 de Abril mediante la segregación de los flujos, para ello se hace uso de señalización colocada en la intersección de ambas vías, dicha señalización se exhibe en la Figura 22.



**Figura 22**  
*Esquema de señalización intersección D. Torres y 13 de Abril*  
*Fuente: Autor*

Al mismo tiempo, se presenta el carril de giro derecho presente en la dirección Este-Oeste de la Avenida Gonzáles Suárez hacia la 13 de Abril.



**Figura 23**  
 Carril exclusivo para giro a la derecha desde la Av. Gonzáles Suárez hacia la 13 de Abril  
 Fuente: Autor

Para llevar a cabo todos los cambios propuestos en la intersección, en el software Tritone se hace uso de 14 nodos para simular dichos cambios, estos se presentan en la Figura 24.



**Figura 24**  
 Esquema en Tritone de la alternativa 2  
 Fuente: Autor

Un mayor desglose de las características ingresadas para la simulación de la alternativa 2 se detalla en el Anexo 1.

#### 4.2.3.2 Demoras Existentes

El análisis de la alternativa 2 presenta una demora general de la intersección de 11.16 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel B según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 2.04 seg., mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 1.10 seg. Asignándolas a un nivel A según HCM 2000.

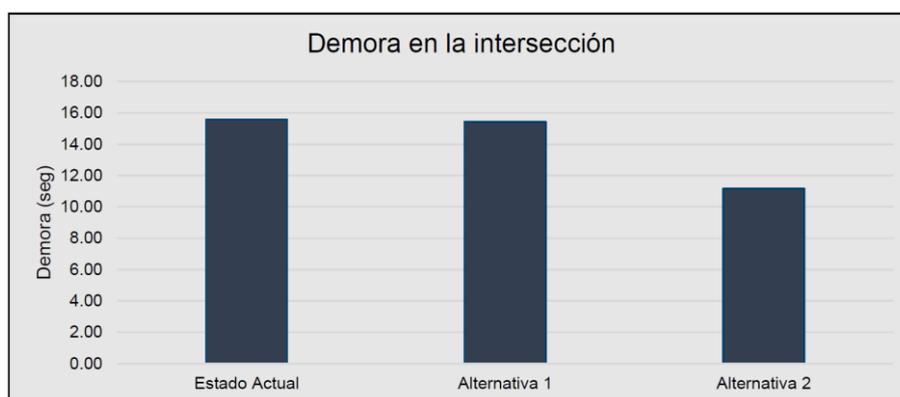
No obstante, las demoras presentadas en los carriles de las vías D. Torres y 13 de Abril son de 7.95 y 14.64 seg respectivamente contando con un nivel A y B respectivamente.

#### 4.2.4 Comparación de Propuestas para la Ave. Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 De Abril

Se procede a analizar los resultados obtenidos para cada una de las micro simulaciones realizadas en la intersección Avenida Gonzáles Suárez y D. Torres y 13 de Abril, analizando las demoras de los ramales y la intersección como una sola.

##### 4.2.4.1 Demora General de la Intersección

En la Figura 25 se exhiben las demoras generales para la intersección en estudio.



**Figura 25**  
*Demora general para la intersección 1*  
*Fuente: Autor*

Se observa que la demora es de 15.57, 15.42 y 11.16 seg para el estado actual, alternativa 1 y alternativa 2 respectivamente.

Lo que indica que, al variar el diseño geométrico de la intersección, aumentando un carril de giro exclusivo hacia la izquierda, un carril de giro exclusivo hacia la derecha e impidiendo el flujo vehicular desde la vía D. Torres hacia la 13 de Abril, se consigue disminuir el tiempo de demora de la intersección en 4.41 seg.

El aumento del ciclo semafórico en la alternativa 1 beneficia la disminución de las demoras en 0.15 seg, llegando a ser este un valor despreciable para el usuario de la intersección.

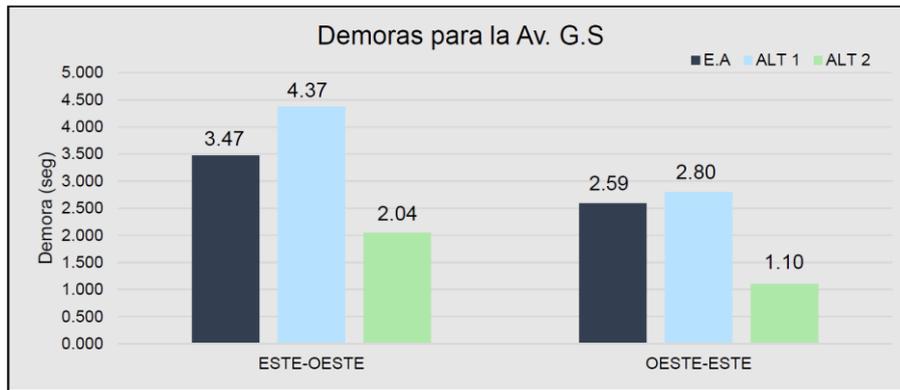
Sin embargo, se recalca que a pesar de que existe una disminución en las demoras de la intersección, ninguna de estas alternativas logra mejorar el tiempo de demora para que exista un cambio de nivel de B hacia A según las consideraciones de la HCM 2000.

#### **4.2.4.2 Demoras de los Ramales de la Intersección**

Analizando las demoras que se tienen en cada uno de los ramales de la intersección para los diferentes estados planteados.

Para la Avenida Gonzáles Suárez en la alternativa 1 se presenta un aumento en el tiempo de las demoras tanto en dirección Este-Oeste y Oeste-Este, debido a que el ciclo semafórico se incrementa en 6 seg de verde para la vía transversal a esta avenida, las demoras para la avenida se incrementan en ambos sentidos.

De la misma forma para la alternativa 2 llevada a cabo mediante un cambio geométrico y el impedimento de un movimiento se presenta una disminución en las demoras de la avenida, contando con una demora de 2.04 y 1.10 seg para la dirección Este-Oeste y Oeste-Este respectivamente.

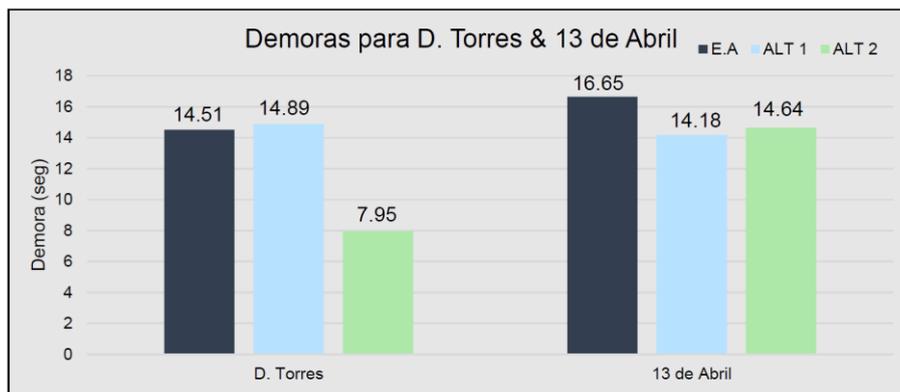


**Figura 26**  
*Demora de los ramales de la Avenida Gonzáles Suárez*  
 Fuente: Autor

Mientras que para las vías D. Torres y 13 de Abril la alternativa 1 presenta un aumento de la demora para la vía D. Torres, y a su vez una disminución para la vía 13 de Abril. Cabe mencionar que dicha alternativa favorece en un aumento de tiempo de verde para estas vías.

En la alternativa 2 se observa que existe una disminución significativa en la demora de la vía D. Torres, debido al impedimento del giro hacia la vía 13 de Abril. Al mismo tiempo, existe una disminución en la demora de la vía 13 de Abril con respecto al estado actual.

Dichos valores de demoras se exhiben en la Figura 27.



**Figura 27**  
*Demora de los ramales de las vías D. Torres y 13 de Abril*  
 Fuente: Autor

### **4.3 Análisis Intersección Ave. Gonzáles Suárez y Pancho Villa**

Para la presente intersección no se plantea la micro - simulación de la misma de manera independiente, dado a que la misma no cuenta con un sistema semafórico.

Además, se le considera a la intersección como una intersección de paso, ya que pocos vehículos utilizan la vía de salida. Así mismo, el flujo vehicular que ingresa por estas vías no llega a ser considerable.

Por consiguiente, el análisis de esta intersección estará empleado en la micro simulación de todo el corredor. Tanto para su estado actual, como alternativa uno y dos.

#### **4.3.1 Características de la Intersección**

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y Pancho Villa es del tipo Tee con tres salidas y tres entradas, dos de estas entradas se encuentran en la Avenida Gonzáles Suárez en dirección este-oeste y la entrada restante se encuentra en la calle transversal Pancho Villa. en dirección sur-norte. Ambas entradas y salidas de la Avenida Gonzáles Suárez hacen uso de dos carriles, mientras que la entrada y salida de la calle Pancho Villa cuenta con un carril para cada maniobra.

En la Figura 28 se presenta un esquema de la distribución para la intersección en análisis.

### **4.4 Análisis Intersección Ave. Gonzáles Suárez y General Artigas**

Para la presente intersección no se plantea la micro - simulación de la misma de manera independiente, dado a que la misma no cuenta con un sistema semafórico.

Además, se le considera a la intersección como una intersección de paso, ya que pocos vehículos utilizan la vía de salida. Así mismo, el flujo vehicular que ingresa por estas vías no llega a ser considerable.

Por consiguiente, el análisis de esta intersección estará empleado en la micro simulación de todo el corredor. Tanto para su estado actual, como alternativa uno y dos.



**Figura 28**  
*Esquema geométrico de la intersección analizada*  
*Fuente: Autor*

#### **4.4.1 Características de la Intersección**

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y General Artigas es del tipo Tee con dos salidas y tres entradas, dos de estas entradas se encuentran en la Avenida Gonzáles Suárez en dirección este-oeste y la entrada restante se encuentra en la calle transversal General Artigas en dirección sur-norte. Ambas entradas de la Avenida Gonzáles Suárez hacen uso de dos carriles, mientras que la entrada de por la General Artigas cuenta con un solo carril, cabe mencionar que esta calle no cuenta con un carril de salida.

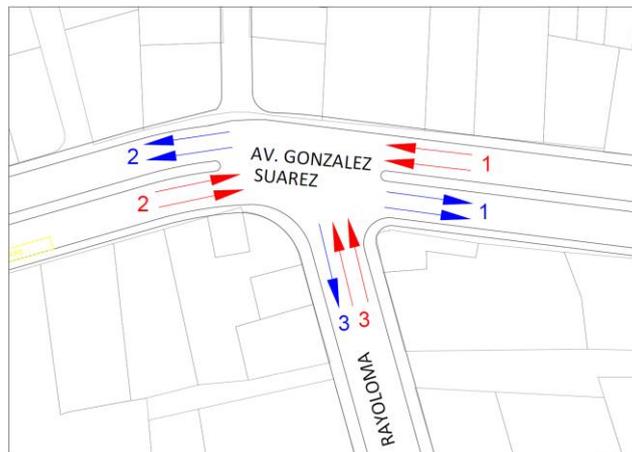
En la Figura 29 se presenta un esquema de la distribución para la intersección en análisis.



**Figura 29**  
*Esquema geométrico de la intersección analizada*  
 Fuente: Autor

#### 4.5 Análisis Intersección Ave. Gonzáles Suárez y Rayoloma

Se plantea el análisis de la intersección comprendida entre la Avenida Gonzáles Suárez y Rayoloma, dicha intersección presenta una geometría tipo Tee, con 3 salidas y 3 entradas. Se usa el software Tritone para llevar a cabo la micro simulación para determinar las demoras de cada vía de la intersección y de la intersección como un todo.



**Figura 30**  
*Esquema de la intersección 4 con sus salidas y entradas*  
 Fuente: Autor

La simulación se lleva a cabo mediante el uso de vías que conectan los nodos existentes en cada intersección, el nodo permite el giro del flujo vehicular hacia uno o más

odos en distintos sentidos. Por tal motivo, para simular una intersección tipo cruz, se necesita de un nodo en el centro de la misma, además de los siguientes datos.

- Longitud del tramo [m].
- Velocidad máxima [km/h].
- Velocidad máxima con tráfico [km/h].
- Capacidad del carril [veh/h/carril].
- Densidad [veh/km/carril].
- Número de carriles.
- Existencia de sentido contrario.
- Pendiente [%].
- Ancho del carril [m].
- Radio de curvatura [°]

Posterior a ello se colocan los flujos vehiculares existentes en la intersección, haciendo uso de nodos de inicio y nodos finales. Cabe mencionar que, a pesar de colocar los nodos de inicio y fin, la micro simulación es la encargada de dirigir el flujo vehicular por el camino que presente las vías con menor longitud, siempre y cuando sus maniobras sean permitidas.

Se procede con la colocación de la estructura de control de tráfico, siendo esta el uso de semáforos para permitir e impedir el flujo de los carriles.

#### **4.5.1 Micro Simulación del Estado Actual**

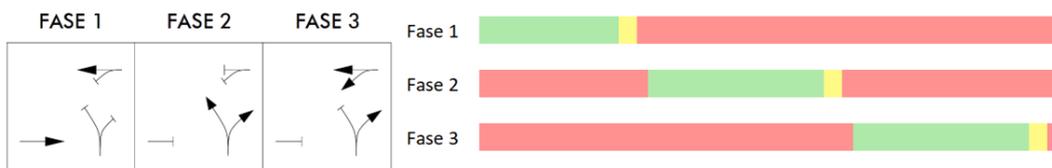
Para esta simulación se determinan las características de la intersección, sus flujos vehiculares y ciclos semafóricos. Se procede a proyectar la intersección en el software Tritone como se presenta en la Figura 31.



**Figura 31**  
*Esquema del estado actual de la intersección 4*  
*Fuente: Autor*

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y Rayoloma cuenta con un ciclo semafórico de 134 segundos dividida en tres fases semafóricas. Permitiendo el flujo vehicular de la Avenida Gonzáles Suárez y posteriormente el flujo vehicular de la Rayoloma.

El ciclo semafórico del estado actual se presenta en la Figura 32.



**Figura 32**  
*Ciclo semafórico del Estado Actual*  
*Fuente: Autor*

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	32	45	45
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	134		

**Tabla 10**  
*Ciclo semafórico del Estado Actual*  
*Fuente: Autor*

#### 4.5.1.1 Características de la Intersección en el Estado Actual

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y Rayoloma es del tipo Tee con tres salidas y tres entradas, dos de estas entradas se encuentran en la Avenida Gonzáles Suárez en dirección este-oeste y la salida y entrada restante se encuentra en la calle transversal Rayoloma en dirección norte-sur. Ambas entradas y salidas de la Avenida Gonzáles Suárez hacen uso de dos carriles, mientras que para la entrada de la Rayoloma se hace uso de dos carriles, pero para la salida solo se utiliza uno.

En la Figura 33 se presenta un esquema de la distribución para la intersección en análisis.

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 2.



**Figura 33**  
*Esquema geométrico de la intersección 4, Estado Actual*  
*Fuente: Autor*

#### 4.5.1.2 Demoras Existentes

El estado actual presenta una demora general de la intersección de 71.96 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel E según HCM 2000.

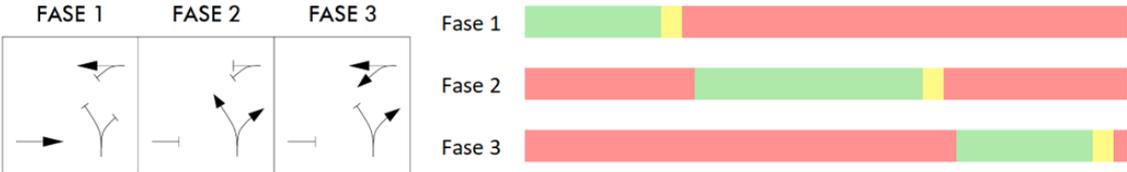
Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 175 seg., mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 24.62 seg. Dichas demoras asignan a estos carriles en un nivel F y C respectivamente según HCM 2000.

No obstante, las demoras presentadas en la Rayoloma son de 13.28 seg contando con un nivel B en estas vías.

**4.5.2 Micro Simulación de la Alternativa 1**

Para la alternativa 1 se considera que el ciclo semafórico aumente en 5 seg la fase 1, mientras que para la fase 2 y 3 se disminuya 3 seg en cada una de estas. Esta variación favorece a los carriles de la Avenida Gonzales Suárez en dirección Oeste-Este.

El ciclo semafórico de la alternativa 1 se presenta en la Figura 34.



**Figura 34**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 1  
Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	37	42	42
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>46</b>
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>		

**Tabla 11**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 1  
Fuente: Autor

Dado a que el cambio está en el ciclo semafórico, se hace uso de los mismos nodos y vías presentadas en el estado actual.

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 2.

#### **4.4.2.1 Demoras existentes**

El análisis de la alternativa 1 presenta una demora general de la intersección de 44.52 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel D según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 53.79 seg., mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 21.62 seg. Asignándolas a un nivel D y C respectivamente según HCM 2000.

Las demoras presentadas en la vía Rayoloma es de 14.41 seg contando con un nivel B.

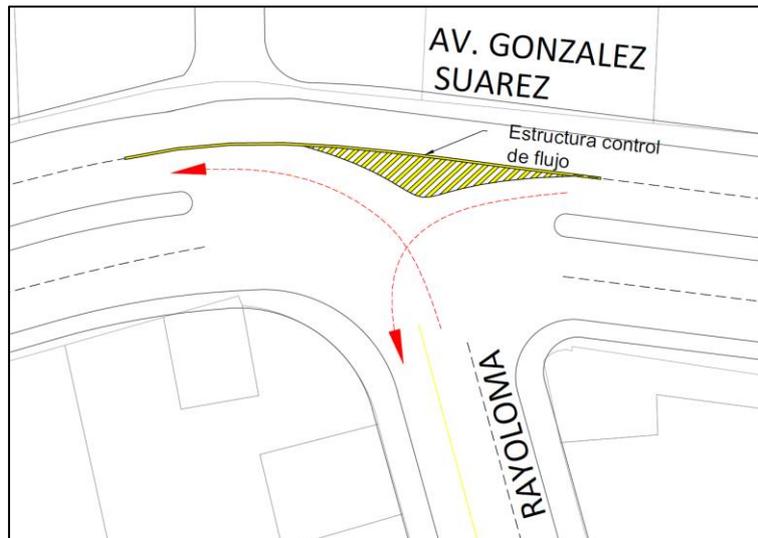
#### **4.5.3 Micro Simulación de la Alternativa 2**

Para la alternativa 2 se plantea la colocación de una estructura de control de flujo (bordillo) para guiar a que los vehículos que ingresan desde la vía Rayoloma y desean continuar por la Avenida Gonzáles Suárez hagan uso de un solo carril. Con la finalidad de dejar libre el otro carril de la avenida. Con esto se retira el semáforo para un carril de la avenida, permitiendo así el flujo constante de los vehículos en dirección Este-Oeste de la Avenida Gonzáles Suárez.

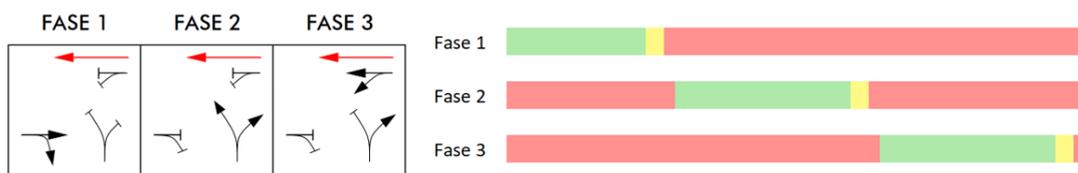
Además del cambio geométrico, la alternativa plantea el uso del mismo ciclo semafórico del estado actual, con la diferencia de que la fase semafórica ya no considera al flujo constante.

La estructura planteada se expone en la Figura 35.

De la misma forma, se hace uso de un ciclo similar presentado en el estado actual, ciclo con longitud de 134 seg dividido en tres fases, como se presenta en la Figura 36.



**Figura 35**  
 Esquema funcionamiento estructura de control de flujo Intersección 4  
 Fuente: Autor



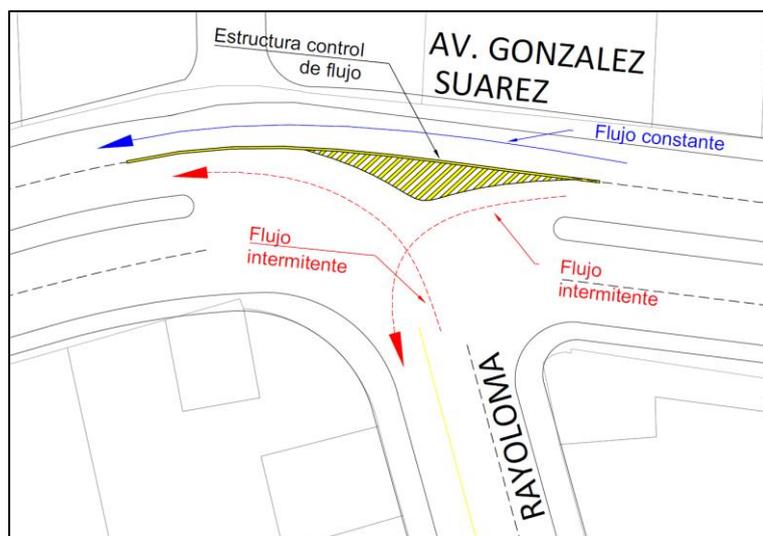
**Figura 36**  
 Ciclo semafórico de la Alternativa 2  
 Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	32	45	45
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	134		

**Tabla 12**  
 Ciclo semafórico de la Alternativa 2  
 Fuente: Autor

#### 4.5.3.1 Características de la Intersección en la Alternativa 2



**Figura 37**

*Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Rayoloma*

*Fuente: Autor*

La entrada del flujo vehicular de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Este-Oeste se ve separada por el uso de un bordillo. De esta manera ya no es necesario que el carril derecho de esta vía cuenta con un control semafórico.

En los demás carriles de la intersección no se disponen de cambios significativos.

La característica de la alternativa 2 se presentan en la Figura 37.

Como se observa no se impide ningún flujo vehicular, sin embargo, al considerar que desde la Rayoloma ingresan buses hacia ambos sentidos de la avenida, es necesario considerar el radio de curvatura para realizar la maniobra sin problema.

Para llevar a cabo todos los cambios propuestos en la intersección, en el software Tritone se hace uso de 8 nodos para simular dichos cambios, estos se presentan en la Figura 38.



**Figura 38**  
*Esquema de la alternativa 2 para la intersección 4*  
*Fuente: Autor*

Un mayor desglose de las características ingresadas para la simulación de la alternativa 2 se detalla en el Anexo 2.

#### **4.5.3.2 Demoras Existentes**

El análisis de la alternativa 2 presenta una demora general de la intersección de 45.13 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel D según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 76.60 seg., mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 34.52 seg. para el carril izquierdo y de 2.37 seg para el carril derecho. Asignándolas a un nivel E, C y A respectivamente según HCM 2000.

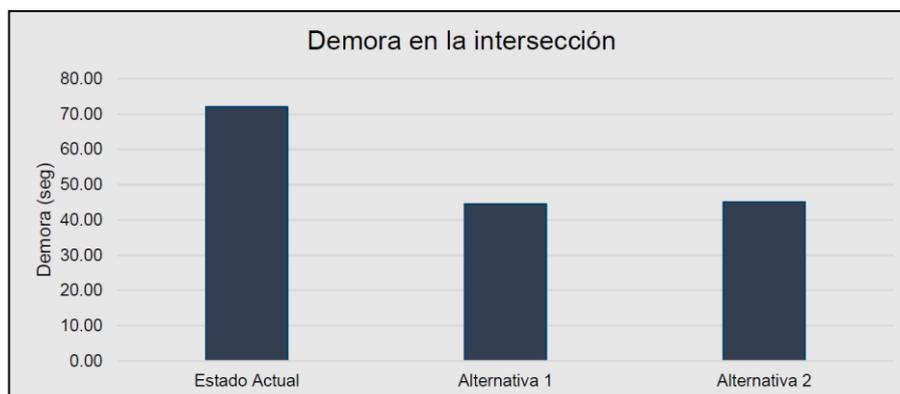
Las demoras presentadas en la vía Rayoloma es de 11.01 seg contando con un nivel B.

#### **4.5.4 Comparación de Propuestas para la Ave. Gonzáles Suárez y Rayoloma**

Se procede a analizar los resultados obtenidos para cada una de las micro simulaciones realizadas en la intersección Avenida Gonzáles Suárez Rayoloma, analizando las demoras de los ramales y la intersección como una sola.

#### 4.5.4.1 Demora General de la Intersección

En el Figura 39 se exhiben las demoras generales para la intersección en estudio.



**Figura 39**  
*Demora general para la intersección 4*  
Fuente: Autor

Se observa que la demora es de 71.96, 44.52 y 45.13 seg para el estado actual, alternativa 1 y alternativa 2 respectivamente.

Lo que indica que, al variar el ciclo semafórico de la intersección se consigue disminuir el tiempo de demora de la intersección a 44.52 seg. Sin embargo, esta alternativa no es considerada como apropiada ya que a lo largo del corredor la siguiente intersección entre la Avenida Gonzáles Suárez y Los Andes se presenta a 140 metros. Por consiguiente, ambas intersecciones funcionan en paralelo con los mismos tiempos semafóricos en cada una de sus fases.

Por lo que se plantea la selección de la alternativa 2, ya que esta respeta el mismo ciclo semafórico del estado actual, sin causar un mayor inconveniente a la siguiente intersección.

La alternativa 2, es decir el cambio geométrico mediante el uso de la estructura de guía de flujo vehicular presenta una demora en la intersección de 45.13 seg, lo que significa una disminución del tiempo de demoras para toda la intersección en 26.83 seg.

Considerando a la alternativa 2 como la mejora otorgada a la intersección existe un cambio de nivel de E a D según las consideraciones de la HCM 2000.

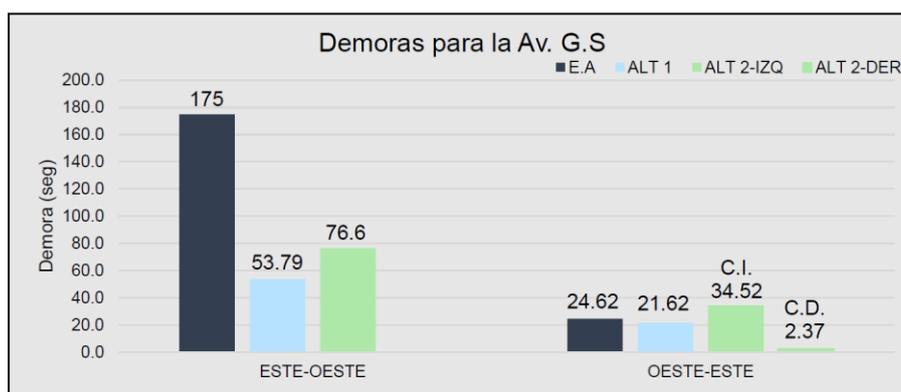
#### 4.5.4.2 Demoras de los Ramales de la Intersección

Analizando las demoras que se tienen en cada uno de los ramales de la intersección para los diferentes estados planteados.

Para la Avenida Gonzáles Suárez en la alternativa 1 se presenta una disminución en el tiempo de las demoras tanto en dirección Este-Oeste y Oeste-Este, siendo una disminución de 121.21 seg para el sentido Oeste-Este y de 3.00 seg para la dirección Este-Oeste.

De la misma forma para la alternativa 2 llevada a cabo mediante la colocación de una estructura de control de flujo, se cuenta con una disminución en el tiempo de demora del flujo Oeste-Este de 98.4 seg. mientras que para la dirección Este-Oeste, el carril derecho cuenta con un flujo continuo de vehículos y una demora de 2.37 seg, mientras que el carril izquierdo cuenta con un aumento en la demora de 9.90 seg.

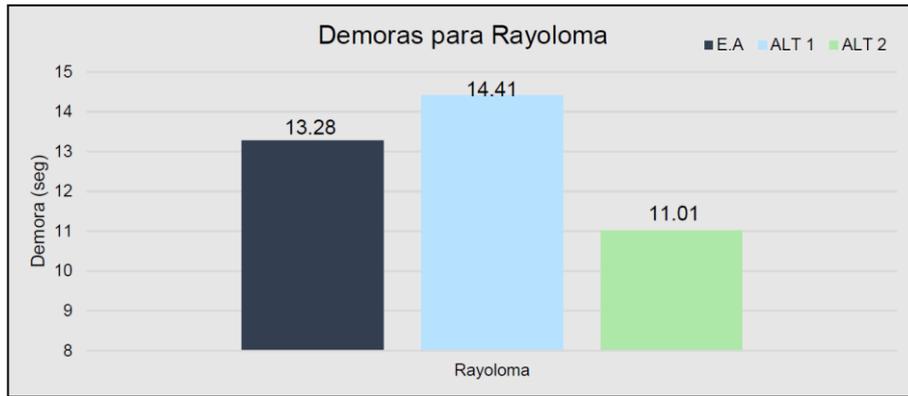
Dichos valores de demoras se exhiben en el Figura 40.



**Figura 40**  
*Demora de los ramales de la Avenida Gonzáles Suárez*  
*Fuente: Autor*

Mientras que para la vía Rayoloma la alternativa 1 presenta un aumento de la demora en 1.13 seg. mientras que para la alternativa 2 existe una disminución en 2.27 seg.

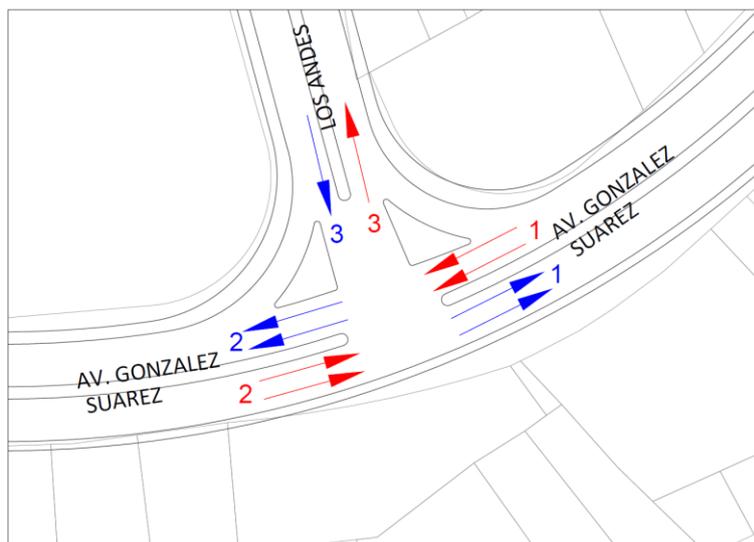
Dichos valores de demoras se exhiben en el Figura 41.



**Figura 41**  
 Demora de los ramales de la vía Rayoloma  
 Fuente: Autor

#### 4.6 Análisis Intersección Ave. Gonzáles Suárez y Avenida Los Andes

Se plantea el análisis de la intersección comprendida entre la Avenida Gonzáles Suárez y la Avenida Los Andes, dicha intersección presenta una geometría tipo Tee, con 3 salidas y 3 entradas. Se usa el software Tritone para llevar a cabo la micro simulación para determinar las demoras de cada vía de la intersección y de la intersección como un todo.



**Figura 42**  
 Esquema de la intersección 5 con sus salidas y entradas  
 Fuente: Autor

La simulación se lleva a cabo mediante el uso de vías que conectan los nodos existentes en cada intersección, el nodo permite el giro del flujo vehicular hacia uno o más

nodos en distintos sentidos. Por tal motivo, para simular una intersección tipo cruz, se necesita de un nodo en el centro de la misma, además de los siguientes datos.

- Longitud del tramo [m].
- Velocidad máxima [km/h].
- Velocidad máxima con tráfico [km/h].
- Capacidad del carril [veh/h/carril].
- Densidad [veh/km/carril].
- Número de carriles.
- Existencia de sentido contrario.
- Pendiente [%].
- Ancho del carril [m].
- Radio de curvatura [°]

Posterior a ello se colocan los flujos vehiculares existentes en la intersección, haciendo uso de nodos de inicio y nodos finales. Cabe mencionar que, a pesar de colocar los nodos de inicio y fin, la micro simulación es la encargada de dirigir el flujo vehicular por el camino que presente las vías con menor longitud, siempre y cuando sus maniobras sean permitidas.

Se procede con la colocación de la estructura de control de tráfico, siendo esta el uso de semáforos para permitir e impedir el flujo de los carriles.

#### **4.6.1 Micro Simulación del Estado Actual**

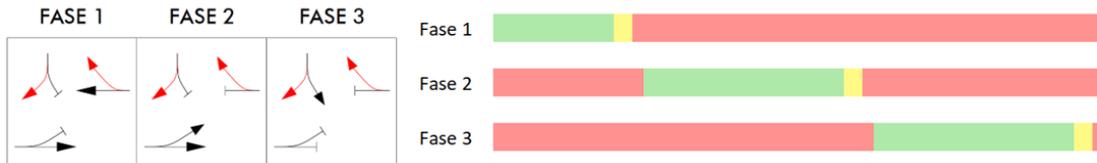
Para esta simulación se determinan las características de la intersección, sus flujos vehiculares y ciclos semafóricos. Se procede a proyectar la intersección en el software Tritone como se presenta en la Figura 43.



**Figura 43**  
*Esquema del estado actual de la intersección 5*  
*Fuente: Autor*

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y Los Andes cuenta con un ciclo semafórico de 134 segundos dividida en tres fases semafóricas. Permitiendo el flujo vehicular de la Avenida Gonzáles Suárez y posteriormente el flujo vehicular de Los Andes.

El ciclo semafórico del estado actual se presenta en la Figura 44.



**Figura 44**  
*Ciclo semafórico del Estado Actual*  
*Fuente: Autor*

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	32	45	45
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>		

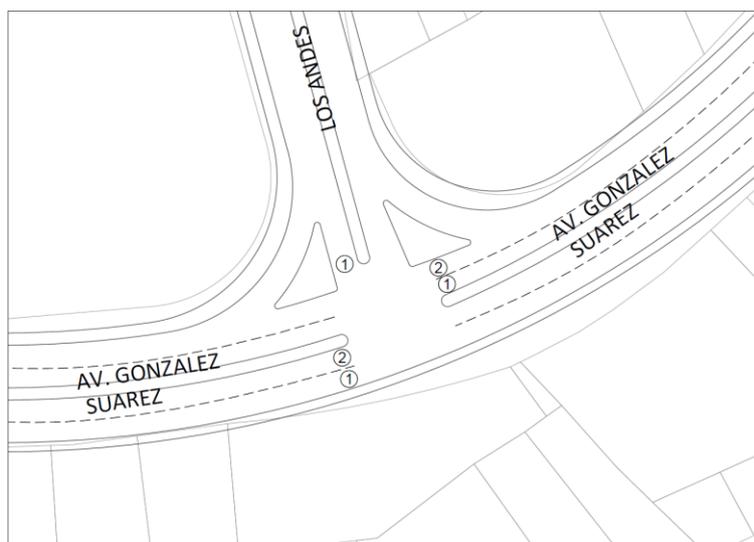
**Tabla 13**  
*Ciclo semafórico del Estado Actual*  
*Fuente: Autor*

#### 4.6.1.1 Características de la Intersección en el Estado Actual

La intersección Avenida Gonzáles Suárez y Los Andes es del tipo Tee con tres salidas y tres entradas, dos de estas entradas se encuentran en la Avenida Gonzáles Suárez en dirección este-oeste y la entrada restante se encuentra en la calle transversal Los Andes en dirección norte-sur. Ambas entradas de la Avenida Gonzáles Suárez hacen uso de dos carriles, mientras que la entrada de la Avenida Los Andes cuenta con un carril.

En la Figura 45 se presenta un esquema de la distribución para la intersección en análisis.

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 3.



**Figura 45**  
*Esquema geométrico de la intersección 5, Estado Actual*  
Fuente: Autor

#### 4.6.1.2 Demoras Existentes

El estado actual presenta una demora general de la intersección de 38.60 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel D según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 41.37 seg. para el carril izquierdo y de 15.57 seg para el carril derecho. Se considera que el carril izquierdo es exclusivo para giro a la izquierda, mientras que el carril derecho es

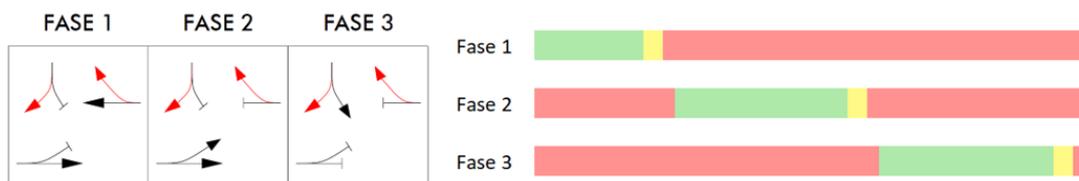
exclusivo para flujo recto. En la dirección Este-Oeste, se cuenta con dos carriles, teniendo una demora de 45.28 seg. Estas demoras asignan a estos carriles un nivel D, B y D respectivamente según HCM 2000.

No obstante, las demoras presentadas en los carriles de la Avenida Los Andes es de 35.06 seg. contando con un nivel D para la avenida analizada.

#### 4.6.2 Micro Simulación de la Alternativa 1

Para la alternativa 1 se considera que el ciclo semafórico disminuya en 18 seg, disminuyendo el tiempo de cada fase, contando con un tiempo de 27, 40 y 37 seg para la fase 1, 2 y 3 respectivamente.

El ciclo semafórico de la alternativa 1 se presenta en la Figura 46.



**Figura 46**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 1  
Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	27	40	37
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>41</b>
<b>TOTAL</b>	<b>116</b>		

**Tabla 14**  
Ciclo semafórico de la Alternativa 1  
Fuente: Autor

Dado a que el cambio está en el ciclo semafórico, se hace uso de los mismos nodos y vías presentadas en el estado actual.

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 3.

#### **4.6.2.1 Demoras Existentes**

El análisis de la alternativa 1 presenta una demora general de la intersección de 36.99seg. lo que lo asigna como una intersección nivel D según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 37.54 seg. para el carril izquierdo y de 14.41 seg para el carril derecho, mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 37.79 seg. Asignándolas a un nivel D, B y D respectivamente según HCM 2000.

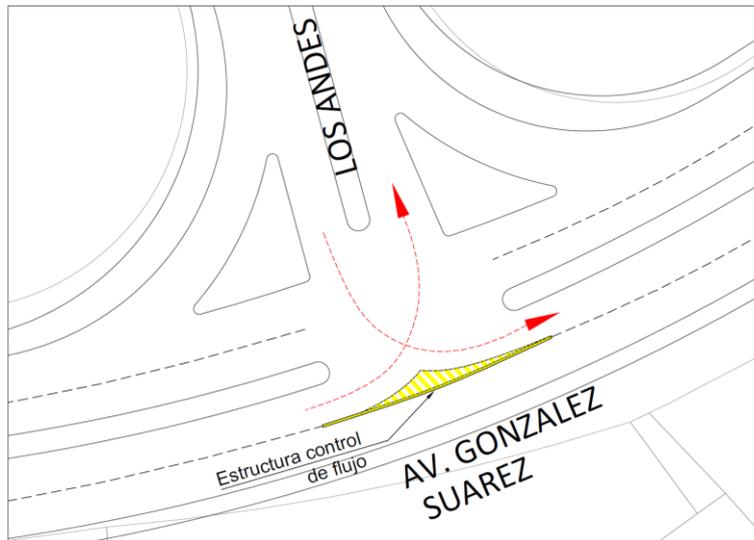
No obstante, las demoras presentadas en la Avenida Los Andes es de 33.42 seg contando con un nivel D.

#### **4.6.3 Micro Simulación De La Alternativa 2**

Para la alternativa 2 se plantea la colocación de una estructura de control de flujo (bordillo) para guiar a que los vehículos que ingresan desde la Avenida Los Andes y desean continuar por la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este hagan uso de un solo carril. Con la finalidad de dejar libre el otro carril de la Avenida Gonzáles Suárez. Con esto se retira el semáforo para un carril de la avenida, permitiendo así el flujo constante de los vehículos en dirección Oeste-Este de la Avenida Gonzáles Suárez.

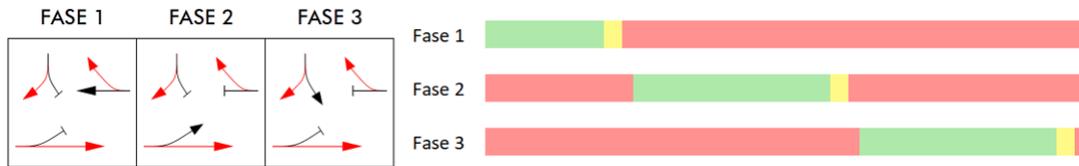
Además del cambio geométrico, la alternativa plantea el uso del mismo ciclo semafórico del estado actual, con la diferencia de que la fase semafórica ya no considera al flujo constante.

La estructura planteada se expone en la Figura 47.



**Figura 47**  
 Esquema funcionamiento estructura de control de flujo para la intersección 5  
 Fuente: Autor

De la misma forma, se hace uso de un ciclo semafórico similar presentado en el estado actual, ciclo con longitud de 134 seg dividido en tres fases, como se presenta en la Figura 48.



**Figura 48**  
 Ciclo semafórico de la Alternativa 2  
 Fuente: Autor

Dicho ciclo semafórico cuenta con la siguiente distribución de tiempo.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	32	45	45
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>		

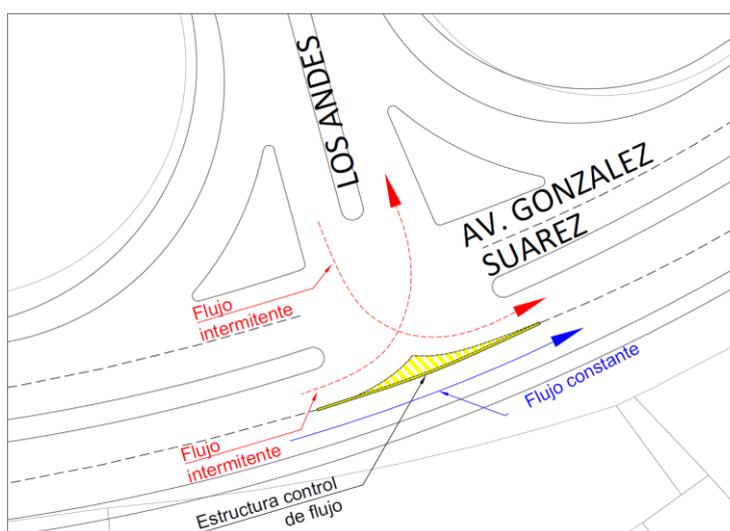
**Tabla 15**  
 Ciclo semafórico de la Alternativa 2  
 Fuente: Autor

#### 4.6.3.1 Características de la Intersección en la Alternativa 2

La entrada del flujo vehicular de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este se ve separada por el uso de un bordillo. De esta manera ya no es necesario que el carril derecho de esta vía cuenta con un control semafórico.

En los demás carriles de la intersección no se disponen de cambios significativos.

La característica de la alternativa 2 se presentan en la Figura 49.



**Figura 49**

*Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Av. Los Andes  
Fuente: Autor*

Como se observa no se impide ningún flujo vehicular, sin embargo, al considerar que desde la Avenida Los Andes ingresan buses hacia la izquierda, es necesario considerar el radio de curvatura para realizar la maniobra sin problema.

Para llevar a cabo todos los cambios propuestos en la intersección, en el software Tritone se hace uso de 13 nodos para simular dichos cambios, estos se presentan en la Figura 50.



**Figura 50**  
*Esquema en Tritone de la alternativa 2 para la intersección 5*  
*Fuente: Autor*

Un mayor desglose de las características ingresadas para la simulación de la alternativa 2 se detalla en el Anexo 3.

#### **4.6.3.2 Demoras Existentes**

El análisis de la alternativa 2 presenta una demora general de la intersección de 34.02 seg. lo que lo asigna como una intersección nivel D según HCM 2000.

Las demoras de los carriles de la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este es de 45.68 seg. para el carril izquierdo y de 1.58 seg para el carril derecho, mientras que las de la dirección Este-Oeste es de 44.09 seg. Asignándolas a un nivel D, A y D según HCM 2000.

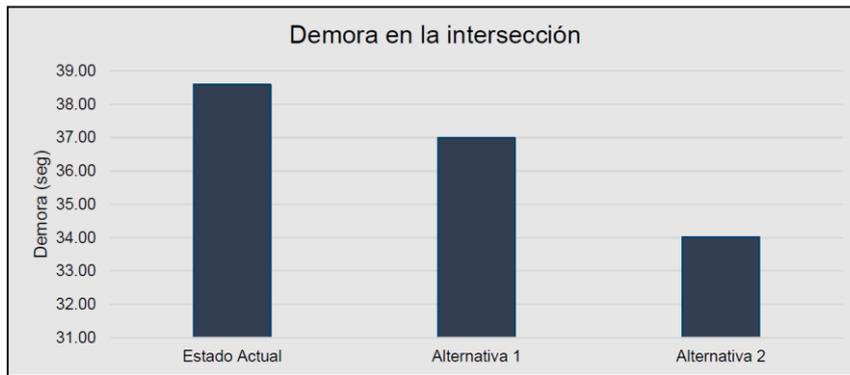
Las demoras presentadas en el carril de la Avenida Los Andes es de 29.93 seg respectivamente contando con un nivel C.

#### **4.6.4 Comparación de Propuestas para la Ave. Gonzáles Suárez y Ave. Los Andes**

Se procede a analizar los resultados obtenidos para cada una de las micro simulaciones realizadas en la intersección Avenida Gonzáles Suárez y Avenida Los Andes, analizando las demoras de los ramales y la intersección como una sola.

##### **4.6.4.1 Demora General De La Intersección**

En el Figura 51 se exhiben las demoras generales para la intersección en estudio.



**Figura 51**  
*Demora general para la intersección Av. Gonzáles Suárez y Av. Los Andes*  
 Fuente: Autor

Se observa que la demora es de 38.60, 36.99 y 34.02 seg para el estado actual, alternativa 1 y alternativa 2 respectivamente.

Lo que indica que, al colocar la estructura de control de flujo vehicular se consigue una disminución del tiempo de demora en 4.58 seg. Además, esta alternativa se seleccionará debido a que a lo largo del corredor la anterior intersección es la Avenida Gonzáles Suárez y Rayoloma a 140 metros. Por consiguiente, ambas intersecciones funcionan en paralelo con los mismos tiempos semafóricos en cada una de sus fases. Por lo cual, la alternativa 2 no plantea el cambio del ciclo semafórico, impidiendo así problemas de sincronización entre ambas intersecciones.

Considerando a la alternativa 2 como la mejora otorgada a la intersección no existe un cambio de nivel, puesto que en ambos casos se cuenta con un nivel D según las consideraciones de la HCM 2000.

#### **4.6.4.2 Demoras de los Ramales de la Intersección**

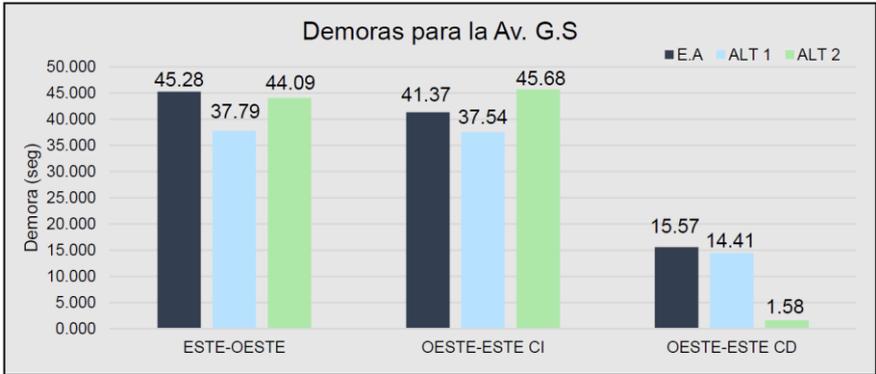
Analizando las demoras que se tienen en cada uno de los ramales de la intersección para los diferentes estados planteados.

Para la Avenida Gonzáles Suárez en la alternativa 1 se presenta una disminución en el tiempo de las demoras tanto en dirección Este-Oeste como Oeste-Este, siendo una

disminución de 7.49 seg para el sentido Este-Oeste y de 3.83 seg para la dirección Este-Oeste carril izquierdo y de 1.16 seg para la dirección Este-Oeste para el carril derecho.

Para la alternativa 2 llevada a cabo mediante la colocación de una estructura de control de flujo, se cuenta con un aumento y disminución del tiempo de demora entre sus ramales. Para la dirección Este-Oeste de la Avenida Gonzáles Suárez se presenta una disminución en 1.19 seg, mientras que para el carril izquierdo en dirección Oeste-Este se observa un incremento del tiempo de demora en 4.31 seg, mientras que para el carril derecho existe una disminución de 13.99 seg.

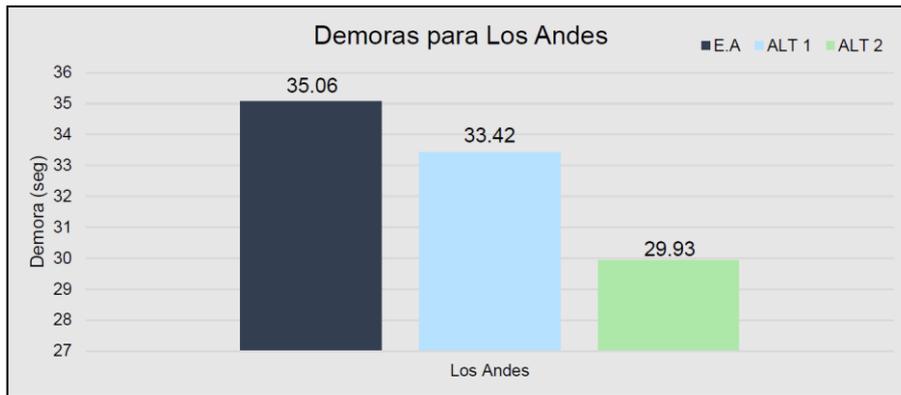
Dichos valores de demoras se exhiben en el Figura 52.



**Figura 52**  
*Demora de los ramales de la Avenida Gonzáles Suárez*  
Fuente: Autor

Mientras que para la Avenida Los Andes la alternativa 1 presenta una disminución del tiempo de demora en 1.64 seg, mientras que para la alternativa 2 el tiempo de demora disminuye en 5.13 seg.

Dichos valores de demoras se exhiben en el Figura 53.



**Figura 53**  
*Demora de los ramales de la Av. Los Andes*  
 Fuente: Autor

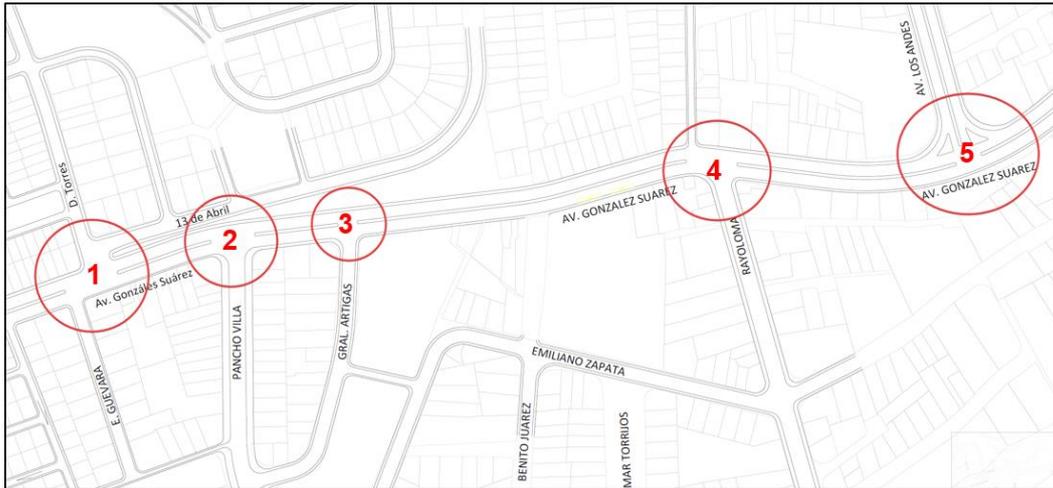
#### **4.7 Análisis del Corredor de la Ave. Gonzáles Suárez Comprendida Entre La D. Torres y la Avenida Los Andes**

Se plantea el análisis del corredor de la Avenida Gonzáles Suárez comprendida en las calles D. Torres y la Av. Los Andes. El presente corredor cuenta con cinco intersecciones a lo largo del mismo, de los cuales tres intersecciones cuentan con un sistema semafórico para el control del flujo vehicular, mientras que los otros no cuentan con ninguna estructura de control de flujo.

Además, a lo largo del corredor encontramos una intersección tipo cruz y cuatro intersecciones tipo Tee.

Para el análisis mediante micro simulación se usa el software Tritone, con lo cual se determina las demoras de cada vía de la intersección y del corredor.

En la Figura 54 se presenta la Figura del corredor en análisis.



**Figura 54**  
*Esquema del corredor en estudio y sus intersecciones*  
 Fuente: Autor

La simulación se lleva a cabo mediante el uso de vías que conectan los nodos existentes en cada intersección, el nodo permite el giro del flujo vehicular hacia uno o más nodos en distintos sentidos. Por tal motivo, para simular una intersección tipo cruz, se necesita de un nodo en el centro de la misma, además de los siguientes datos.

- Longitud del tramo [m].
- Velocidad máxima [km/h].
- Velocidad máxima con tráfico [km/h].
- Capacidad del carril [veh/h/carril].
- Densidad [veh/km/carril].
- Número de carriles.
- Existencia de sentido contrario.
- Pendiente [%].
- Ancho del carril [m].
- Radio de curvatura [°]

Posterior a ello se colocan los flujos vehiculares existentes en la intersección, haciendo uso de nodos de inicio y nodos finales. Cabe mencionar que, a pesar de colocar los nodos de

inicio y fin, la micro simulación es la encargada de dirigir el flujo vehicular por el camino que presente las vías con menor longitud, siempre y cuando sus maniobras sean permitidas.

Se procede con la colocación de la estructura de control de tráfico, siendo esta el uso de semáforos para permitir e impedir el flujo de los carriles.

#### 4.7.1 Micro Simulación del Estado Actual

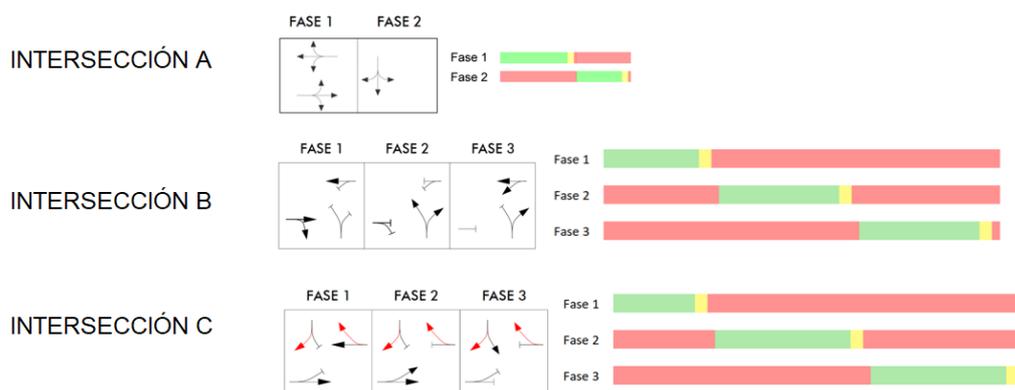
Para esta simulación se determinan las características de todo el corredor, sus flujos vehiculares y ciclos semafóricos de cada una de las intersecciones. Se procede a proyectar la intersección en el software Tritone como se presenta en la Figura 55.



**Figura 55**  
*Esquema del estado actual del corredor*  
*Fuente: Autor*

El corredor de la Ave. Gonzáles Suárez entre la vía D. Torres y la Ave. Los Andes cuenta con tres intersecciones semaforizadas, presentadas por las letras A, B y C en la Figura 55. Estas cuentan con una longitud de ciclo de 60, 134 y 134 segundos respectivamente, en donde se cuenta con dos fases para el sistema semafórico de la intersección A y tres fases para los sistemas semafóricos de las intersecciones B y C.

En la Figura 56 se presenta el ciclo semafórico para cada una de estas intersecciones. El flujo en rojo es considerado como flujo vehicular constante, es decir no cuentan con un sistema semafórico.



**Figura 56**  
Ciclo semafórico del estado actual para las intersecciones del corredor  
Fuente: Autor

Dichos ciclos semafóricos cuentan con las siguientes distribuciones de tiempo.

INTERSECCIÓN A			INTERSECCIÓN B			INTERSECCIÓN C				
	FASE 1	FASE 2		FASE 1	FASE 2	FASE 3		FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	31	21	Verde	32	45	45	Verde	32	45	45
Ambar	3	3	Ambar	3	3	3	Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	Todo Rojo	1	1	1	Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOT AL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>SUBTOT AL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>SUBTOT AL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>TOTAL</b>	<b>134</b>			<b>TOTAL</b>	<b>134</b>		

**Tabla 16**  
Ciclos semafóricos del estado actual para las intersecciones del corredor  
Fuente: Autor

Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 4.

#### 4.7.1.1 Características del Corredor

El corredor de la Avenida Gonzáles Suárez entre la D. Torres y la Ave. Los Andes cuenta con cinco intersecciones, donde cuatro de ellas son de tipo Tee y una de tipo cruz. Además, se hace uso de sistemas semaforizados en tres de estas intersecciones, contando con un sistema semaforizado las intersecciones con las vías: D. Torres, Rayoloma y la Ave. Los Andes. Mientras que las intersecciones con las vías: Pancho Villa y Gral. Artigas no presentan sistemas semaforizados.

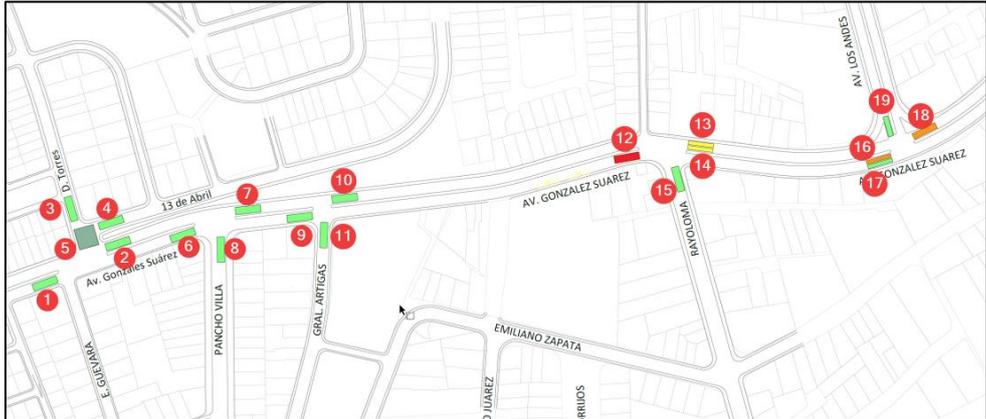
Se menciona que cada una de estas intersecciones cuentan con un mayor detalle en el análisis de cada una de las mismas, presentado en secciones anteriores del presente trabajo de titulación.

**4.7.1.2 Demoras Existentes en el Corredor para el Estado Actual**

El estado actual de todo el corredor presenta una demora general de 89.46 seg. lo que lo asigna como un corredor nivel F según HCM 2000.

Sin embargo, a lo largo de todo el corredor se presentan diferentes demoras dependiendo los carriles de acceso para cada una de las intersecciones que forman el corredor.

En la Figura 57 se presenta los niveles de servicio del estado actual para todo el corredor analizado.



<b>Niveles de servicio</b>	A	B	C	D	E	F

**Figura 57**  
*Niveles de servicio para el corredor en estudio*  
*Fuente: Autor*

Así mismo, en la Tabla 17 se adjuntan las demoras, flujos y nivel de servicio de cada uno de estos carriles.

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN			NIVEL DE SERVICIO
CARRIL	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	HCM 2000
1	5.43	792	A
3	4.51	107	A
4	5.42	141	A
2	4.41	1186	A
5	11.82	231	B
6	1.21	746	A
7	0.33	1130	A
8	0.82	193	A
9	0.14	715	A
10	2.22	1110	A
11	0.84	54	A
12	90.67	763	F
13	33.87	1113	C
14	33.87	1113	C
15	7.16	693	A
17	8.82	446	A
16	47.43	483	D
18	37.75	530	D
19	8.87	910	A

**Tabla 17**  
*Demoras, flujo vehicular y niveles de servicio del estado actual*  
*Fuente: Autor*

Se observa que las vías con numeración desde la 1 hasta la 11 no presentan un mayor tiempo de demoras, contando con niveles de servicio A y B. Sin embargo, en las vías desde la numeración 12 hasta la 18 presentan problemas, viéndose aumentado en la vía 12.

La vía 12 presenta una mayor demora a lo largo de todo el corredor es la Avenida Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este entre la vía Gral. Artigas y Rayoloma. Cabe mencionar que en dicho tramo además se ubica el centro comercial “Monay Shopping”, mismo que utiliza esta vía como entrada hacia sus parqueaderos.

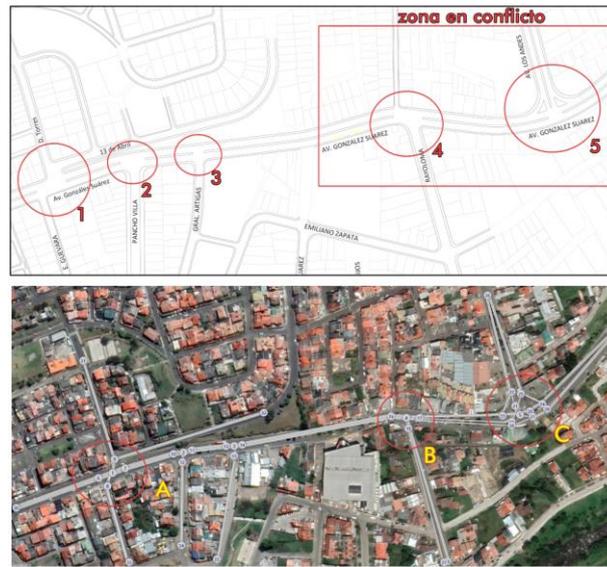
#### **4.7.2 Micro Simulación del Corredor para la Alternativa 1**

Para la alternativa 1 se considera el cambio de los ciclos semafóricos, tomando los ciclos analizados para cada una de las intersecciones en apartados anteriores.

Cabe mencionar que debido a la cercanía que existe entre la intersección 4 y 5, los ciclos semafóricos de ambas intersecciones deberán contar con una misma longitud de ciclo

y fases, pues sus sistemas semafóricos funcionan a la par para permitir un mejor flujo vehicular. Esta peculiaridad es presentada en la Figura 58.

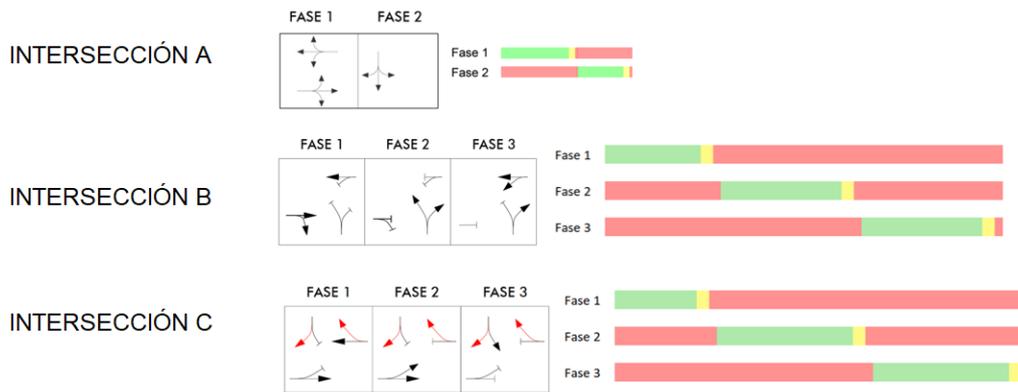
En la alternativa 1, la intersección 1 presenta un ciclo semafórico de 66 seg. y la intersección 4 y 5 cuentan con una longitud de 116 seg. mientras que la intersección 2 y 3 no presentan un sistema semafórico.



**Figura 58**  
*Zona con sistemas semafóricos paralelos (zona en conflicto)*  
*Fuente: Autor*

El ciclo semafórico de la intersección 1 cuenta con dos fases, mientras que para la intersección 4 y 5 se cuenta con tres fases.

En la Figura 59 se detalla las fases y ciclos semafóricos de estos sistemas semafóricos. El flujo en rojo es considerado como flujo vehicular constante, es decir no cuentan con un sistema semafórico.



**Figura 59**  
Ciclo semafórico de la alternativa 1 de las intersecciones del corredor  
Fuente: Autor

Los ciclos semafóricos cuentan con las siguientes distribuciones de tiempo.

INTERSECCIÓN A			INTERSECCIÓN B			INTERSECCIÓN C				
	FASE 1	FASE 2		FASE 1	FASE 2	FASE 3		FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	31	27	Verde	27	40	37	Verde	27	40	37
Ambar	3	3	Ambar	3	3	3	Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	Todo Rojo	1	1	1	Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>41</b>
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>		<b>TOTAL</b>	<b>116</b>			<b>TOTAL</b>	<b>116</b>		

**Tabla 18**  
Ciclos semafóricos de la alternativa 1 de las intersecciones del corredor  
Fuente: Autor

Dado a que el cambio está en el ciclo semafórico, se hace uso de los mismos nodos y vías presentadas en el estado actual.

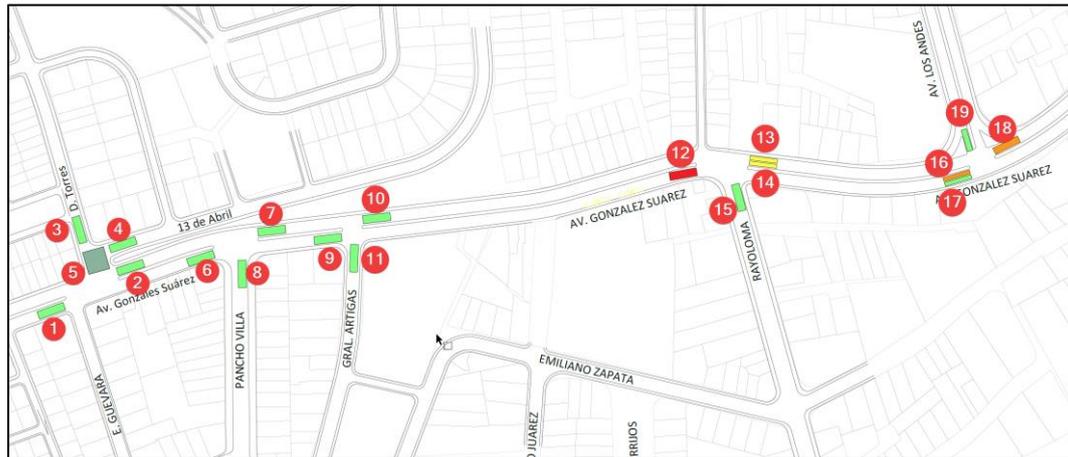
Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 4.

#### 4.7.2.1 Demoras Existentes para la Alternativa 1

La alternativa 1 para el corredor presenta una demora general de 89.86 seg. lo que lo asigna como un corredor nivel F según HCM 2000.

Sin embargo, a lo largo de todo el corredor se presentan diferentes demoras dependiendo los carriles de acceso para cada una de las intersecciones que forman el corredor.

En la Figura 60 se presenta los niveles de servicio de la alternativa 1 para todo el corredor analizado.



Niveles de servicio	A	B	C	D	E	F

**Figura 60**  
Niveles de servicio para el corredor en estudio  
Fuente: Autor

Así mismo, en la Tabla 19 se adjuntan las demoras, flujos y nivel de servicio de cada uno de estos carriles para la alternativa 1.

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN			NIVEL DE SERVICIO
CARRIL	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	HCM 2000
1	6.93	774	A
3	4.09	114	A
4	4.11	142	A
2	10.94	1170	B
5	11.22	239	B
6	1.25	740	A
7	0.37	1114	A
8	0.90	204	A
9	0.32	737	A
10	2.22	1097	A

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN			NIVEL DE SERVICIO
CARRIL	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	
			HCM 2000
11	0.73	61	<b>A</b>
12	127.37	739	<b>F</b>
13	32.23	1102	<b>C</b>
14	32.23	1102	<b>C</b>
15	11.22	668	<b>B</b>
17	7.30	439	<b>A</b>
16	53.91	464	<b>D</b>
18	35.50	505	<b>D</b>
19	5.39	893	<b>A</b>

**Tabla 19**  
*Demoras, flujo vehicular y niveles de servicio para la alternativa 1*  
*Fuente: Autor*

Se observa que las vías con numeración desde la 1 hasta la 11 no presentan un mayor tiempo de demoras, contando con niveles de servicio A y B. Sin embargo, en las vías desde la numeración 12 hasta la 18 presentan problemas, viéndose aumentado en la vía 12. Misma que presente el mismo flujo importante que en el estado actual debido a la ubicación del centro comercial “Monay Shopping”.

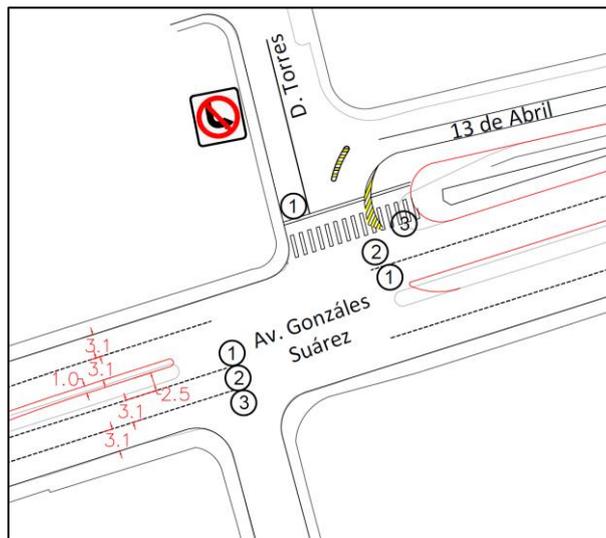
#### **4.7.3 Micro Simulación del Corredor para la Alternativa 2**

Para la alternativa 2 se considera el cambio de geometría en la intersección 1, 4 y 5 y se mantiene similar al estado actual la intersección 2 y 3. El ciclo semafórico presente en las intersecciones 1, 4 y 5 llegan a ser similares que en el estado actual.

En la intersección 1 se lleva a cabo el incremento de un carril para la Ave. Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este, y en dirección Este-Oeste, se permite un flujo constante hacia la vía 13 de abril por medio de un carril extra. Estos cambios geométricos son exhibidos en la Figura 62.

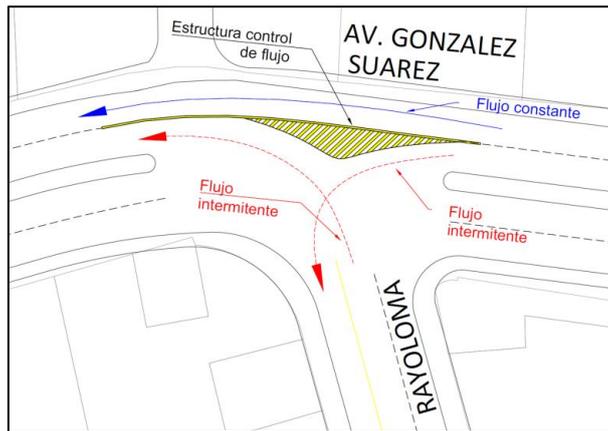


**Figura 61**  
 Esquema del corredor en estudio (Alternativa 2)  
 Fuente: Autor



**Figura 62**  
 Cambios geométricos para la intersección 1 (Alternativa 2)  
 Fuente: Autor

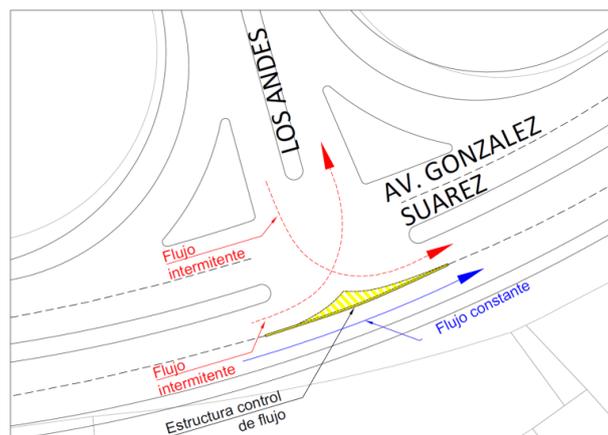
Para la intersección 4, se permite el flujo constante en dirección Este-Oeste, mediante la construcción de un bordillo, haciendo independientes a los carriles de la Ave. Gonzáles Suárez en dirección Este-Oeste, dicho cambio geométrico se observa en la Figura 63.



**Figura 63**

*Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Rayoloma (Alternativa 2)*  
Fuente: Autor

De la misma manera, en la intersección 5 se plantea una estructura tipo bordillo para separar el flujo de la Ave. Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este, de esta manera el flujo en el carril derecho se vuelve constante. La propuesta se presenta en la Figura 64.



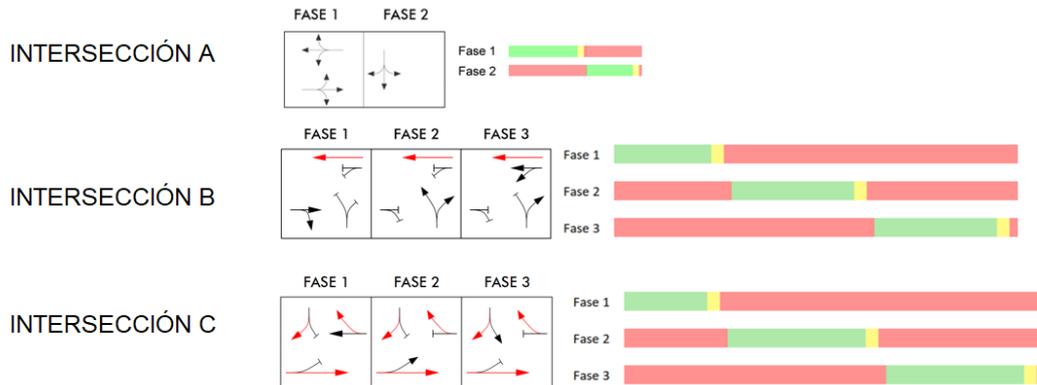
**Figura 64**

*Funcionamiento de la estructura propuesta en la Av. G.S. y Av. Los Andes (Alternativa 2)*  
Fuente: Autor

En la alternativa 2, la intersección 1 presenta un ciclo semafórico de 60 seg. y la intersección 4 y 5 cuentan con una longitud de 134 seg. mientras que la intersección 2 y 3 no presentan un sistema semafórico.

El ciclo semafórico de la intersección 1 cuenta con dos fases, mientras que para la intersección 4 y 5 se cuenta con tres fases.

En la Figura 65 se detalla las fases y ciclos semafóricos de estos sistemas semafóricos. El flujo en rojo es considerado como flujo vehicular constante, es decir no cuentan con un sistema semafórico.



**Figura 65**  
Ciclo semafórico de la alternativa 2 de las intersecciones del corredor  
Fuente: Autor

Dichos ciclos semafóricos cuenta con las siguientes distribuciones de tiempo.

INTERSECCIÓN A			INTERSECCIÓN B				INTERSECCIÓN C			
	FAS E 1	FAS E 2		FAS E 1	FAS E 2	FAS E 3		FAS E 1	FAS E 2	FAS E 3
Verde	31	21	Verde	32	45	45	Verde	32	45	45
Ambar	3	3	Ambar	3	3	3	Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	Todo Rojo	1	1	1	Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	60		<b>TOTAL</b>	134			<b>TOTAL</b>	134		

**Tabla 20**  
Ciclos semafóricos del estado actual de las intersecciones del corredor  
Fuente: Autor

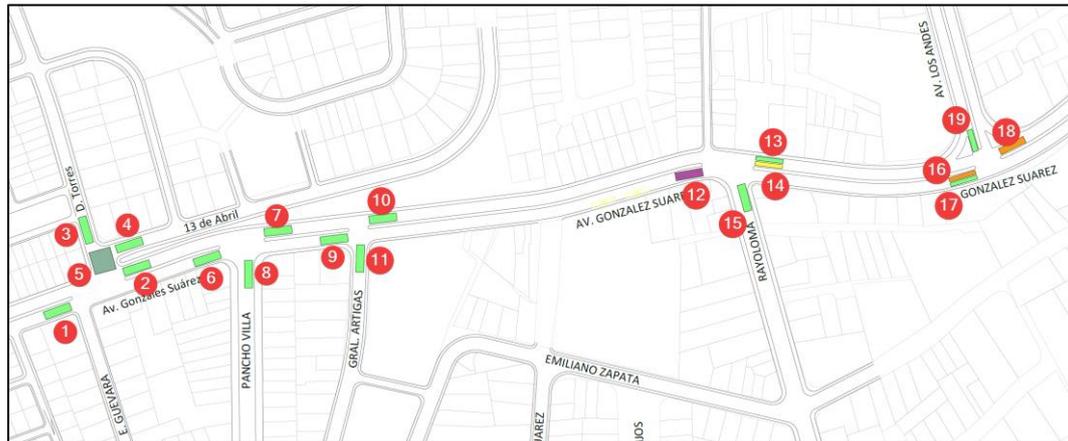
Un mayor desglose de las características ingresadas de la intersección se presenta en Anexo 4.

#### 4.7.3.1 Demoras Existentes para la Alternativa 2

La alternativa 2 para el corredor presenta una demora general de 78.59 seg. lo que lo asigna como un corredor nivel E según HCM 2000.

Sin embargo, a lo largo de todo el corredor se presentan diferentes demoras dependiendo los carriles de acceso para cada una de las intersecciones que forman el corredor.

En la Figura 66 se presenta los niveles de servicio de la alternativa 2 para todo el corredor analizado.



Niveles de servicio	A	B	C	D	E	F

**Figura 66**  
Niveles de servicio para el corredor en estudio  
Fuente: Autor

Así mismo, en la Tabla 21 se adjuntan las demoras, flujos y nivel de servicio de cada uno de estos carriles para la alternativa 2.

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN			NIVEL DE SERVICIO
CARRIL	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	HCM 2000
1	6.55	780	A
3	3.60	104	A
4	4.05	147	A
2	8.56	1197	A
5	12.24	237	B
6	1.32	741	A
7	0.29	1115	A
8	0.88	206	A
9	0.09	724	A
10	2.20	1095	A

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN			NIVEL DE SERVICIO
CARRIL	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	
			HCM 2000
11	0.41	52	<b>A</b>
12	62.00	733	<b>E</b>
14	21.15	288	<b>C</b>
13	5.47	798	<b>A</b>
15	7.60	692	<b>A</b>
17	2.18	431	<b>A</b>
16	40.21	463	<b>D</b>
18	39.61	505	<b>D</b>
19	9.31	902	<b>A</b>

**Tabla 21**

*Demoras, flujo vehicular y niveles de servicio para la alternativa 2*

*Fuente: Autor*

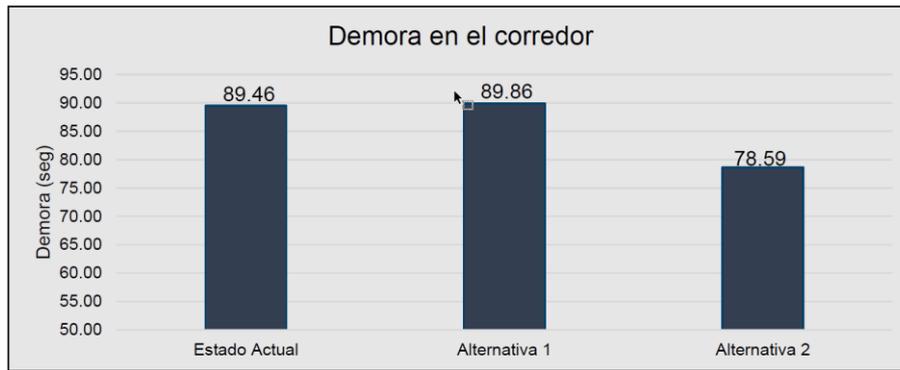
Se observa que las vías con numeración desde la 1 hasta la 11 no presentan un mayor tiempo de demoras, contando con niveles de servicio A y B. Sin embargo, en las vías desde la numeración 12 hasta la 18 presentan problemas, viéndose aumentado en la vía 12. Mismo que presente el mismo flujo importante que en el estado actual debido a la ubicación del centro comercial “Monay Shopping”.

#### **4.7.4 Comparación de Propuestas para el Corredor de la Ave. Gonzáles Suárez Entre la Vía D. Torres y la Ave. Los Andes**

Se procede a analizar los resultados obtenidos para todo el corredor, así como para cada uno de los carriles de entrada hacia las intersecciones presentes a lo largo de todo el corredor.

##### **4.7.4.1 Demora General de Todo el Corredor**

En la Figura 67 se exhiben las demoras generales para todo el corredor, con los tres datos de micro simulación.



**Figura 67**  
*Demora general para el corredor en estudio*  
*Fuente: Autor*

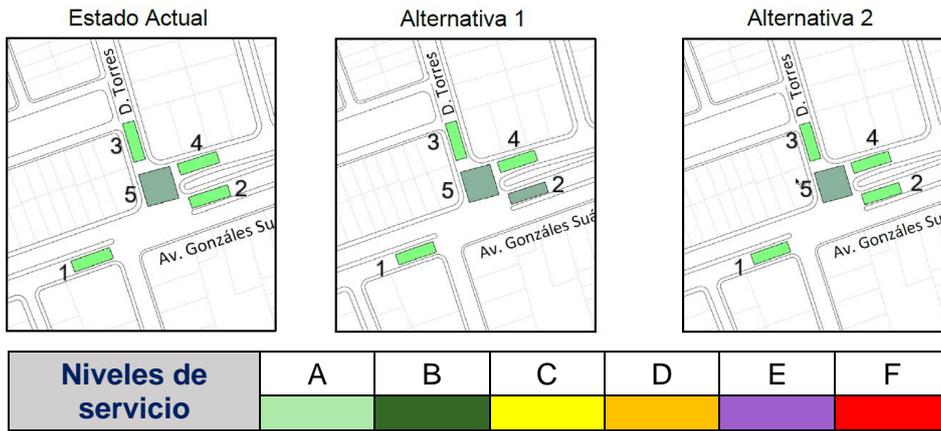
Se observa que la demora es de 89.46, 89.56 y 78.59 seg para el estado actual, alternativa 1 y alternativa 2 respectivamente.

Lo que indica que, al llevar a cabo un cambio geométrico en las tres intersecciones con un sistema semafórico se consigue una disminución del tiempo de demora en 10.9 seg. Permitiendo así, que el nivel de servicio de todo el corredor mejore en un nivel, pasando de contar con un nivel F a un nivel E según las consideraciones de la HCM 2000.

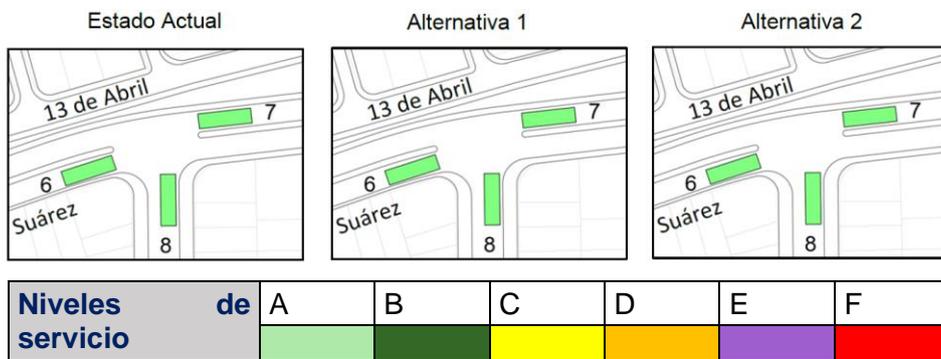
#### **4.7.4.2 Demoras para los Ramales de Cada Intersección**

Analizando las demoras que se tienen en cada una de las intersecciones del corredor, se cuenta con los siguientes resultados.

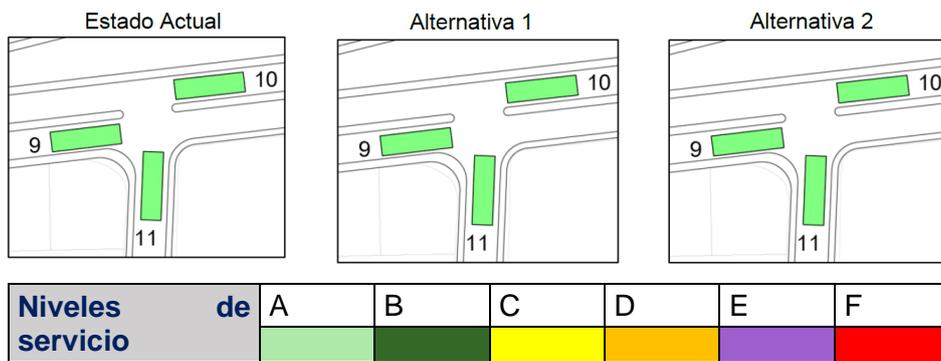
En la intersección 1, 2 y 3 presentado en la Figura 68, 69 y 70 respectivamente no se observa una mayor variación de demoras entre las tres micro simulaciones.



**Figura 68**  
Niveles de servicio para la intersección 1  
Fuente: Autor



**Figura 69**  
Niveles de servicio para la intersección 2  
Fuente: Autor



**Figura 70**  
Niveles de servicio para la intersección 3  
Fuente: Autor

De la misma manera, en las Tablas 16, 17 y 18 se presentan las demoras y niveles de servicio pertinentes a la intersección 1, 2 y 3 respectivamente.

Demoras (seg)				Nivel de servicio (HCM 2000)			
Vía	EA	ALT 1	ALT2	Vía	EA	ALT 1	ALT2
1	5.43	6.93	6.55	1	A	A	A
2	4.41	10.94	8.56	2	A	B	A
3	4.51	4.09	3.60	3	A	A	A
4	5.42	4.11	4.05	4	A	A	A
5	11.82	11.22	12.24	5	B	B	B

**Tabla 22**  
Demoras y niveles de servicio para la intersección 1  
Fuente: Autor

Demoras (seg)				Nivel de servicio (HCM 2000)			
Vía	EA	ALT 1	ALT2	Vía	EA	ALT 1	ALT2
6	1.21	1.25	1.32	6	A	A	A
7	0.33	0.37	0.29	7	A	A	A
8	0.82	0.90	0.88	8	A	A	A

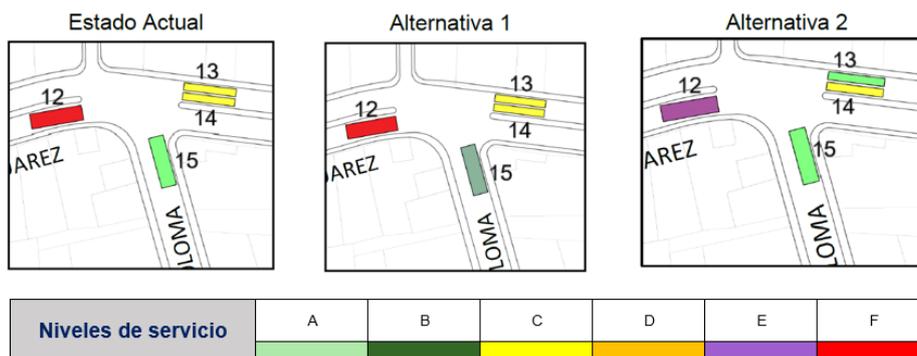
**Tabla 23**  
Demoras y niveles de servicio para la intersección 2  
Fuente: Autor

Demoras (seg)				Nivel de servicio (HCM 2000)			
Vía	EA	ALT 1	ALT2	Vía	EA	ALT 1	ALT2
9	0.14	0.32	0.09	9	A	A	A
10	2.22	2.22	2.20	10	A	A	A
11	0.84	0.73	0.41	11	A	A	A

**Tabla 24**  
Demoras y niveles de servicio para la intersección 3  
Fuente: Autor

Sin embargo, en la intersección 4 si existe una variación considerable en el tiempo de demora de dos de sus carriles, esto principalmente debido a la alternativa 2. Planteando así un cambio en geométrico, que para esta intersección llega a ser una estructura tipo bordillo para permitir el flujo constante.

En la Figura 71 se presenta el análisis de la intersección 4.



**Figura 71**  
Niveles de servicio para la intersección 4  
Fuente: Autor

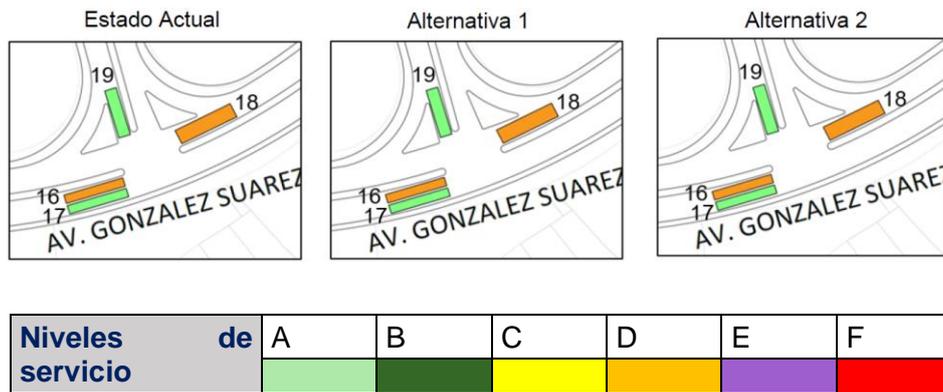
Cabe mencionar que la mejora del carril 12 se debe en parte a que en la intersección 5 existe un flujo constante por la Ave. Gonzáles Suárez en dirección Oeste-Este.

Como se observa para la alternativa 1 (cambio del ciclo semafórico) no existe un cambio considerable en el tiempo de demora. Sin embargo, en la alternativa 2, el carril 12 y 13 si presentan mejoras considerables. En la Tabla 25 se presenta el tiempo de demora de estos carriles y los niveles de servicio pertinentes a cada carril según HCM 2000.

Vía	Demoras (seg)			Nivel de servicio (HCM 2000)			
	EA	ALT 1	ALT2	Vía	EA	ALT 1	ALT2
12	90.67	127.37	62.00	12	F	F	E
13	33.87	32.23	5.47	13	C	C	A
14	33.87	32.23	21.15	14	C	C	C
15	7.16	11.22	7.60	15	A	B	A

**Tabla 25**  
Demoras y niveles de servicio para la intersección 4  
Fuente: Autor

En la intersección 5, se cuenta con la peculiaridad de que el carril 17 cuenta con una disminución considerable en la alternativa 2. Sin embargo, esta disminución mantiene al carril en el mismo nivel de servicio, siendo este el nivel A. En la Figura 72 se presenta los niveles de servicio para la intersección 5.



**Figura 72**  
Niveles de servicio para la intersección 5  
Fuente: Autor

A pesar de que no existe un cambio significativo en el nivel de servicio del carril 17, se plantea llevar a cabo la alternativa 2 en esta intersección, ya que al contar con un flujo constante en el carril 17 este beneficia de manera directa al carril 12 (intersección 4). Siendo este cambio en el nivel de servicio fundamental para que todo el corredor cuente con una disminución en el tiempo de demora, y una mejora en el nivel de servicio de F a E en todo el corredor.

En la Tabla 26 se presenta las demoras y nivel de servicio pertinentes a la intersección 5.

Vía	Demoras (seg)			Nivel de servicio (HCM 2000)			
	EA	ALT 1	ALT 2	Vía	EA	ALT 1	ALT 2
<b>16</b>	47.43	53.91	40.21	<b>16</b>	D	D	D
<b>17</b>	8.82	7.30	2.18	<b>17</b>	A	A	A
<b>18</b>	37.75	35.50	39.61	<b>18</b>	D	D	D
<b>19</b>	8.87	5.39	9.31	<b>19</b>	A	A	A

**Tabla 26**  
Demoras y niveles de servicio para la intersección 5  
Fuente: Autor

En el Anexo 4 se presenta un desglose completo de todas las demoras existentes para cada uno de los carriles a lo largo de todo el corredor, además de las características colocadas en el software Tritone para llevar a cabo la micro simulación del estado actual, alternativa 1 y 2.

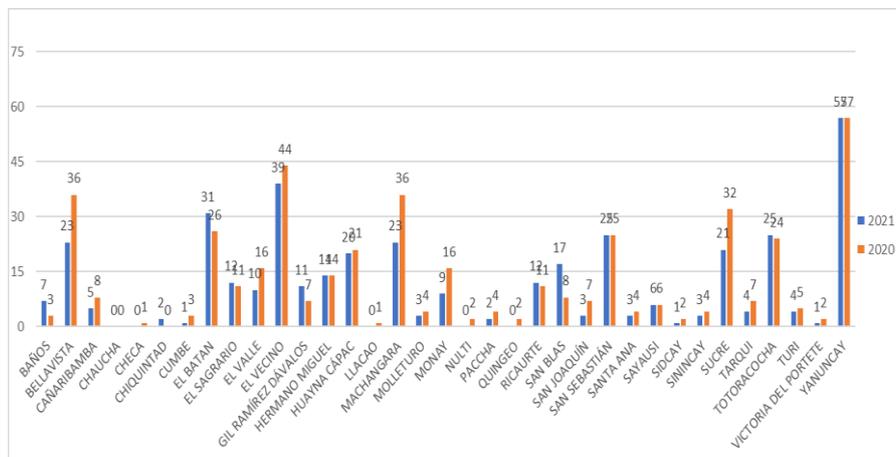
#### 4.8 Análisis de Siniestralidad.

Como parte del trabajo realizado al presente estudio, se ha llevado a cabo el análisis de siniestralidad con información proporcionada por la empresa EMOV EP, correspondiente a los años 2020 y 2021, años en los cuales se ha presentado un retorno hacia una movilidad “normal” (previa a la emergencia sanitaria).

Dentro de los resultados obtenidos se puede mencionar el número de lesionados y fallecidos, tipología de siniestros más recurrente, y así también las causas más probables de siniestros de tránsito. Esto se ha llevado a cabo desde un nivel macro (Parroquias) hasta un nivel micro (corredor de estudio) para los años de análisis antes indicados.

##### 4.8.1 Número de Siniestros por Parroquia

En Tabla siguiente se muestra el número de siniestros por parroquia a lo largo de los años 2020 y 2021, donde se puede observar de forma general que, el número de siniestro correspondiente al año 2021 han reducido con respecto al año 2020 en 55 casos.



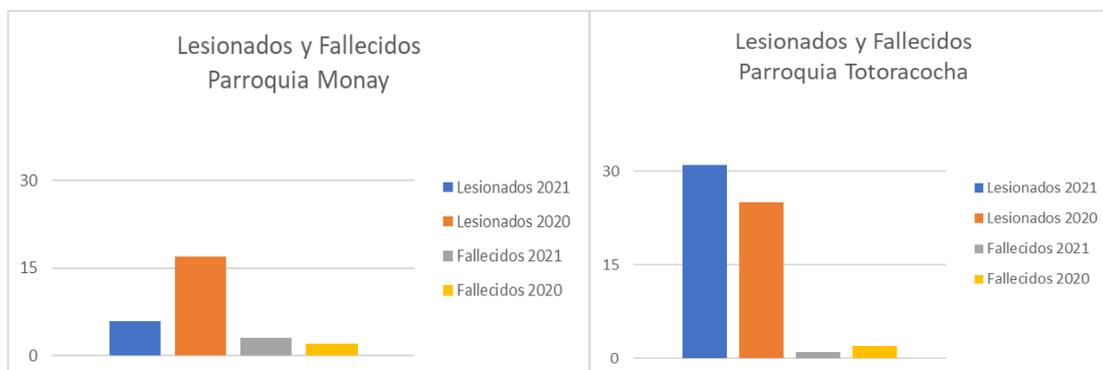
**Figura 73**

Número de siniestros por parroquia

Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021

Dentro del mismo contexto, y de manera más específica se pueden mencionar datos de siniestros para las parroquias de Totoracocha y Monay, mismas que dentro del año 2020 presentan 24 y 16 casos; en tanto que, para el año 2021 se tiene in total de 9 y 25 casos respectivamente para cada parroquia. Estos resultados se pueden apreciar en la Figura 73.

De la misma manera y con el objetivo de adentrarnos más al corredor de estudio, se ha analizado los registros de lesionado y fallecidos dentro de las parroquias Monay y Totoracocha, mismas que conforman el entorno de estudio.



**Figura 74**  
 Número de lesionados y fallecidos  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 - 2021

Como se puede apreciar en la Figura 74, el número de lesionados en el año 2020 es superior al número de lesionados del año siguiente, no siendo así para el caso de fallecidos, donde el valor correspondiente al año 2021 supera al número de fallecidos del año 2020 con un caso; todo esto correspondiente a la parroquia Monay.

De la misma forma se puede observar los resultados para la parroquia Totoracocha, parroquia en la cual el número de lesionados ocurridos durante el año 2021 supera a aquellos lesionados resultantes del año 2020 y; de la misma manera el número de fallecidos presentan valores similares en los años, presentando una variación de un caso.

Así también, se puede indicar que el número de lesionados es superior en la parroquia Totoracocha.

#### 4.8.2 Tipología y Causa Probable de Siniestros

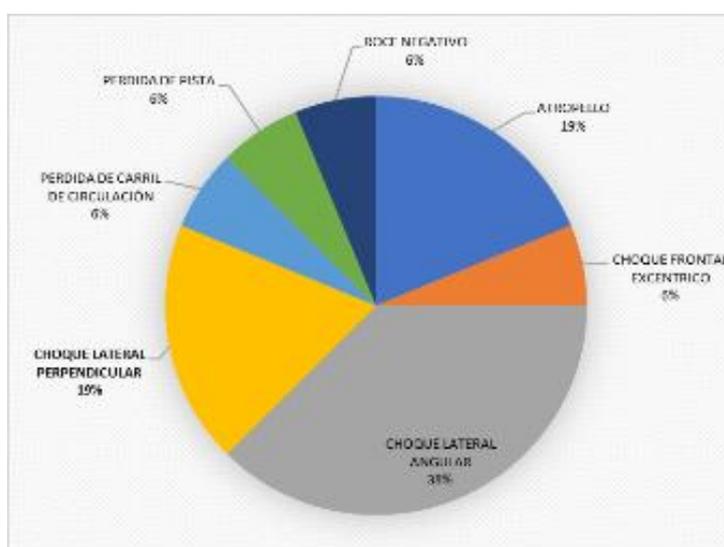
Como parte del mismo análisis se ha determinado la tipología y causas más probables de siniestros suscitados en las parroquias de Monay y Totoracocha para los años 2020 y 2021, los resultados se muestran en las siguientes ilustraciones.

#### 4.8.2.1 Parroquia Monay

Del análisis realizado en la parroquia Monay durante el año 2020 el tipo de siniestro con mayor ocurrencia es el choque lateral angular, el cual alcanza el 38% de las tipologías producidas.

De la misma manera, se tiene que la causa más probable que ocasionan los siniestros dentro de la parroquia Monay es conducir bajo la influencia de alcohol, alcanzando el 25%.

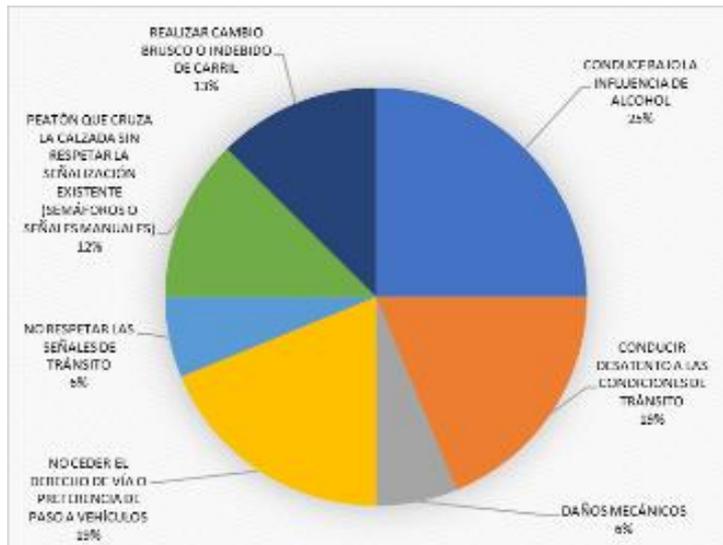
Así también, en la Figura 77 se indican los resultados de análisis para el año 2021; donde el tipo de siniestro más ocurrido a lo largo de la parroquia es el Atropello (56%) y sus causas más probables continúan siendo el conducir bajo la influencia de alcohol con un 23%.



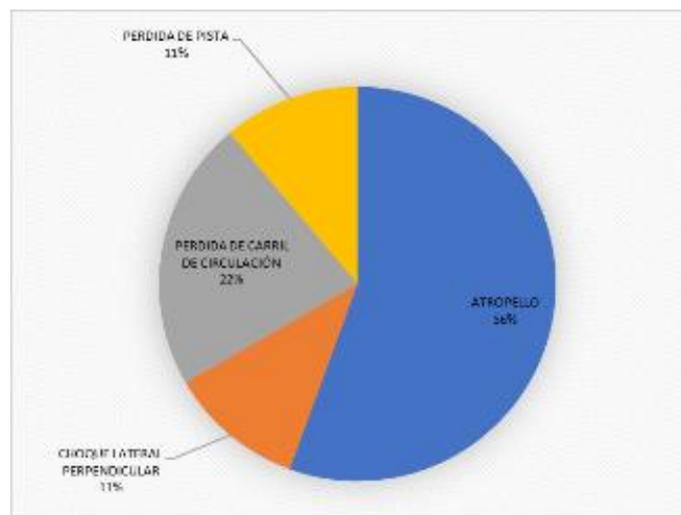
**Figura 75**

*Tipología de siniestro - Monay 2020*

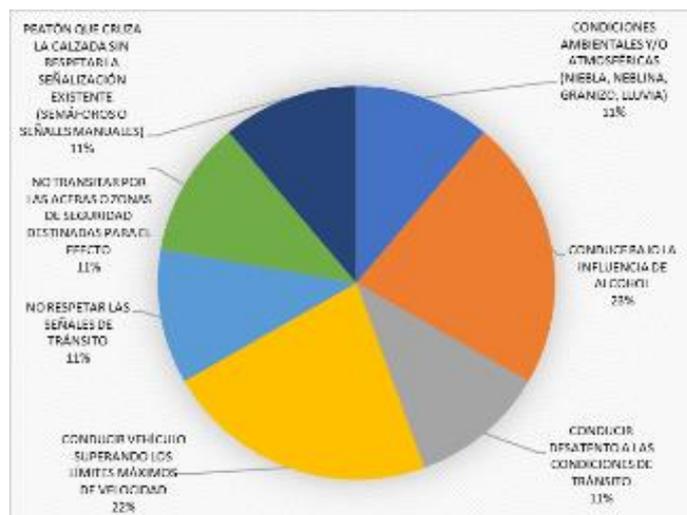
*Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021*



**Figura 76**  
 Causa probable del siniestro - Monay 2020  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 - 2021



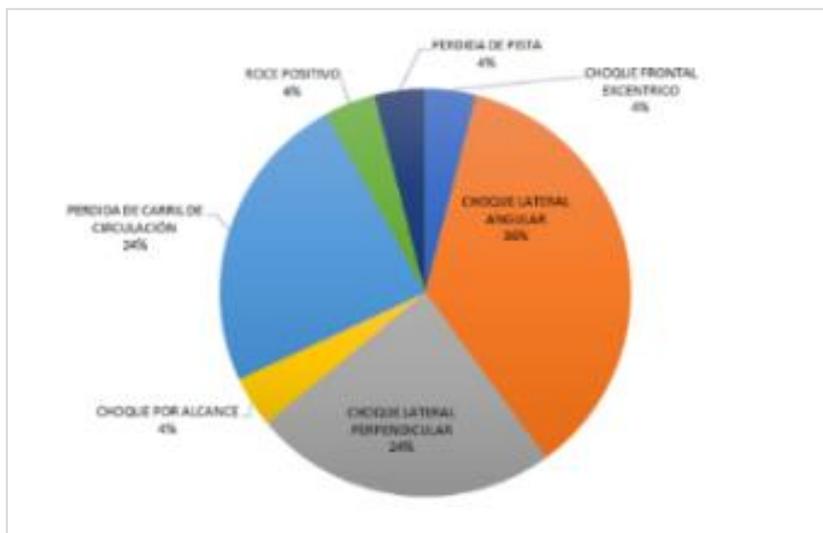
**Figura 77**  
 Tipología de siniestro - Monay 2021  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 - 2021



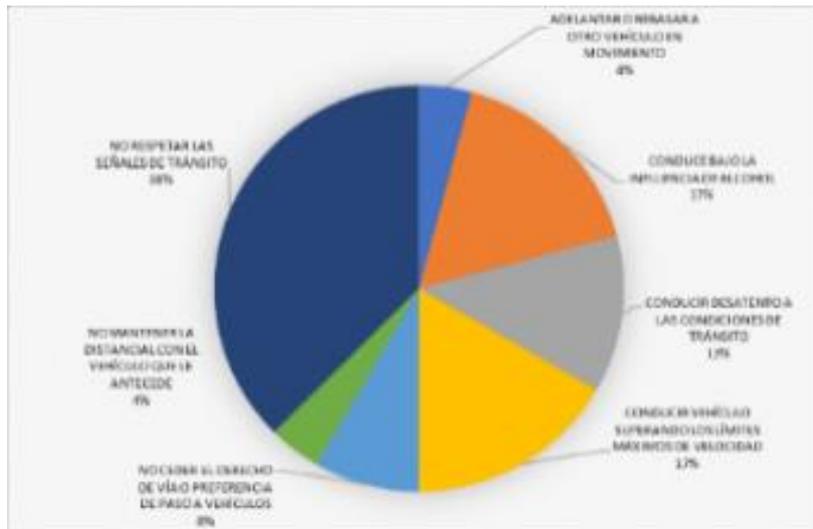
**Figura 78**  
 Causa probable del siniestro - Monay 2021  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021

#### 4.8.2.2 Parroquia Totoracochoa

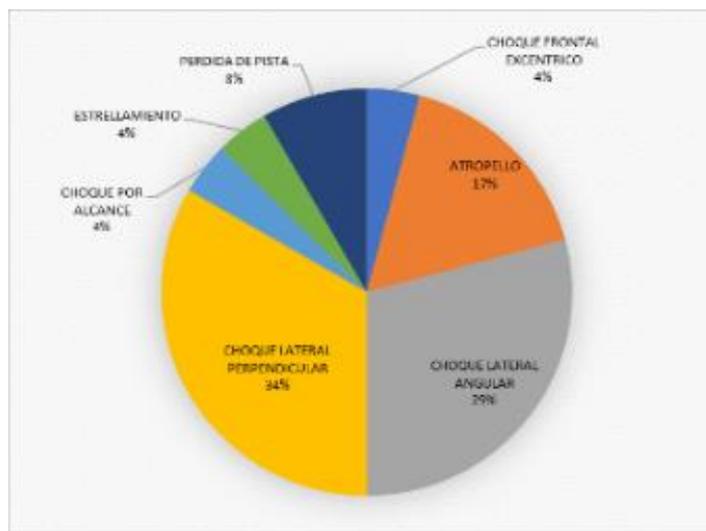
Dentro del mismo contexto y de acuerdo a la misma metodología se ha llevado a cabo el análisis de datos dentro de la parroquia Totoracochoa durante los años 2020 y 2021; los resultados se muestran en las Ilustraciones siguientes:



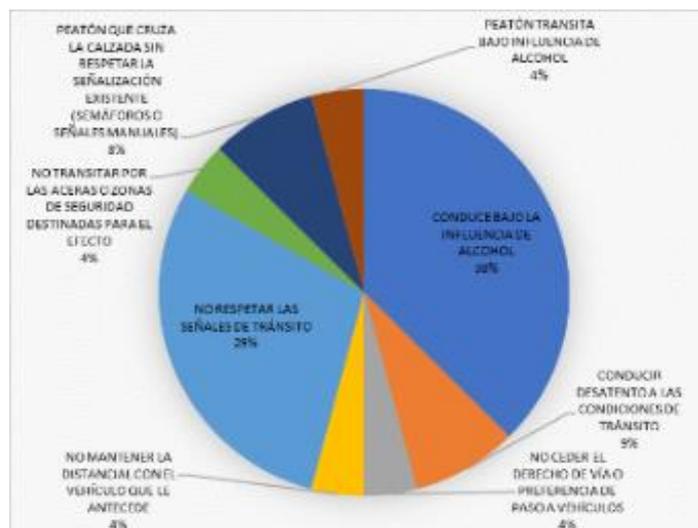
**Figura 79**  
 Tipología de siniestro - Totoracochoa 2020  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021



**Figura 80**  
 Causa probable del siniestro - Totoracocha 2020  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021



**Figura 81**  
 Tipología de siniestro - Totoracocha 2021  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021



**Figura 82**  
*Causa probable del siniestro - Totoracocha 2021*  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021

De acuerdo a las Ilustraciones se puede decir entonces que, los tipos de siniestros más comunes que se producen son los choques laterales angulares y perpendiculares dentro de los años 2020 y 2021 respectivamente y; de la misma forma las causas más comunes corresponden a no respetar las señales de tránsito y conducir bajo la influencia del alcohol.

Más adelante se continúa detallando de mejor forma los siniestros suscitados en el corredor de estudio.

#### **4.8.2.3 Análisis de Siniestralidad Dentro del Corredor de Estudio**

Como se ha mencionado anteriormente, dentro del análisis realizado se ha puesto énfasis al análisis del corredor de estudio, pues los resultados obtenidos podrían influir en gran medida en las decisiones a tomar al momento de proponer una solución al corredor de análisis.

Dicho esto, enseguida se presentan los siniestros suscitados a lo largo del corredor Av. González Suárez y de manera más específica se indica también el tramo de estudio.

Año	Parroquia	Dirección	Condición de la vía	Material de la vía	Tipo de siniestro	Causa Probable	Lesionados	Fallecidos	Núm. Veh. Involucrados
2020	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y TUMBAMBIRÓ	BUENO	ASFALTO	ATROPELLADO	PEATÓN TRANSITA BAJO INFLUENCIA DE ALCOHOL	1	0	1
	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y GUAPONDELIG	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL PERPENDICULAR	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	1	0	2
	TOTORA COCHA	AV. GONZALES SUÁREZ Y AV. DE LAS AMÉRICAS	BUENO	HORMIGÓN	PERDIDA DE PISTA	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	1	0	1
	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y PASEO MILCHICHIG	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL PERPENDICULAR	NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS	2	0	2
	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y PASEO MILCHICHIG	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL ANGULAR	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	0	0	2
	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y PASEO MILCHICHIG	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL ANGULAR	NO RESPETAR LAS SEÑALES DE TRÁNSITO	0	0	2
	MONAY	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y RAYOLOMA	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL ANGULAR	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	0	0	2
2021	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y JUAN DE VELASCO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRIL DE CIRCULACIÓN	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	1	1	1
	TOTORA COCHA	AV. GONZALES SUÁREZ Y LOS ANDES	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL ANGULAR	NO RESPETAR LAS SEÑALES DE TRÁNSITO	1	0	3
	TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y DOLORES J TORRES	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL ANGULAR	NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS	0	0	2
	TOTORA COCHA	AV. GONZALES SUÁREZ Y JACINTO JIJÓN Y CAAMAÑO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRIL DE CIRCULACIÓN	CONducir VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	1	0	2
	TOTORA COCHA	AVENIDA GONZÁLEZ SUÁREZ Y 13 DE ABRIL	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL PERPENDICULAR	NO RESPETAR LAS SEÑALES DE TRÁNSITO	2	0	2

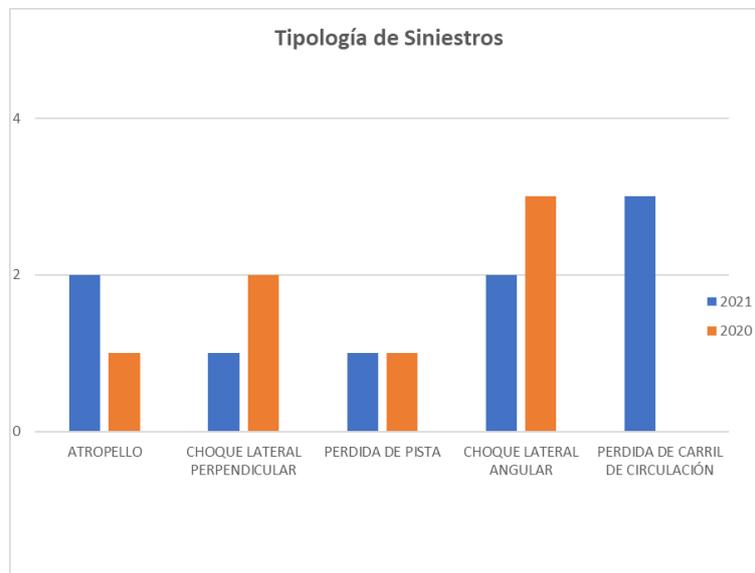
TOTORA COCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y PASEO HUAGRA- UMA	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRIL DE CIRCULAC IÓN	CONducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	0	0	1
MONAY	AV. GONZALES SUÁREZ Y RAYOLOMA	BUENO	ASFALTO	ATROPELL O	PEATÓN QUE CRUZA LA CALZADA SIN RESPECTAR LA SEÑALIZACIÓ N EXISTENTE (SEMÁFOROS O SEÑALES MANUALES).	1	0	1
MONAY	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y TRÁNSITO AMAGUAÑA	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE PISTA	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	0	1	1
MONAY	AVENIDA GONZÁLEZ SUÁREZ Y RAYOLOMA	BUENO	ASFALTO	ATROPELL O	CONducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	1	0	1

**Tabla 27**

*Siniestros en el corredor Av. González Suárez*

*Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021*

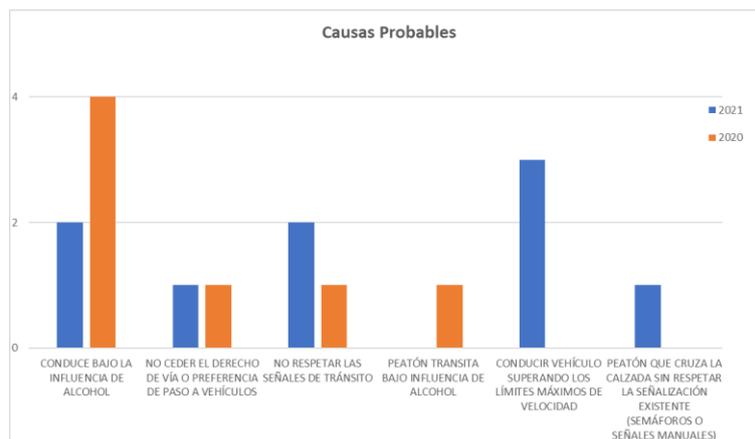
De manera gráfica a continuación se expone los siguientes resultados:



**Figura 83**

*Tipología de siniestro - Av. González Suárez*

*Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021*



**Figura 84**  
*Causa probable del siniestro - Av. González Suárez*  
 Fuente: Autor a partir de registro de siniestros 2020 – 2021

En base a los resultados antes expuestos se puede decir que gran parte de los siniestros ocurridos se ocasionan debido al factor de los conductores, pues las causas más comunes son el irrespeto a las señales de tránsito y conducir bajo la influencia del alcohol. Sin embargo, cabe algo importante que destacar y es que no existe un elevado número de lesionado y peor aún de fallecidos.

Dentro del mismo contexto y de acuerdo a los resultados también se podría decir que debido a las tipologías de siniestros suscitados (Choques laterales) una de las alternativas sería a través de la implementación de dispositivos que permitan canalizar de mejor forma los flujos vehiculares, pues de esta forma resultaría menos probable el roce entre vehículos y por ende se reduciría notablemente el número de siniestro en las intersecciones.

## 5 CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El flujo vehicular empleado para realizar la simulación es el obtenido mediante los aforos realizados en campo, mismo que se muestran en la sección de Anexos y que en promedio el flujo vehicular del corredor representa 2300 vehiculos por hora.
- Al realizar la micro simulación del estado actual se cuenta con una demora general de 89.46 seg. para todo el corredor, lo que califica al corredor como nivel F.
- La micro simulación para la alternativa uno presenta como resultado una demora general de 89.86 seg. para todo el corredor, lo cual lo ubica en un nivel F según los niveles de servicio.
- Los resultados de la micro simulación indican que la variación en los ciclos semafóricos de las intersecciones con las vías: D. Torres, Rayoloma y Ave. Los Andes no representa una mejora significativa en las demoras del corredor.
- La micro simulación de la alternativa dos, da como resultado una demora general de la intersección de 78.59 seg. colocando a todo el corredor en un nivel de servicio E. Llegando a presentar una mejora considerable para los problemas presentados a lo largo del corredor.
- En cuanto al análisis de siniestralidad se refiere, el número de siniestros en relación a los años de estudio evidencian una disminución de los mismos, teniéndose de esta forma que durante el año 2020 se ha registrado 449 casos, mientras que para el año 2021 se han registrado 394 siniestros de tránsito a nivel de parroquias.
- Dentro del área de estudio del presente trabajo se ha identificado que la intersección con un mayor número de siniestros y lesionados corresponde a las intersecciones Av. González Suárez y Av. Rayoloma, en la cual se han registrado 3 siniestros y como resultado 2 lesionados; seguido de la intersección Av. González Suárez, J. Torres y

13 de Abril, misma que consta con 2 siniestros dejando como resultado 2 lesionado y finalmente la intersección Av. González Suárez y Av. Los Andes con un siniestro y un lesionado.

- Una de las causas de siniestros más concurrentes es “Conducir bajo la influencia del alcohol”.
- En la mayoría de los casos se registran siniestros con tipologías de “Choques laterales” sean angulares o perpendiculares, ocasionados por el irrespeto a las señales de tránsito o debido a condiciones geométricas de la vía como falta de visibilidad.

## **5.2 Recomendaciones**

- Como solución al corredor analizado, se plantea hacer uso de la alternativa Dos “Cambio geométrico” para la disminución en el tiempo de demora del flujo vehicular a lo largo del corredor de la Avenida Gonzáles Suárez estudiado.
- A pesar de que el software Tritone ayuda a simular el flujo vehicular de diferentes tipos de vehículos, este no considera el flujo peatonal. mismo que en el corredor presentará una cantidad considerable debido a que en dicha zona se ubica un centro comercial con alto flujo peatonal. Por lo que se recomienda, llevar a cabo la simulación de la alternativa dos mediante software más especializados como puede ser: “Vissim”, “Aimsun” o “Synchro”.
- Realizar un monitoreo al área de intervención, pues sería necesario verificar si las intervenciones realizadas aportaran a reducir el índice de accidentabilidad, pudiendo de esta manera llegar a implementar soluciones en intersecciones o corredores de similares características.
- Como medidas de mitigación debido al tipo de siniestros, se sugiere la implementación de dispositivos que permitan canalizar de mejor forma los flujos vehiculares, pues de

esta forma resultaría menos probable el roce entre vehículos y por ende se reduciría notablemente el número de siniestro en las intersecciones.

- Se plantea también como medida de mitigación realizar campañas de concientización con el objetivo de mejorar la educación vial de los conductores y peatones; por ende, reducir los índices de siniestralidad.

### 5.3 Referencias

- Kidwai, F. A., Karim, M. R., & Ibrahim, M. R. (2005). Traffic flow analysis of digital count down signalized urban intersection. In Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (Vol. 5, pp. 1301-1308).
- Álvarez, R., & Picón, J. (2021). *Generación de un modelo de optimización de ciclos semafóricos en intersecciones semaforizadas*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Godoy, J., & Benjamin, G. (2015). *Optimización del ciclo semafórico en intersecciones congestionadas a nivel microscópico*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Jerez, Á., & Morales, O. (2015). *Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de azogues*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Lema, C., Pedreira, L., Bouza, G., & Allende, S. (2011). Estudio de la optimización del tráfico en un cruce a través del ajuste de los ciclos de los semáforos mediante recocido simulado. *XIX Jornadas ASEPUMA – VII Encuentro Internacional*.
- Martínez, M., & Avilés, J. (2019). *Evaluación y diseño a nivel de prefactibilidad de la intersección: Carretera panamericana y vía rápida Cuenca-Azogues-Biblián*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Perdomo, J. (2016). *AFORACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO*. VILLAVICENCIO: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.
- Rodríguez, F. G. (2009). Un análisis de la siniestralidad vial y su relación con la niñez: El caso de Uruguay.
- Pinos, V. (2016). *Diseño de intersecciones en vías urbanas*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Romero Sánchez, J. A., & Toledo Pacheco, C. R. (2017). Análisis de la intersección entre la av. de las Americas y ruta Machángara, con posible mejoramiento vial.

- Wang, Y. G., Chen, K. M., Pei, Y. L., & Wang, Y. (2011). Integrating before and after crash features into measuring the effectiveness of intersection safety improvement project in Harbin. *Transport*, 26(1), 111-120.
- Miramontes, E., Vidaña, J., & Rodríguez, A. (2015). Análisis y Evaluación de Intersecciones Urbanas. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 12(56).
- Depiante, V., & Galarraga, J. (2011). Capacidad en intersecciones no semaforizadas de tres ramas. *Cordoba argentina*.
- Ha, J. A., & Oh, J. S. (2014). Estimating annual average daily traffic using daily adjustment factor. *Journal of emerging trends in Computing and Information Sciences*, 5(7), 580.
- De Cuenca, I. M. (2015). Plan de movilidad de Cuenca 2015-2025. Ilus. Munic. Cuenca.
- Gordillo, D., & Miguitama, B. (2018). Determinación de los factores de mayoración del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de datos históricos de zonas representativas de la ciudad de Cuenca.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). (2013). Norma para estudios y diseños viales, NEVI-12, Volumen 2, Quito, Ecuador.
- J. J. P, R. A. A. (2021). Generación de un modelo de optimización de ciclos semaforicos en intersecciones semaforizadas.
- Baeza, A., & Martínez, E. (2012). Metodología para el análisis de capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de acuerdo al manual de capacidad HCM 2000: caso cerro del agua/ingeniería. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Garber, N. J., & Hoel, L. A. (2019). *Traffic and highway engineering*. Cengage Learning.
- Ogoño Aguinsaca, J. R., & Orozco Calva, L. F. (2020). Análisis del tránsito vehicular en las intersecciones viales en el centro histórico de la ciudad de Loja, determinando el nivel de servicio (Bachelor's thesis).

- University of Calabria. (2018). UNICAL. Obtenido de UNICAL: <http://tis.unical.it/index.php/development/tritone/>
- Roca, V. (5 de Mayo de 2010). Revista Vial. Obtenido de Revista Vial: <https://revistavial.com/aplicacion-de-modelos-de-microsimulacion-en-la-ingenieria-del-transito-25993/>
- Granda Tola, C. F., & Martínez Ulloa, I. P. (2017). Análisis de tráfico en las principales intersecciones del area de influencia de la Universidad del Azuay (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Flores, A. T. (2012). Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).
- Carpio F, Avilés J, Morillo D. (2018). Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM. (Universidad de Cuenca)

**Anexo 1**

---

**"ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ  
Y D. TORRES Y 13 DE ABRIL  
MEDIANTE SOFTWARE TRITONE"**

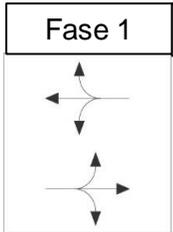
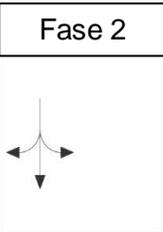
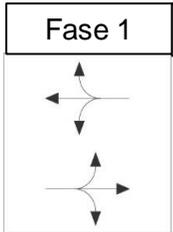
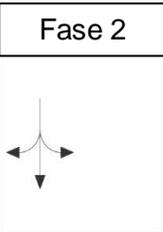
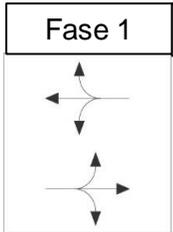
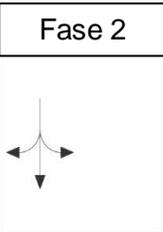
---

**MICRO SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL**

---

## ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y D. Torres

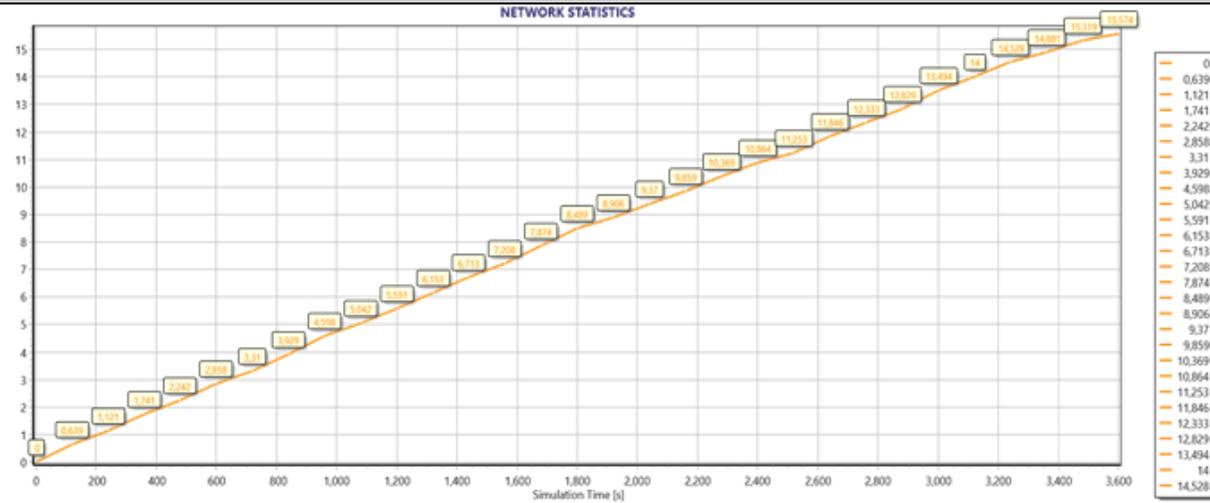
### ESTADO ACTUAL

DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN															
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)				
INICIO	FIN														
1	2	150	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0				
2	3	5	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	90				
3	4	114	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	0				
2	5	15	50	30	1000	1000	1	SI	3	3.6	0				
5	6	92	50	30	1000	1000	1	SI	5	3.6	0				
5	7	210	50	30	1000	1000	1	SI	8	3.7	0				
2	8	92	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0				
FLUJO VEHICULAR			ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO			ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN									
NODOS		Flujo (veh/h)	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th style="width: 50%;">Fase 1</th> <th style="width: 50%;">Fase 2</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>			Fase 1	Fase 2								
Fase 1	Fase 2														
															
INICIO	FIN														
1	4	12													
1	8	802													
1	6	126													
1	7	42													
8	6	118													
8	7	50													
8	1	694													
8	4	6													
CICLO SEMAFÓRICO (seg)			CICLO SEMAFÓRICO (seg)												
6	4	4		FASE 1	FASE 2										
6	8	86		31	21										
6	7	8	Verde	3	3										
7	1	112	Ambar	1	1										
7	4	2	Todo Rojo	35	25										
7	8	60	<b>SUBTOTAL</b>												
7	6	17	<b>TOTAL</b>	60											

## ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE																																																																			
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>Parameters</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>Nodo inicial de arco</td><td>1</td><td>1</td><td>8</td><td>8</td><td>5</td></tr> <tr><td>Nodo final de arco</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>Nodo de la operación principal de...</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Nodo de destino de maniobra sec...</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Posición del nodo</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>Posición del carril</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>Fase</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>Cola permitida (numero de vehicu...</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>								Parameters	1	2	3	4	5	Nodo inicial de arco	1	1	8	8	5	Nodo final de arco	2	2	2	2	2	Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0	0	Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0	0	Posición del nodo	1	1	1	1	1	Posición del carril	1	2	1	2	1	Fase	1	1	1	1	2	Cola permitida (numero de vehicu...						<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><th>Fase 1</th><th>Fase 2</th></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		Fase 1	Fase 2		
Parameters	1	2	3	4	5																																																																		
Nodo inicial de arco	1	1	8	8	5																																																																		
Nodo final de arco	2	2	2	2	2																																																																		
Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0	0																																																																		
Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0	0																																																																		
Posición del nodo	1	1	1	1	1																																																																		
Posición del carril	1	2	1	2	1																																																																		
Fase	1	1	1	1	2																																																																		
Cola permitida (numero de vehicu...																																																																							
Fase 1	Fase 2																																																																						
1	2	3.474	975	<table border="1" style="font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Lan.</th> <th>Ni</th> <th>Nf</th> <th>Nps</th> <th>Cor.</th> <th>Fasi</th> <th>Ciclo</th> <th colspan="3">Fasi [sec] - intersezione 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>60</td> <td style="background-color: green;">31</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">26</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>60</td> <td style="background-color: green;">31</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">26</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>60</td> <td style="background-color: green;">31</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">26</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>60</td> <td style="background-color: green;">31</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">26</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>60</td> <td style="background-color: red;">33</td> <td style="background-color: green;">21</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> </tr> </tbody> </table>								Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1			1	1	2	1	1	3	60	31	3	26	2	1	2	1	2	3	60	31	3	26	3	8	2	1	1	3	60	31	3	26	4	8	2	1	2	3	60	31	3	26	5	5	2	1	1	4	60	33	21	3
Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1																																																																
1	1	2	1	1	3	60	31	3	26																																																														
2	1	2	1	2	3	60	31	3	26																																																														
3	8	2	1	1	3	60	31	3	26																																																														
4	8	2	1	2	3	60	31	3	26																																																														
5	5	2	1	1	4	60	33	21	3																																																														
2	1	1.559	846																																																																				
2	3	-0.094	24																																																																				
3	4	-0.375	24																																																																				
2	5	0.300	329																																																																				
5	2	1.145	298																																																																				
5	6	0.759	261																																																																				
6	5	14.514	142																																																																				
5	7	0.588	93																																																																				
7	5	16.651	181																																																																				
2	8	1.006	942																																																																				
8	2	2.593	868																																																																				

### TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

**15.574**

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y D.  
TORRES Y 13 DE ABRIL MEDIANTE  
SOFTWARE TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 1**

---

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y D. Torres**

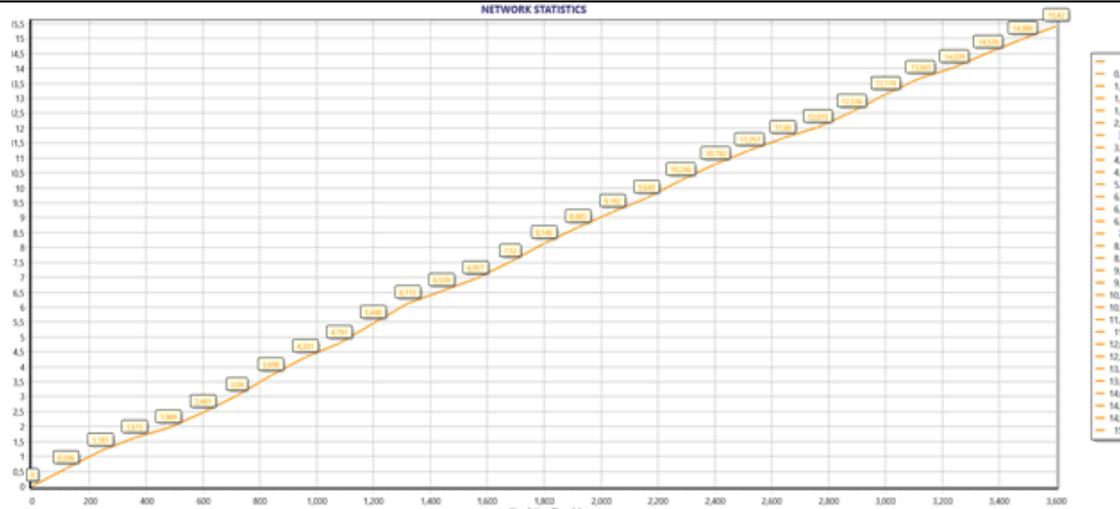
**ALTERNATIVA 1 (VARIACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO)**

DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN												
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)	
INICIO	FIN											
1	2	150	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0	
2	3	5	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	90	
3	4	114	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	0	
2	5	15	50	30	1000	1000	1	SI	3	3.6	0	
5	6	92	50	30	1000	1000	1	SI	5	3.6	0	
5	7	210	50	30	1000	1000	1	SI	8	3.7	0	
2	8	92	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0	
FLUJO VEHICULAR			ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO				ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN					
NODOS		Flujo (veh/h)										
INICIO	FIN											
1	4	12										
1	8	802										
1	6	126										
1	7	42										
8	6	118										
8	7	50										
8	1	694										
8	4	6										
6	1	44										
6	4	4	CICLO SEMAFÓRICO (seg)									
6	8	86		FASE 1	FASE 2							
6	7	8	Verde	31	27							
7	1	112	Ambar	3	3							
7	4	2	Todo Rojo	1	1							
7	8	60	<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>31</b>							
7	6	17	<b>TOTAL</b>	66								
Se aumenta el ciclo semafórico en 6 seg para la calle D. Torres.												

## ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE																
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters								<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <th>Fase 1</th> <th>Fase 2</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>				Fase 1	Fase 2			
Fase 1	Fase 2																			
				Nodo inicial de arco	1	2	3	4	5											
				Nodo final de arco	2	2	2	2	2											
				Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0	0											
				Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0	0											
				Posición del nodo	1	1	1	1	1											
				Posición del carril	1	2	1	2	1											
				Fase	1	1	1	1	2											
				Cola permitida (numero de vehicu...																
1	2	4.376	969	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1									
2	1	1.6613	788	1	1	2	1	1	3	66	31	3	32	3						
2	3	-0.1009	23	2	1	2	1	2	3	66	31	3	32	3						
3	4	-0.3507	23	3	8	2	1	1	3	66	31	3	32	3						
2	5	0.3551	323	4	8	2	1	2	3	66	31	3	32	3						
5	2	1.315	267	5	5	2	1	1	4	66	35	27	3	3						
5	6	0.7758	252																	
6	5	14.894	127																	
5	7	0.6072	92																	
7	5	14.181	162																	
2	8	1.2414	937																	
8	2	2.800	836																	

### TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

**15.42**

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y D.  
TORRES Y 13 DE ABRIL MEDIANTE  
SOFTWARE TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 2**

---

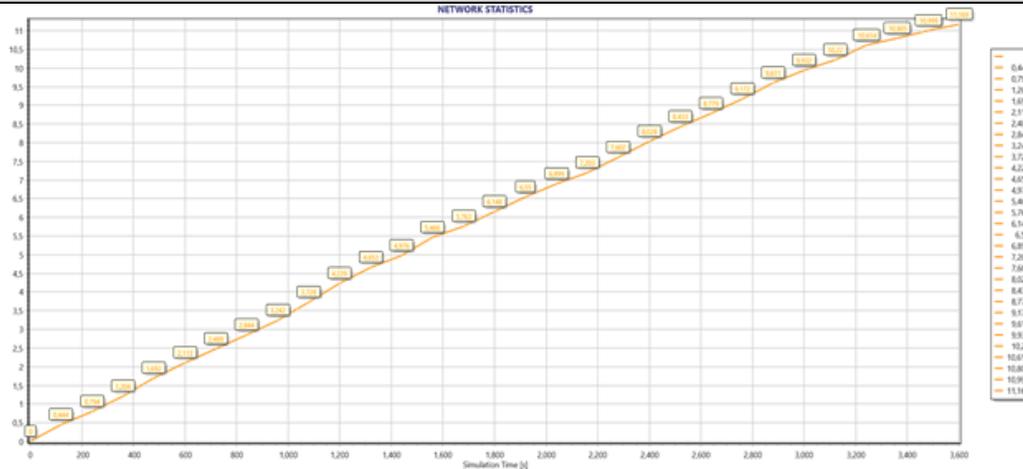
**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y D. Torres**  
**ALTERNATIVA 2 (CAMBIO GEOMÉTRICO)**

DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN											
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)
INICIO	FIN										
14	12	117	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.44	0
12	9	33	50	30	1000	1000	3	NO	0	3.10	0
9	10	5	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	90
9	7	92	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.56	0
9	4	14	30	20	750	750	1	SI	0	3.6	0
9	13	150	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.10	0
10	11	114	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	0
7	8	77	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.56	0
8	9	13.26	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.56	0
8	6	14.7	30	20	750	750	1	NO	0	3.56	0
6	1	210	50	30	800	800	1	NO	8	2.5	0
1	5	210	50	30	800	800	1	SI	8	2.5	0
5	3	11.64	30	20	750	750	1	NO	0	3.6	0
5	4	15.5	30	20	750	750	1	SI	0	3.6	0
3	2	83.5	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.6	0
3	4	8.5	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.6	0
FLUJO VEHICULAR			ESQUEMA DE CICLO SEMAFORCO				ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACION DE LA INTERSECCION				
NODOS		Flujo (veh/h)	Fase 1		Fase 2						
INICIO	FIN		Fase 1		Fase 2						
14	11	12									
14	7	802									
14	2	126									
14	1	42									
7	2	118									
7	1	50									
7	13	694									
7	11	6									
			CICLO SEMAFORICO (seg)								
				FASE 1	FASE 2						
2	11	4	Verde	31	21						
1	13	112	Ambar	3	3						
1	11	2	Todo Rojo	1	1						
1	7	60	<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>						
1	2	17	<b>TOTAL</b>	<b>60</b>							
Se prohíbe el movimiento de 2 a 1.											

ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE											
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters											
14	9	2.0484	982	1	2	3	4	5	6	<table border="1"> <tr> <th>Fase 1</th> <th>Fase 2</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Fase 1	Fase 2		
Fase 1	Fase 2														
9	10	-0.0672	22	Nodo inicial de arco	12	12	12	8	8	4					
10	11	-0.4289	22	Nodo final de arco	9	9	9	9	9	9					
9	7	1.4253	924	Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0	0	0					
9	4	-0.1284	279	Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0	0	0					
4	9	0.9113	280	Posición del nodo	1	1	1	1	1	1					
9	13	1.9541	848	Posición del carril	1	2	3	1	2	1					
7	9	1.1083	811	Fase	1	1	1	1	1	2					
8	6	0.3734	49	Cola permitida (numero de vehicu...	0	0	0	0	0	0					
6	1	1.1030	48	Lan. Ni Nf Nps Cor. Fasi Ciclo Fasi [sec] - intersezione 1											
1	5	2.2138	189	1	12	9	1	1	3	60	31	3	26		
5	1	0.8402	42	2	12	9	1	2	3	60	31	3	26		
5	3	-0.0500	17	3	12	9	1	3	3	60	31	3	26		
5	4	14.6479	172	4	8	9	1	1	3	60	31	3	26		
4	5	0.0667	42	5	8	9	1	2	3	60	31	3	26		
3	2	1.1022	254	6	4	9	1	1	4	60	35	21	3		
2	3	1.8499	108												
3	4	7.9552	108												
4	3	0.3535	237												

TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

11.16

seg

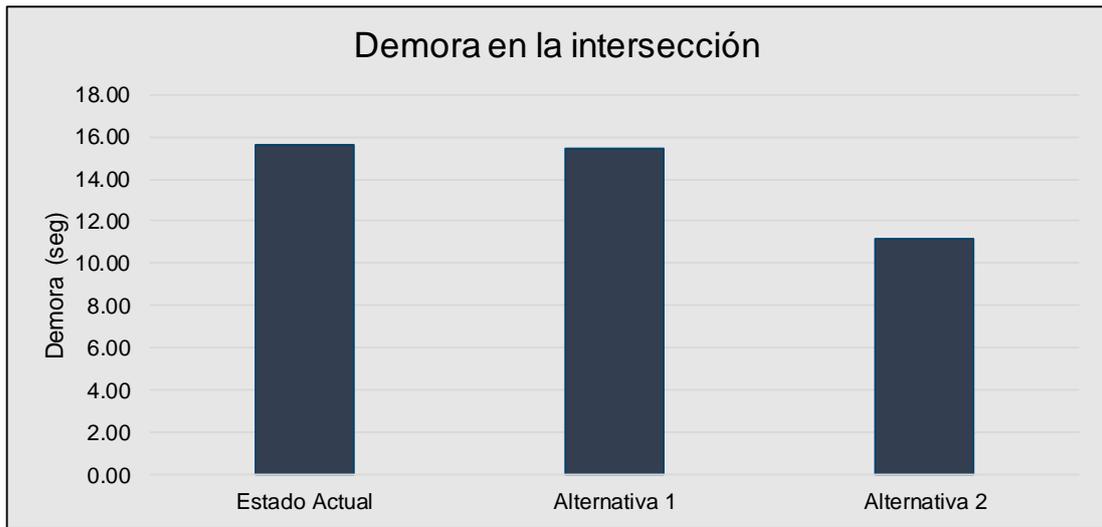
**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y D.  
TORRES Y 13 DE ABRIL MEDIANTE  
SOFTWARE TRITONE**

---

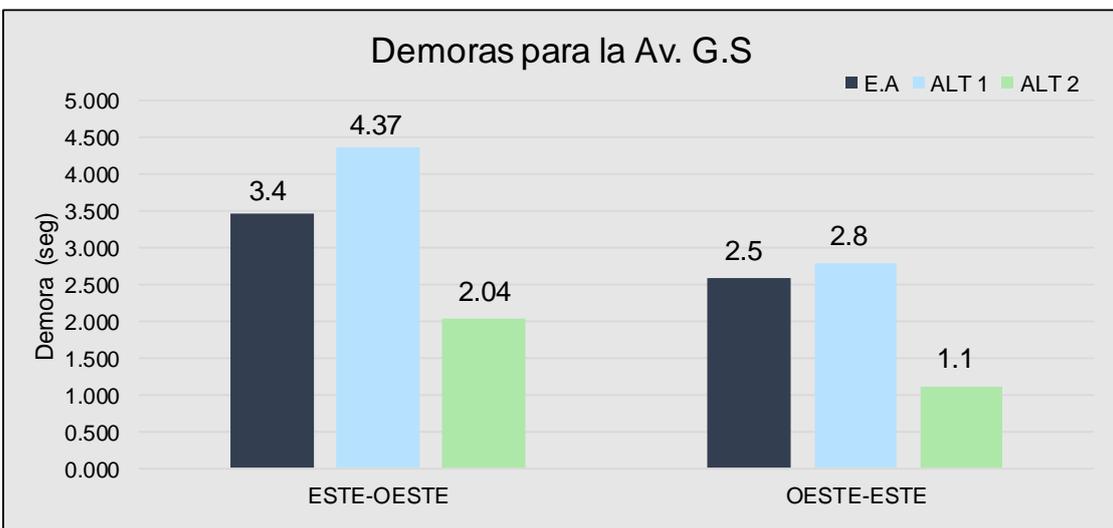
**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MICRO  
SIMULACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS**

---

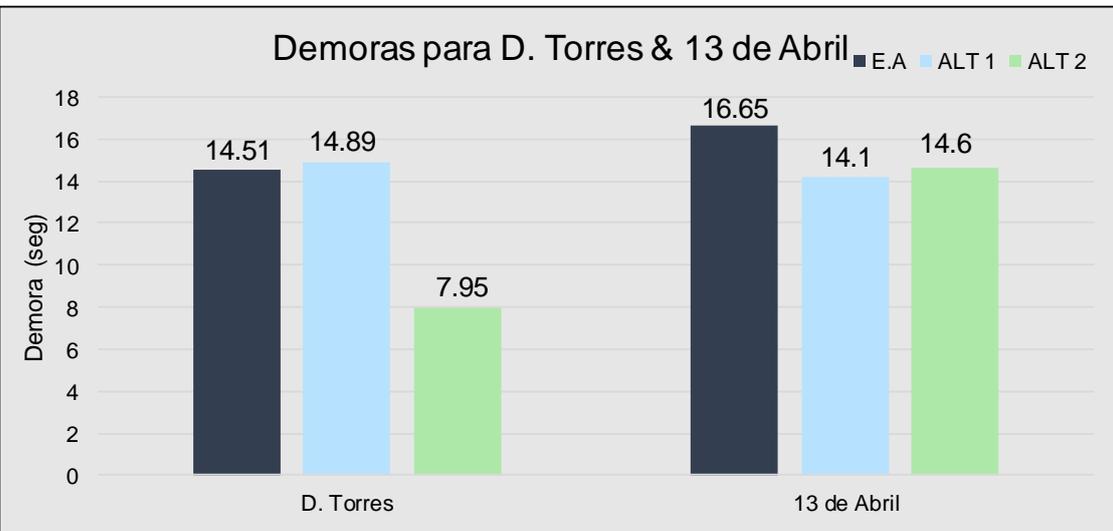
**Demoras para toda la intersección**



**Demoras para la Av. Gonzáles Suárez. Dirección Este-Oeste**



**Demoras para la calle D. Torres. Dirección Norte-Sur**



**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y  
RAYOLOMAMEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL**

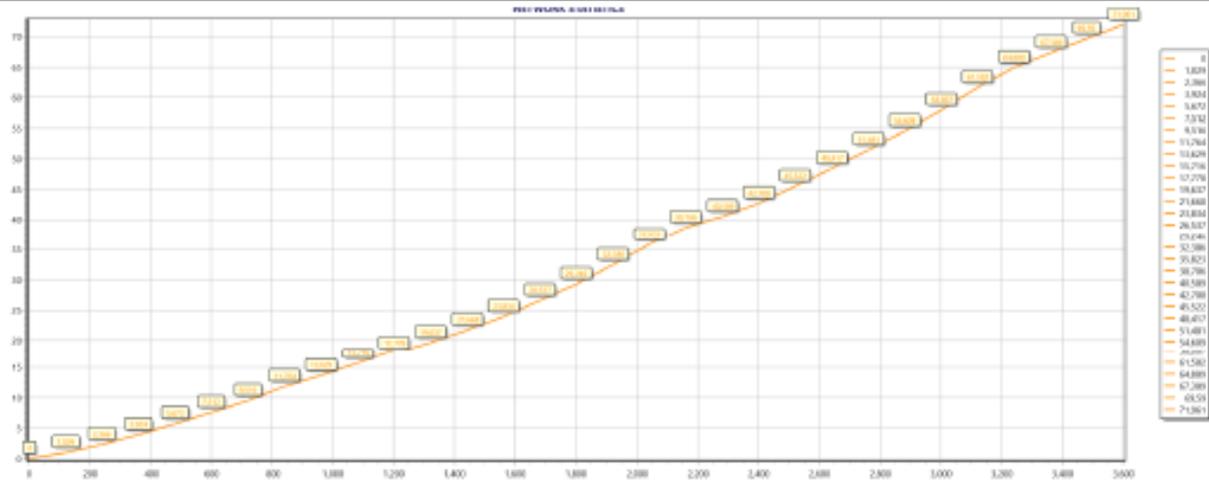
---



## ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE										
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters	1	2	3	4	5	6	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 2</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 3</p> </div> </div>			
2	1	175.000	771	Nodo inicial de arco	4	4	3	3	2	2	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 8px;">MOVIMIENTO CONSTANTE ESPERAR SEMÁFORO</div> </div>			
3	1	24.620	1004	Nodo final de arco	1	1	1	1	1	1				
4	1	13.280	693	Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0	0	0				
				Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0	0	0				
				Posición del nodo	1	1	1	1	1	1				
				Posición del carril	2	1	2	1	1	2				
				Fase	1	2	3	4	5	5				
				Cola permitida (numero de vehicu...	0	0	0	0	0	0				
				Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1			
				1	4	1	1	2	3	134				
				2	4	1	1	1	3	134				
				3	3	1	1	2	4	134				
				4	3	1	1	1	4	134				
				5	2	1	1	1	4	134				
				6	2	1	1	2	4	134				

### TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio 71.96 seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y  
RAYOLOMA MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 1**

---

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y Rayoloma**

**ALTERNATIVA 1 (CAMBIO CICLO SEMAFÓRICO)**

**DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACION**

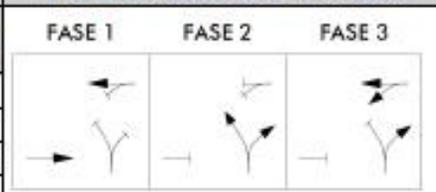
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)
INICIO	FIN										
1	3	140	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
1	2	225	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
4	1	210	50	30	1000	1000	2	NO	8	3.33	0
1	5	210	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	0

**FLUJO VEHICULAR**

**ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO**

**ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN**

NODOS		Flujo (veh/h)
INICIO	FIN	
2	3	611
2	5	222
3	2	710
3	5	320
4	3	432
4	2	261



**CICLO SEMAFÓRICO (seg)**

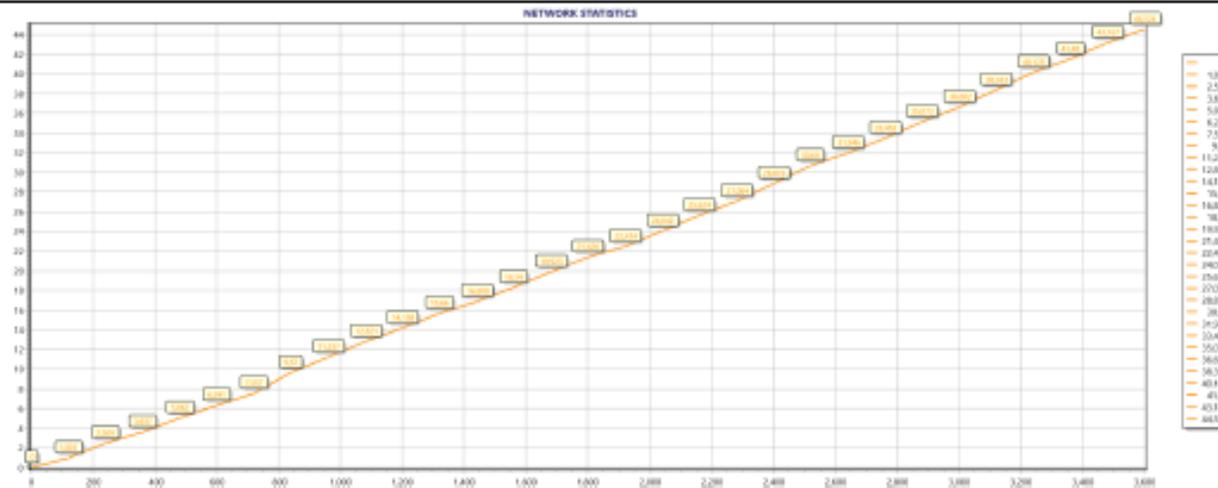
	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	37	42	42
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>46</b>
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>		



## ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE							
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters	1	2	3	4	5	6	
2	1	53.790	805	Nodo inicial de arco	4	4	3	3	2	2	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 2</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 3</p> </div> </div>
3	1	21.620	993	Nodo final de arco	1	1	1	1	1	1	
4	1	14.410	688	Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0	0	0	
				Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0	0	0	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> <span>MOVIMIENTO CONSTANTE</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <span>ESPERAR SEMÁFORO</span> </div>
				Posición del nodo	1	1	1	1	1	1	
				Posición del carril	2	1	2	1	1	2	
				Fase	1	2	3	4	5	5	
				Cola permitida (numero de vehicu...	0	0	0	0	0	0	
				Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1
				1	4	1	1	2	3	133	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span style="width: 60%; text-align: center;">84</span> <span style="width: 5%; text-align: center;">5</span> <span style="width: 35%; text-align: center;">46</span> </div>
				2	4	1	1	1	3	133	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span style="width: 30%; text-align: center;">42</span> <span style="width: 5%; text-align: center;">5</span> <span style="width: 65%; text-align: center;">88</span> </div>
				3	3	1	1	2	4	133	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span style="width: 30%; text-align: center;">46</span> <span style="width: 5%; text-align: center;">5</span> <span style="width: 65%; text-align: center;">79</span> </div>
				4	3	1	1	1	4	133	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span style="width: 30%; text-align: center;">46</span> <span style="width: 5%; text-align: center;">5</span> <span style="width: 65%; text-align: center;">42</span> </div>
				5	2	1	1	1	4	133	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span style="width: 70%; text-align: center;">92</span> <span style="width: 5%; text-align: center;">5</span> <span style="width: 25%; text-align: center;">37</span> </div>
				6	2	1	1	2	4	133	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span style="width: 70%; text-align: center;">92</span> <span style="width: 5%; text-align: center;">5</span> <span style="width: 25%; text-align: center;">37</span> </div>

### TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

**44.52**

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y  
RAYOLOMA MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 2**

---





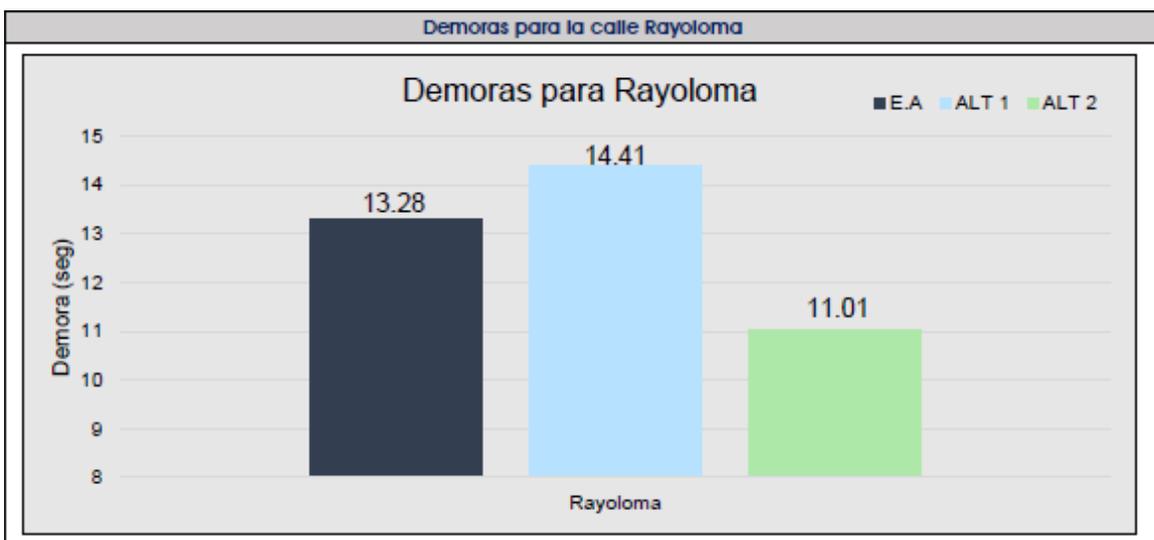
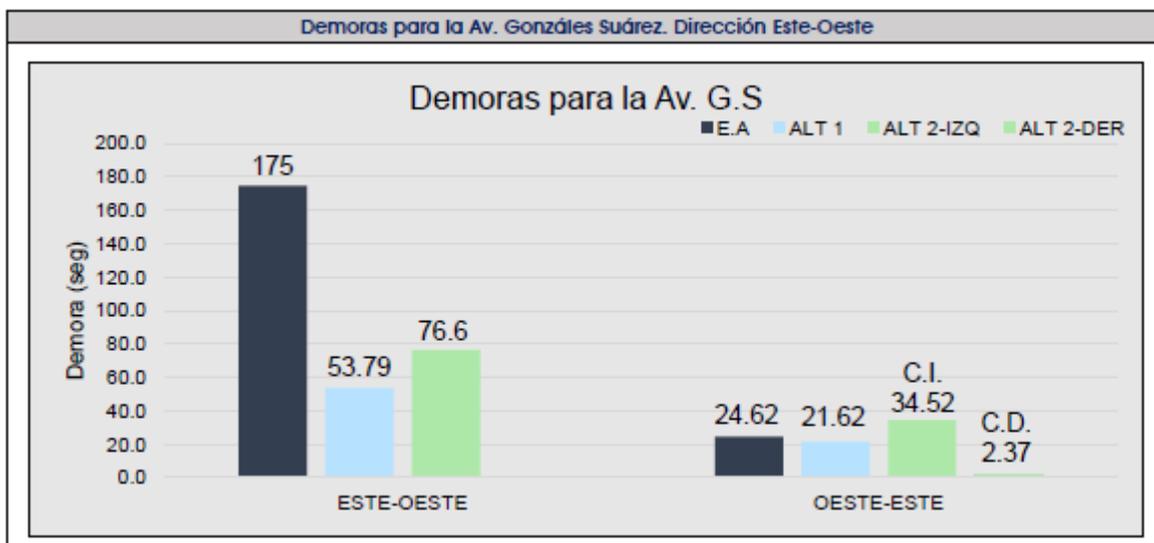
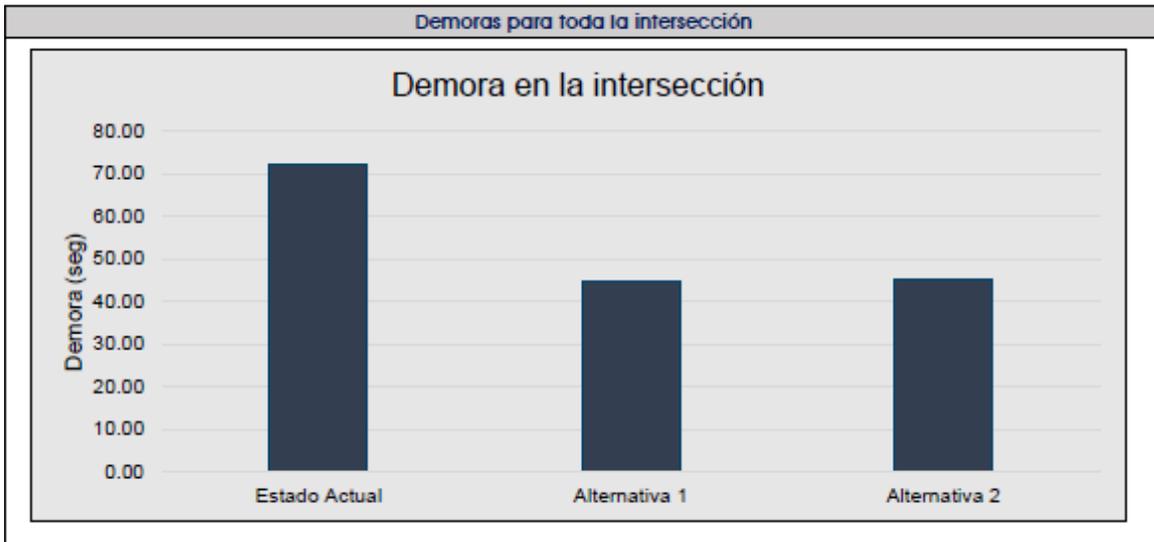
**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y  
RAYOLOMA MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MICRO  
SIMULACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS**

---

ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y Rayoloma



**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y LOS  
ANDES MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL**

---

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y Los Andes**

**ESTADO ACTUAL**

**DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN**

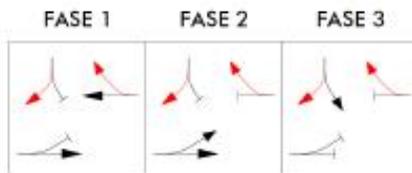
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)
INICIO	FIN										
1-8	2	140	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
2	5	27	50	30	1000	1000	1	NO	3	4	90
5	10	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3	0
2	9	20	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
9	3	90	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
3	4	75	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
4	5	25	50	30	1000	1000	1	NO	3	4.5	45
4	2	23	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
2	7	22	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
7	1	118	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
10	6	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3	0
6	2	23	50	30	1000	1000	1	NO	3	4	0
6	7	26	50	30	1000	1000	1	NO	3	4.5	0

**FLUJO VEHICULAR**

**ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO**

**ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN**

NODOS		Flujo (veh/h)
INICIO	FIN	
1	3	484
1	10	518
4	9	1
4	1	551
4	10	113
10	3	326
10	1	603



**CICLO SEMAFÓRICO (seg)**

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	32	45	45
Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>		134	



## ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE			
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters			
1	8	41.370	465	Nodo inicial de arco	11	4	4
1	11	15.570	484	Nodo final de arco	2	2	2
3	4	45.280	660	Nodo de la operación principal de...	0	0	0
10	6	35.060	854	Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0
				Posición del nodo	1	1	1
				Posición del carril	1	1	2
				Fase	1	2	2
				Cola permitida (numero de vehicu...	0	0	0

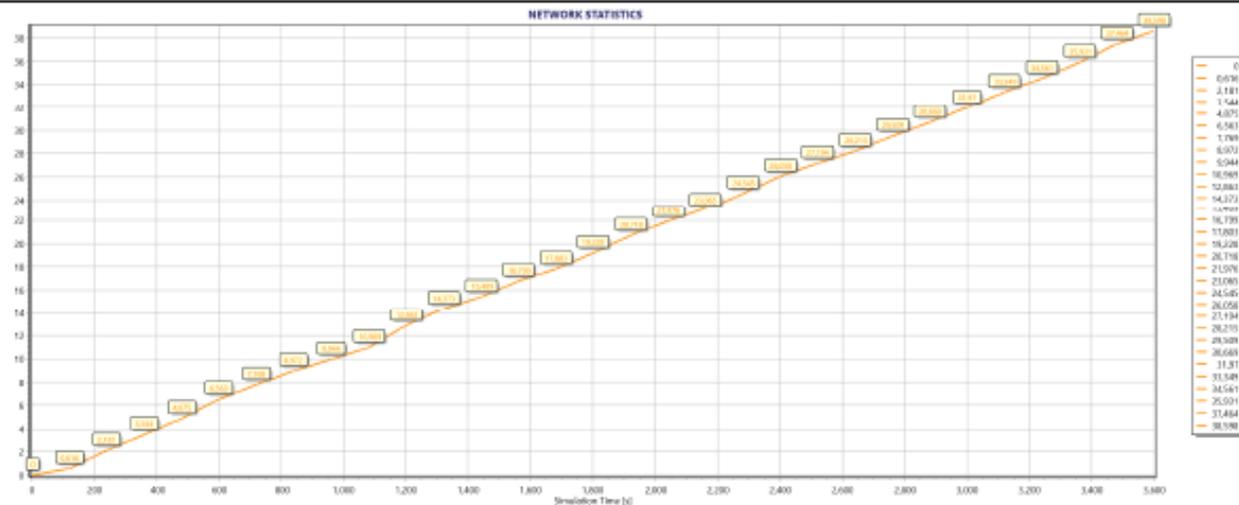
  

							FASE 1	FASE 2	FASE 3
							MOVIMIENTO CONSTANTE ESPERAR SEMÁFORO		

Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclos	Fasi [sec] - intersezione 1	
1	11	2	1	1	3	134	77	54
2	4	2	1	1	3	134	32	99
3	4	2	1	2	3	134	32	99
4	8	5	1	1	4	134	36	45
5	6	2	1	1	4	134	85	45

### TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

**38.60**

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y LOS  
ANDES MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 1**

---

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y Los Andes**

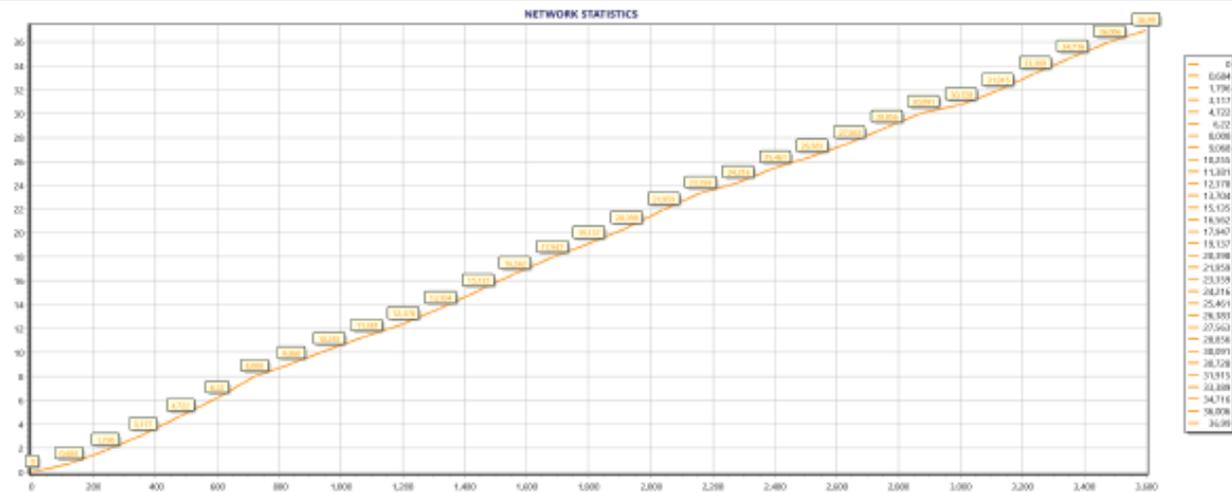
**ALTERNATIVA 1 (CAMBIO CICLO SEMAFÓRICO)**

DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN												
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)	
INICIO	FIN											
1-8	2	140	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
2	5	27	50	30	1000	1000	1	NO	3	4	90	
5	10	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3	0	
2	9	20	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
9	3	90	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
3	4	75	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
4	5	25	50	30	1000	1000	1	NO	3	4.5	45	
4	2	23	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
2	7	22	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
7	1	118	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0	
10	6	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3	0	
6	2	23	50	30	1000	1000	1	NO	3	4	0	
6	7	26	50	30	1000	1000	1	NO	3	4.5	0	
FLUJO VEHICULAR			ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO			ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN						
NODOS		Flujo (veh/h)	FASE 1	FASE 2	FASE 3							
INICIO	FIN											
1	3	484										
1	10	518										
4	9	1										
4	1	551										
4	10	113										
10	3	326										
10	1	603										
			CICLO SEMAFÓRICO (seg)									
			FASE 1	FASE 2	FASE 3							
			Verde	27	40	37						
			Ambar	3	3	3						
			Todo Rojo	1	1	1						
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>41</b>						
			<b>TOTAL</b>				<b>116</b>					

## ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE																																																																					
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters					<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 2</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FASE 3</p> </div> </div>																																																																
1	8	37.540	847	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>11</td><td>4</td><td>4</td><td>8</td><td>6</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>5</td><td>2</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>					1	2	3	4	5	11	4	4	8	6	2	2	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3	4	0	0	0	0	0	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>MOVIMIENTO CONSTANTE</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ESPERAR SEMÁFORO</p> </div> </div>																			
1	2	3	4	5																																																																					
11	4	4	8	6																																																																					
2	2	2	5	2																																																																					
0	0	0	0	0																																																																					
0	0	0	0	0																																																																					
1	1	1	1	1																																																																					
1	1	2	1	1																																																																					
1	2	2	3	4																																																																					
0	0	0	0	0																																																																					
1	11	14.410	352	<table border="1" style="font-size: small; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Lan.</th> <th>Ni</th> <th>Nf</th> <th>Nps</th> <th>Cor.</th> <th>Fasi</th> <th>Ciclo</th> <th colspan="3">Fasi [sec] - intersezione 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>11</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>116</td> <td style="background-color: green;">67</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">46</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>116</td> <td style="background-color: green;">27</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">86</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>116</td> <td style="background-color: green;">27</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> <td style="background-color: red;">86</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>116</td> <td style="background-color: red;">31</td> <td style="background-color: green;">40</td> <td style="background-color: red;">42</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>116</td> <td style="background-color: red;">75</td> <td style="background-color: green;">37</td> <td style="background-color: yellow;">3</td> </tr> </tbody> </table>										Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1			1	11	2	1	1	3	116	67	3	46	2	4	2	1	1	3	116	27	3	86	3	4	2	1	2	3	116	27	3	86	4	8	5	1	1	4	116	31	40	42	5	6	2	1	1	4	116	75	37	3
Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1																																																																		
1	11	2	1	1	3	116	67	3	46																																																																
2	4	2	1	1	3	116	27	3	86																																																																
3	4	2	1	2	3	116	27	3	86																																																																
4	8	5	1	1	4	116	31	40	42																																																																
5	6	2	1	1	4	116	75	37	3																																																																
3	4	37.790	657																																																																						
10	6	33.420	853																																																																						

### TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

**36.99**

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y LOS  
ANDES MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

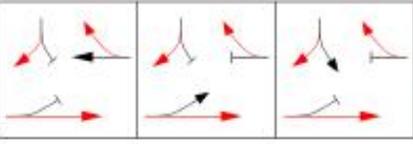
---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 2**

---

ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y Los Andes

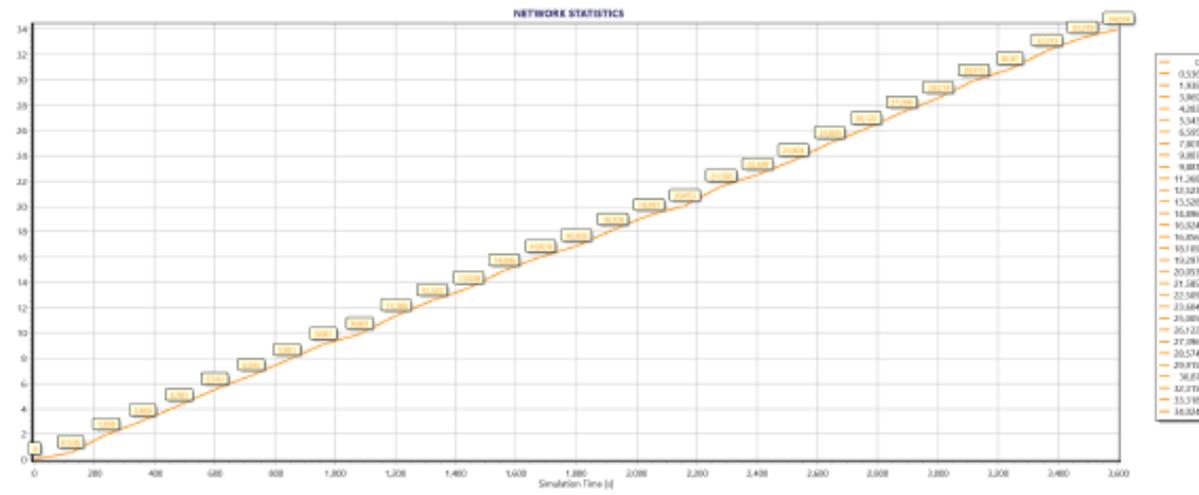
ALTERNATIVA 2 (CAMBIO CICLO SEMAFÓRICO Y GEOMÉTRICO)

DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN																	
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)						
INICIO	FIN																
1-8	2	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0						
14	11	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0						
2	5	27	50	30	1000	1000	1	NO	3	4	90						
5	10	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3	0						
2	9	20	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0						
9	3	90	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0						
3	4	75	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0						
4	5	25	50	30	1000	1000	1	NO	3	4.5	45						
4	2	23	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0						
2	7	22	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0						
7	1	118	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0						
10	6	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3	0						
6	2	23	50	30	1000	1000	1	NO	3	4	0						
6	7	26	50	30	1000	1000	1	NO	3	4.5	0						
FLUJO VEHICULAR			ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO			ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN											
NODOS		Flujo (veh/h)	FASE 1	FASE 2	FASE 3												
INICIO	FIN																
1	3	484															
1	10	518															
4	9	1															
4	1	551															
4	10	113															
			CICLO SEMAFÓRICO (seg)														
			FASE 1	FASE 2	FASE 3												
			Verde	32	45							45					
			Ambar	3	3	3											
			Todo Rojo	1	1	1											
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>											
			<b>TOTAL</b>	134													

ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE									
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)	Parameters	1	2	3	4	FASE 1	FASE 2	FASE 3		
1	8	45.680	485	Nodo inicial de arco	4	4	8	13					
14	11	1.580	476	Nodo final de arco	2	2	5	2					
3	4	44.090	654	Nodo de la operación principal de...	0	0	0	0					
10	6	29.930	299	Nodo de destino de maniobra sec...	0	0	0	0					
				Posición del nodo	1	1	1	1					
				Posición del carril	1	2	1	1					
				Fase	1	1	2	3					
				Cola permitida (numero de vehicu...	0	0	0	0					
				Lan	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Cicl	Fasi [sec] - intersezione 1		
				1	4	2	1	1	3	134	32	99	
				2	4	2	1	2	3	134	32	99	
				3	8	5	1	1	4	134	36	45	50
				4	13	2	1	1	4	134	85	45	

TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio

34.02

seg

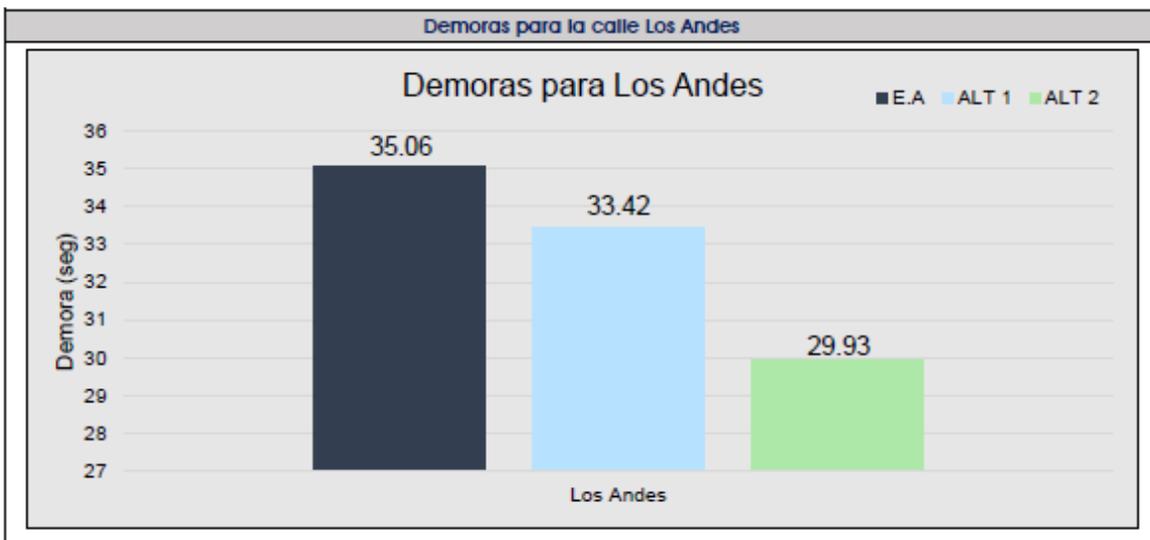
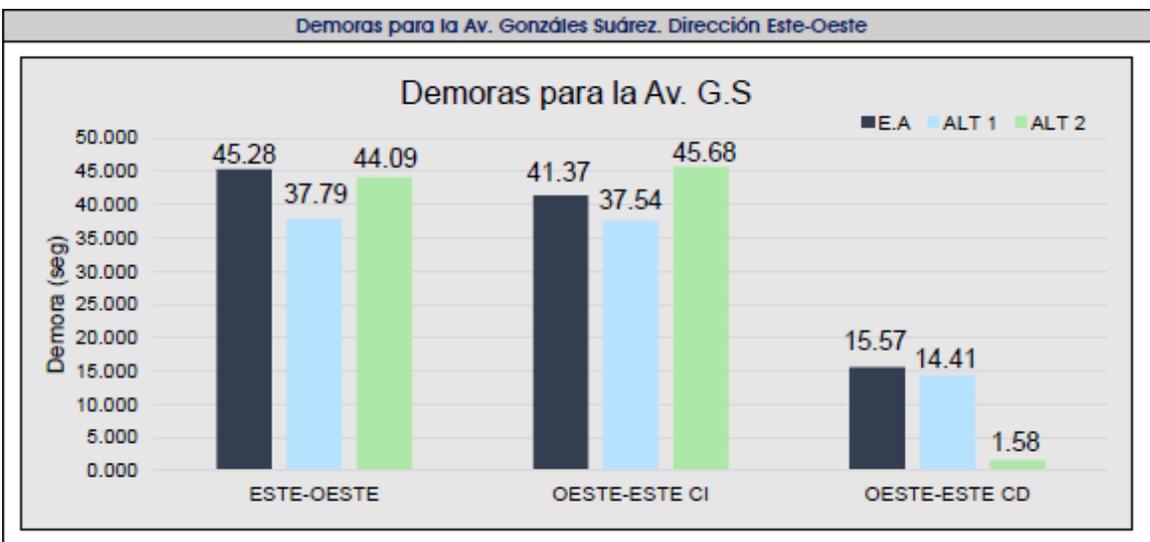
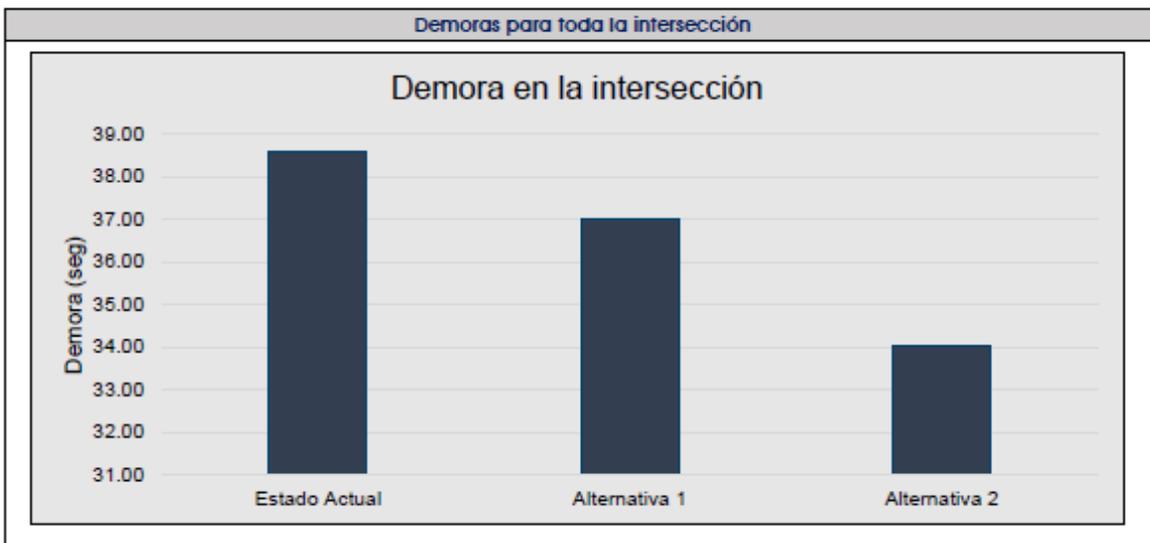
**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ Y LOS  
ANDES MEDIANTE SOFTWARE  
TRITONE**

---

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MICRO  
SIMULACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS**

---

**ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA INTERSECCIÓN: Av. Gonzáles Suárez y Los Andes**



**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE  
D. TORRES Y AVE. LOS ANDES  
MEDIANTE SOFTWARE TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL**

---

ANÁLISIS DEL CORREDOR DE LA AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE (Ave. Los Andes y D. Torres)

ESTADO ACTUAL											
DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN											
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)
INICIO	FIN										
30	6	150	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0
6	1	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0
1	8	5	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	90
8	33	114	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	0
1	9	15	50	30	1000	1000	1	SI	3	3.6	0
9	31	92	50	30	1000	1000	1	SI	5	3.6	0
9	32	210	50	30	1000	1000	1	SI	8	3.7	0
1	7	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
7	10	92	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
10	2	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
2	11	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
11	13	62	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
12	2	10	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.5	90
12	34	130	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.5	0
13	3	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
3	14	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
14	16	225	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
16	4	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
3	15	10	30	20	800	800	1	NO	0	5	90
35	15	180	30	20	800	800	1	NO	0	5	0
4	17	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
23	17	140	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.5	0
36	18	210	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
18	4	10	50	30	1000	1000	2	NO	8	3.33	90
4	18	10	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	90
18	37	210	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	0
17	19	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
19	30	30	30	20	800	800	1	NO	3	3.5	90
17	38	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
25	26	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
5	27	20	30	20	800	800	1	NO	0	3.5	90
38	27	30	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
27	28	20	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
28	29	70	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0

29	24	75	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.5	0
24	25	25	30	20	1000	1000	1	NO	3	4.5	45
24	20	23	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
20	5	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
5	23	22	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
26	22	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
22	21	23	50	30	800	800	1	NO	3	4	0
21	5	10	30	20	800	800	1	NO	3	4	90
22	23	26	30	20	800	800	1	NO	3	4.5	45
FLUJO VEHICULAR											
NODOS			NODOS			NODOS			NODOS		
INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)
31	32	7	30	31	31	35	37	15	29	26	113
	30	27		32	90		29	3		32	49
	33	4		33	35		26	14		31	12
	34	8		34	72		32	2		30	333
	37	25		37	222		31	1		33	3
	26	24		26	213		30	16		34	14
	29	22		29	199		34	4		37	140
32	31	10	34	37	22	36	29	209	26	32	54
	30	97		29	20		26	223		31	13
	33	6		26	21		32	27		30	364
	34	4		32	18		31	7		33	3
	37	12		31	4		30	183		34	15
	26	11		30	120		33	1		37	154
	29	11		33	1		34	43		29	326

ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN



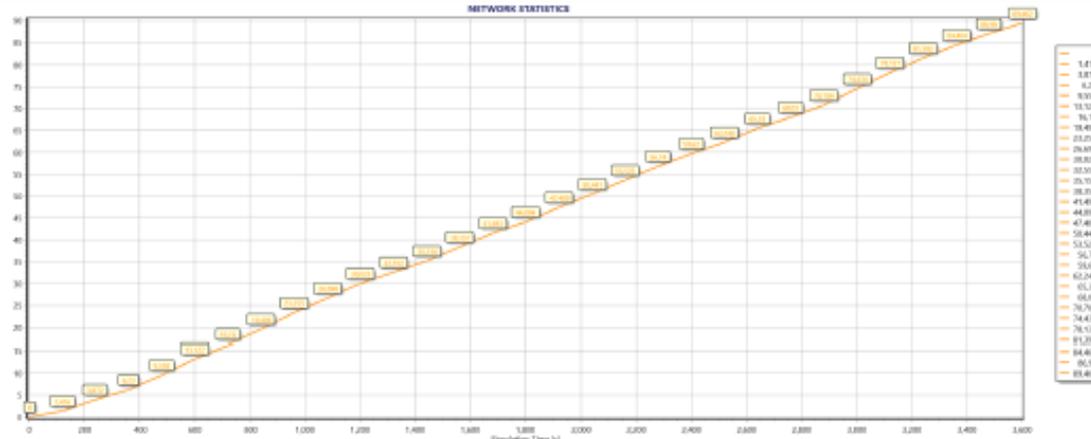
INTERSECCIÓN A			INTERSECCIÓN B			INTERSECCIÓN C				
FASE 1		FASE 2	FASE 1		FASE 2	FASE 3	FASE 1		FASE 2	FASE 3
CICLO SEMAFORICO (seg)			CICLO SEMAFORICO (seg)			CICLO SEMAFORICO (seg)				
	FASE 1	FASE 2		FASE 1	FASE 2	FASE 3		FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	31	21	Verde	32	45	45	Verde	32	45	45
Ambar	3	3	Ambar	3	3	3	Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	Todo Rojo	1	1	1	Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>TOTAL</b>	<b>134</b>			<b>TOTAL</b>	<b>134</b>		

**NOTA**  
El flujo en rojo se considera como flujo constante.

ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	INTERSECCION	CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE									
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehiculos desplaz. (v/h)			CICLO SEMAFÓRICO									
30	6	5.43	792	A	A	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersección 1		
31	9	4.51	107			1	6	1	1	1	3	60	31	3	26
32	9	5.42	141			2	6	1	1	2	3	60	31	3	26
10	7	4.41	1186			3	7	1	1	1	3	60	31	3	26
9	1	11.82	231			4	7	1	1	2	3	60	31	3	26
7	10	1.21	746	A	B	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersección 1		
13	11	0.33	1130			1	4	1	0	2	3	134	90	3	21
34	12	0.82	193			2	4	1	0	1	3	134	45	3	26
11	13	0.14	715			3	5	1	0	2	4	134	30	3	21
16	14	2.22	1110			4	5	1	0	1	4	134	30	3	21
35	15	0.84	54			5	5	1	0	1	4	134	30	3	21
14	16	90.67	763	A	C	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersección 1		
23	17	33.87	1113			1	10	8	1	1	4	134	42	3	35
36	18	7.16	693			2	7	2	1	1	3	134	30	3	21
17	38	8.82	446			3	7	2	1	2	3	134	30	3	21
17	19	47.43	483			4	9	15	1	1	3	134	65	3	21
24	20	37.75	530	A	C	5	6	2	1	1	4	134	30	3	21
26	22	8.87	910			6	3	1	0	2	4	134	30	3	21

TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCION



Tiempo gastado promedio en el corredor

89.46

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE  
D. TORRES Y AVE. LOS ANDES  
MEDIANTE SOFTWARE TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 1**

---

ANÁLISIS DEL CORREDOR DE LA AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE (Ave. Los Andes y D. Torres)

ALTERNATIVA 1 (CAMBIO CICLO SEMAFÓRICO)											
DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN											
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)
INICIO	FIN										
30	6	150	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0
6	1	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0
1	8	5	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	90
8	33	114	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	0
1	9	15	50	30	1000	1000	1	SI	3	3.6	0
9	31	92	50	30	1000	1000	1	SI	5	3.6	0
9	32	210	50	30	1000	1000	1	SI	8	3.7	0
1	7	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
7	10	92	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
10	2	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
2	11	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
11	13	62	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
12	2	10	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.5	90
12	34	130	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.5	0
13	3	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
3	14	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
14	16	225	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
16	4	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
3	15	10	30	20	800	800	1	NO	0	5	90
35	15	180	30	20	800	800	1	NO	0	5	0
4	17	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
23	17	140	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.5	0
36	18	210	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
18	4	10	50	30	1000	1000	2	NO	8	3.33	90
4	18	10	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	90
18	37	210	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	0
17	19	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
19	30	30	30	20	800	800	1	NO	3	3.5	90
17	38	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
25	26	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
5	27	20	30	20	800	800	1	NO	0	3.5	90
38	27	30	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
27	28	20	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
28	29	70	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0

29	24	75	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.5	0
24	25	25	30	20	1000	1000	1	NO	3	4.5	45
24	20	23	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
20	5	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
5	23	22	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
26	22	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
22	21	23	50	30	800	800	1	NO	3	4	0
21	5	10	30	20	800	800	1	NO	3	4	90
22	23	26	30	20	800	800	1	NO	3	4.5	45
FLUJO VEHICULAR											
NODOS			NODOS			NODOS			NODOS		
INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)
31	32	7	30	31	31	35	37	15	29	26	113
	30	27		32	90		29	3		32	49
	33	4		33	35		26	14		31	12
	34	8		34	72		32	2		30	333
	37	25		37	222		31	1		33	3
	26	24		26	213		30	16		34	14
	29	22		29	199		34	4		37	140
32	31	10	34	37	22	36	29	209	26	32	54
	30	97		29	20		26	223		31	13
	33	6		26	21		32	27		30	364
	34	4		32	18		31	7		33	3
	37	12		31	4		30	183		34	15
	26	11		30	120		33	1		37	154
	29	11		33	1		34	43		29	326

ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN

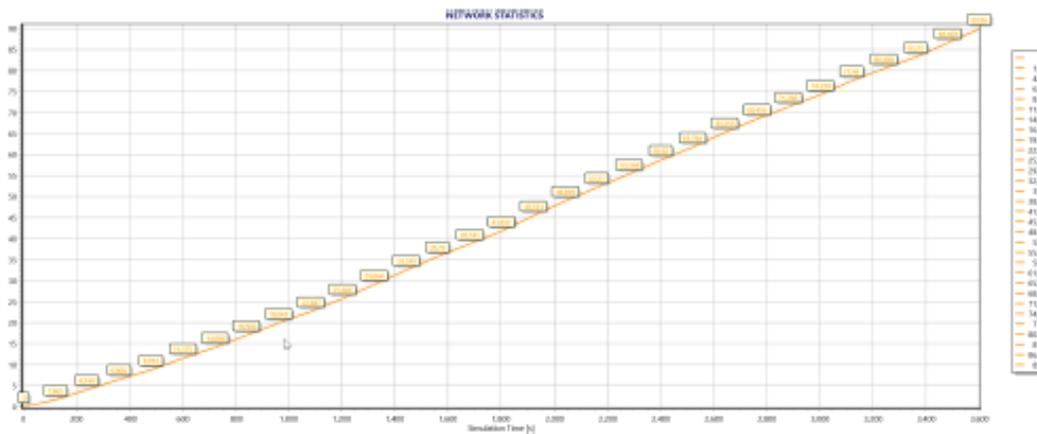


INTERSECCIÓN A			INTERSECCIÓN B			INTERSECCIÓN C			NOTA		
FASE 1	FASE 2		FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 1	FASE 2	FASE 3	El flujo en rojo se considera como flujo constante.		
CICLO SEMAFORICO (seg)			CICLO SEMAFORICO (seg)			CICLO SEMAFORICO (seg)					
	FASE 1	FASE 2		FASE 1	FASE 2	FASE 3		FASE 1		FASE 2	FASE 3
Verde	31	27	Verde	27	40	37	Verde	27		40	37
Ambar	3	3	Ambar	3	3	3	Ambar	3	3	3	
Todo Rojo	1	1	Todo Rojo	1	1	1	Todo Rojo	1	1	1	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>		<b>TOTAL</b>	<b>116</b>			<b>TOTAL</b>	<b>116</b>			

ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	INTERSECCION	CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE									
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)			CICLO SEMAFÓRICO									
30	6	6.93	774	A	A	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Cicls	Fasi [sec] - intersezione 1		
31	9	4.09	114	A		1	6	1	1	1	3	66	31	3	32
32	9	4.11	142	A		2	6	1	1	2	3	66	31	3	32
10	7	10.94	1170	B		3	7	1	1	1	3	66	31	3	32
9	1	11.22	239	B		4	7	1	1	2	3	66	31	3	32
7	10	1.25	740	A	5	9	1	1	1	4	66	33	27	3	
13	11	0.37	1114	A	B	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 2		
34	12	0.90	204	A		1	4	1	0	2	3	116	77	3	34
11	13	0.32	737	A		2	4	1	0	1	3	116	40	3	33
16	14	2.22	1097	A		3	5	1	0	2	4	116	44	64	3
35	15	0.73	61	A		4	5	1	0	1	4	116	44	37	32
14	16	127.37	739	F		5	3	1	0	1	4	116	43	27	3
23	17	32.23	1102	C	C	Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Cicls	Fasi [sec] - intersezione 1		
36	18	11.22	668	B		1	9	13	0	1	3	116	40	3	73
17	38	7.30	439	A		2	10	8	0	1	4	116	40	3	31
17	19	53.91	464	D		3	7	2	0	1	4	116	45	27	3
24	20	35.50	505	D		4	7	2	0	2	4	116	45	27	3
26	22	5.39	893	A	5	6	2	0	1	4	116	44	37	32	

TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio en el corredor

89.86

seg

**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE  
D. TORRES Y AVE. LOS ANDES  
MEDIANTE SOFTWARE TRITONE**

---

**MICRO SIMULACIÓN ALTERNATIVA 2**

---

**ANÁLISIS DEL CORREDOR DE LA AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE (Ave. Los Andes y D. Torres)**

<b>ALTERNATIVA 2 (CAMBIO GEOMÉTRICO)</b>											
<b>DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN</b>											
NODOS QUE INTERVIENEN		Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Velocidad capacidad máx (km/h)	Capacidad (veh/h/carril)	Densidad (veh/km/carril)	No. Carriles	Doble sentido	Pendiente	Ancho carril (m)	Radio Curva (grados)
INICIO	FIN										
30	40	117	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.44	0
40	39	33	50	30	1000	1000	3	NO	0	3.10	0
39	1	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.10	0
1	8	5	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	90
8	33	114	30	20	750	750	1	NO	0	6.94	0
31	41	92	50	30	1000	1000	1	SI	5	3.6	0
32	42	210	50	30	1000	1000	1	SI	8	2.5	0
1	7	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
7	10	92	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
7	43	14.7	30	20	750	750	1	NO	0	3.56	90
43	32	210	50	30	750	750	1	NO	5	2.50	0
41	9	8.5	50	30	1000	1000	1	SI	5	3.60	0
42	9	15.5	30	20	750	750	1	SI	3	3.60	45
9	1	15	50	30	1000	1000	1	SI	3	3.6	0
10	2	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.56	0
2	11	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
11	13	62	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
12	2	10	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.5	90
12	34	130	50	30	1000	1000	1	SI	0	3.5	0
13	3	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
3	14	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
14	16	225	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
16	4	10	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.5	0
4	16	10	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
3	15	10	30	20	800	800	1	NO	0	5	90
35	15	180	30	20	800	800	1	NO	0	5	0
4	17	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
23	17	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
23	44	130	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
44	16	20	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
36	18	210	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
18	4	10	50	30	1000	1000	2	NO	8	3.33	90
4	18	10	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	90
18	37	210	50	30	1000	1000	1	NO	8	3.33	0
17	19	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
19	30	30	30	20	800	800	1	NO	3	3.5	90

17	38	140	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
25	26	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
5	27	20	30	20	800	800	1	NO	0	3.5	90
38	27	30	50	30	1000	1000	1	NO	0	3.5	0
27	28	20	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
28	29	70	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
29	24	75	50	30	1000	1000	2	NO	0	3.5	0
24	25	25	30	20	1000	1000	1	NO	3	4.5	45
24	20	23	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
20	5	10	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
5	23	22	50	30	1000	1000	2	SI	0	3.5	0
26	22	50	50	30	1000	1000	2	SI	8	3.33	0
22	21	23	50	30	800	800	1	NO	3	4	0
21	5	10	30	20	800	800	1	NO	3	4	90
22	23	26	30	20	800	800	1	NO	3	4.5	45
<b>FLUJO VEHICULAR</b>											
NODOS			NODOS			NODOS			NODOS		
INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)	INICIO	FIN	Flujo (veh/h)
31	32	7	30	31	31	35	37	15	29	26	113
	30	27		32	90		29	3		32	49
	33	4		33	35		26	14		31	12
	34	8		34	72		32	2		30	333
	37	25		37	222		31	1		33	3
	26	24		26	213		30	16		34	14
	29	22		29	199		34	4		37	140
32	31	10	34	37	22	36	29	209	26	32	54
	30	97		29	20		26	223		31	13
	33	6		26	21		32	27		30	364
	34	4		32	18		31	7		33	3
	37	12		31	4		30	183		34	15
	26	11		30	120		33	1		37	154
	29	11		33	1		34	43		29	326

ESQUEMA DE LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN



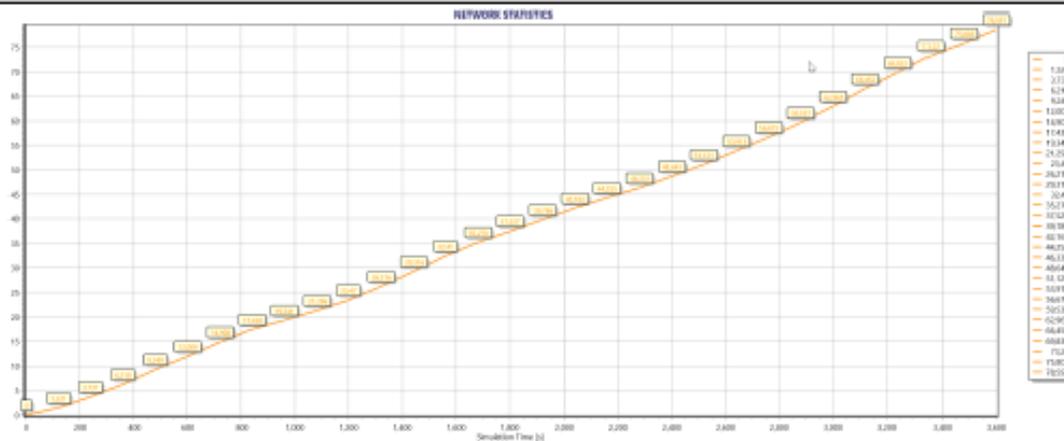
ESQUEMA DE CICLO SEMAFÓRICO

INTERSECCION A		INTERSECCION B			INTERSECCION C			NOTA El flujo en rojo se considera como flujo constante.		
FASE 1	FASE 2	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 1	FASE 2	FASE 3			
CICLO SEMAFORICO (seg)		CICLO SEMAFORICO (seg)			CICLO SEMAFORICO (seg)					
	FASE 1	FASE 2		FASE 1	FASE 2	FASE 3		FASE 1	FASE 2	FASE 3
Verde	31	21	Verde	32	45	45	Verde	32	45	45
Ambar	3	3	Ambar	3	3	3	Ambar	3	3	3
Todo Rojo	1	1	Todo Rojo	1	1	1	Todo Rojo	1	1	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>TOTAL</b>	<b>134</b>			<b>TOTAL</b>	<b>134</b>		

ANÁLISIS DE DEMORAS MEDIANTE SOFTWARE TRITONE

RESULTADOS DE LA MICRO-SIMULACIÓN				NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	INTERSECCIÓN	CICLO SEMAFÓRICO INGRESADO A SOFTWARE TRITONE	
INICIO	FIN	Retraso medio (seg)	Vehículos desplaz. (v/h)			CICLO SEMAFÓRICO	
					A	Fasi [sec] - intersezione 1	
30	39	6.55	780	A		Lan. Ni Nf Nps Cor. Fasi Ciclo	31 30
31	9	3.60	104	A		1 37 1 1 1 3 60	31 30
32	42	4.05	147	A		2 37 1 1 2 3 60	31 30
10	1	8.56	1197	A		3 37 1 1 3 3 60	31 30
9	1	12.24	237	B		4 7 1 1 1 3 60	31 30
					B	Fasi [sec] - intersezione 2	
7	10	1.32	741	A		Lan. Ni Nf Nps Cor. Fasi Ciclo	90 41
13	11	0.29	1115	A		1 4 1 1 2 3 134	45 36
34	12	0.88	206	A		2 4 1 1 1 3 134	32 37
11	13	0.09	724	A		3 5 1 1 1 4 134	36 32
					C	Fasi [sec] - intersezione 1	
14	16	62.00	733	E		Lan. Ni Nf Nps Cor. Fasi Ciclo	99 32
23	17	21.15	288	C		1 7 2 1 1 3 134	99 32
23	44	5.47	798	A		2 7 2 1 2 3 134	45 36
36	18	7.60	692	A		3 9 13 1 1 3 134	50 45 36
17	38	2.18	431	A		4 6 2 1 1 4 134	

TIEMPO PROMEDIO GASTADO EN LA INTERSECCIÓN



Tiempo gastado promedio en el corredor

78.59

seg

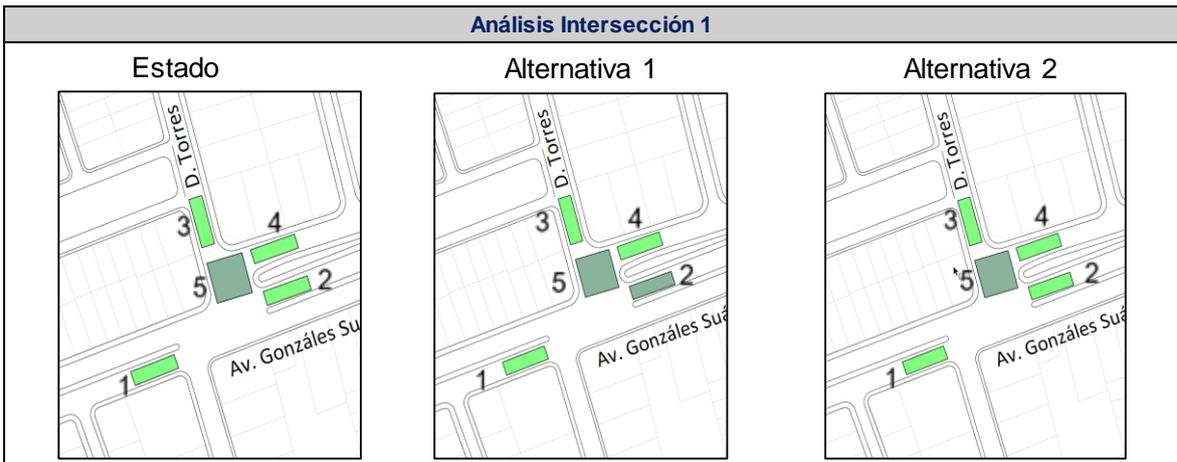
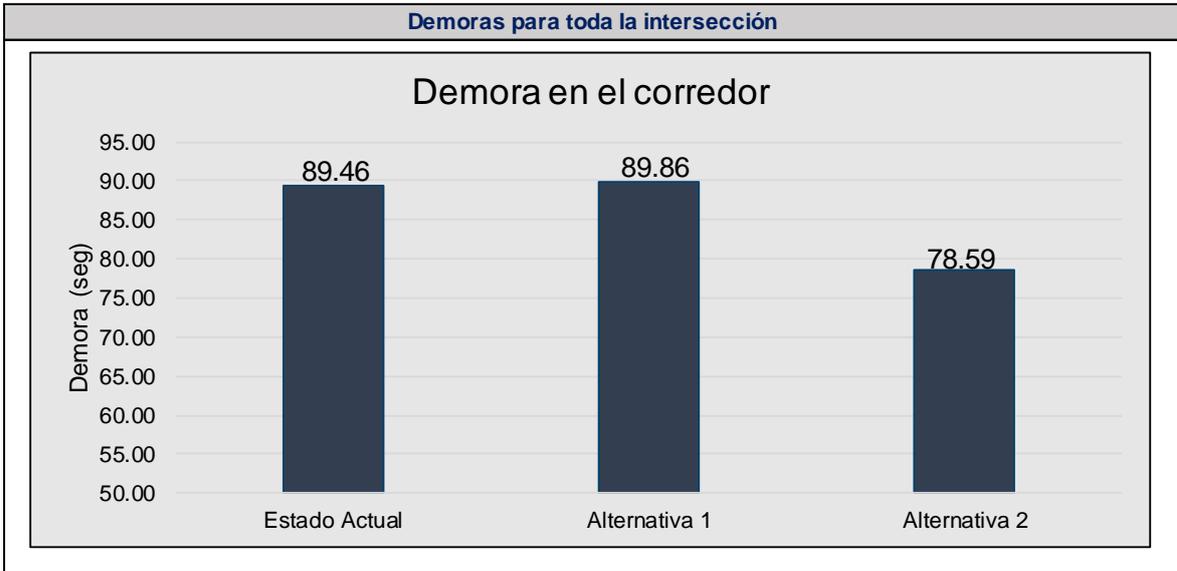
**ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN  
AVENIDA GONZÁLES SUÁREZ ENTRE  
D. TORRES Y AVE. LOS ANDES  
MEDIANTE SOFTWARE TRITONE**

---

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MICRO  
SIMULACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS**

---

## ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL CORREDOR DE LA AVE. GONZÁLES SUÁREZ ENTRE (AVE. LOS ANDES Y D. TORRES)

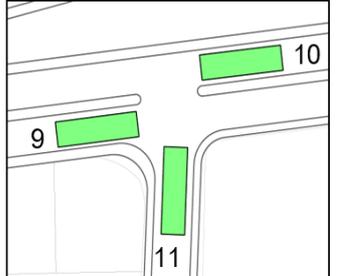
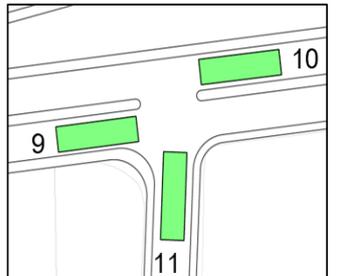
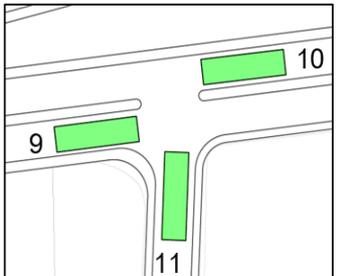


Niveles de servicio		A	B	C	D	E	F
Demoras (seg)		Nivel de servicio (HCM 2000)					
Vía	EA	ALT 1	ALT2	Vía	EA	ALT 1	ALT2
1	5.43	6.93	6.55	1	A	A	A
2	4.41	10.94	8.56	2	A	B	A
3	4.51	4.09	3.60	3	A	A	A
4	5.42	4.11	4.05	4	A	A	A
5	11.82	11.22	12.24	5	B	B	B

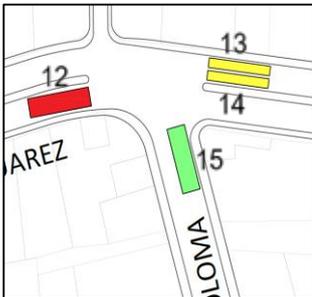
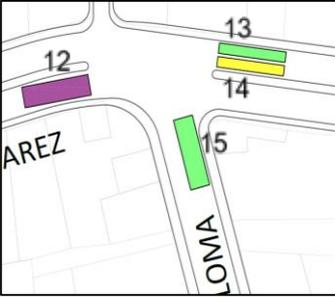
### Análisis Intersección 2

Estado		Alternativa 1			Alternativa 2		
							
<b>Niveles de servicio</b>		A	B	C	D	E	F
<b>Demoras (seg)</b>					<b>Nivel de servicio (HCM 2000)</b>		
<b>Vía</b>	<b>EA</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT2</b>	<b>Vía</b>	<b>EA</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT2</b>
6	1.21	1.25	1.32	6	A	A	A
7	0.33	0.37	0.29	7	A	A	A
8	0.82	0.90	0.88	8	A	A	A

### Análisis Intersección 3

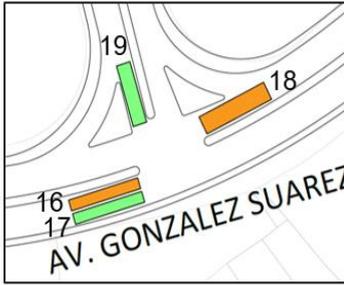
Estado		Alternativa 1			Alternativa 2		
							
<b>Niveles de servicio</b>		A	B	C	D	E	F
<b>Demoras (seg)</b>					<b>Nivel de servicio (HCM 2000)</b>		
<b>Vía</b>	<b>EA</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT2</b>	<b>Vía</b>	<b>EA</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT2</b>
9	0.14	0.32	0.09	9	A	A	A
10	2.22	2.22	2.20	10	A	A	A
11	0.84	0.73	0.41	11	A	A	A

### Análisis Intersección 4

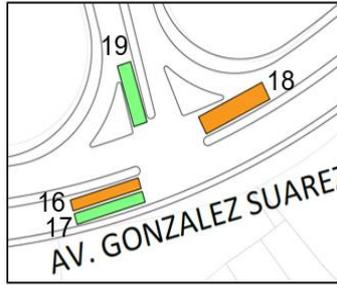
Estado		Alternativa 1			Alternativa 2		
							
<b>Niveles de servicio</b>		A	B	C	D	E	F
<b>Demoras (seg)</b>					<b>Nivel de servicio (HCM 2000)</b>		
<b>Vía</b>	<b>EA</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT2</b>	<b>Vía</b>	<b>EA</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT2</b>
12	90.67	127.37	62.00	12	F	F	E
13	33.87	32.23	5.47	13	C	C	A
14	33.87	32.23	21.15	14	C	C	C
15	7.16	11.22	7.60	15	A	B	A

**Análisis Intersección 5**

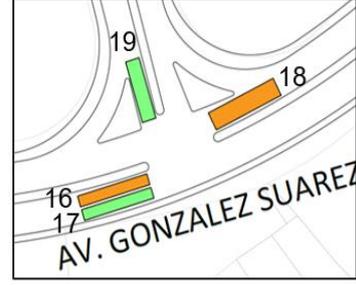
Estado



Alternativa 1



Alternativa 2



Niveles de servicio		A	B	C	D	E	F
Demoras (seg)							
		Nivel de servicio (HCM 2000)					
Vía	EA	ALT 1	ALT2	Vía	EA	ALT 1	ALT2
16	47.43	53.91	40.21	16	D	D	D
17	8.82	7.30	2.18	17	A	A	A
18	37.75	35.50	39.61	18	D	D	D
19	8.87	5.39	9.31	19	A	A	A

Niveles de servicio		A	B	C	D	E	F
---------------------	--	---	---	---	---	---	---

**NIVELES DE SERVICIO ESTADO ACTUAL**



**Demora de todo el  
corredor**

89.46    **seg**

**NIVELES DE SERVICIO ALTERNATIVA 1**



**Demora de todo el  
corredor**

89.86    **seg**

**NIVELES DE SERVICIO ALTERNATIVA 2**



**Demora de todo el  
corredor**

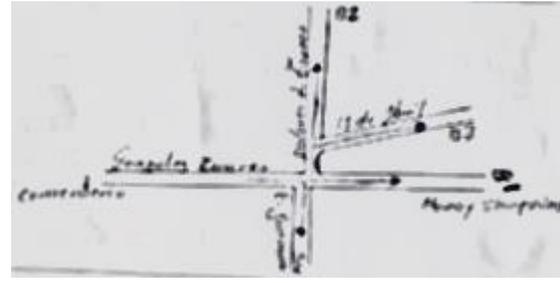
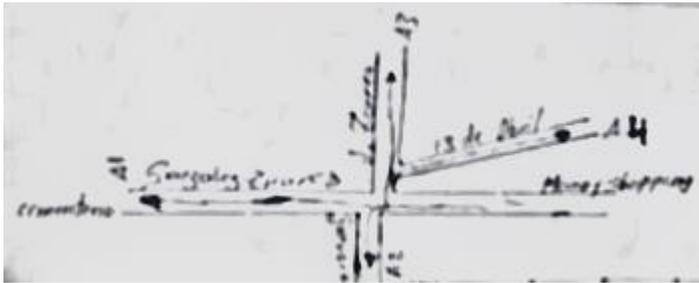
78.59    **seg**

# **CONTEOS VEHICULARES Y SINIESTRALIDAD**

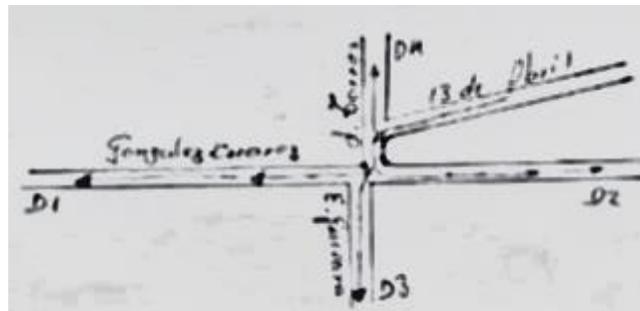
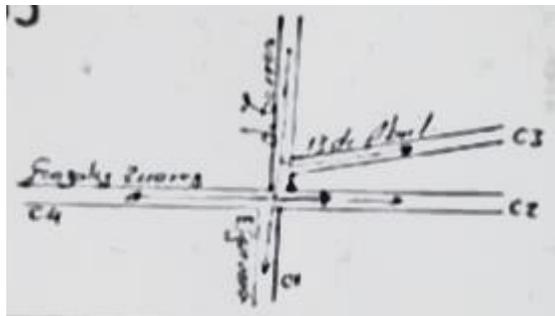
**CONTEO VEHICULAR**

AFORADOR:		26/08/2021												26/08/2021												
FECHA:		GONZALEZ ZUARES - DOLORES J. TORES - 13 DE ABRIL (MONAY SHOPPING - CEMENTERIO)												GONZALEZ ZUAREZ - 13 DE ABRIL - DOLORES J.TORRES (CEMENTERIO - MONAY SHOPPING)												
DIRECCION:																										
HORA	A2			A1			A3			A4			B2			B1			B3			B4				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00:00	6:15:00				29	2			3				2			1			22			5				
6:15:00	6:30:00				44	3	2		5				4						44	4		6				
6:30:00	6:45:00				79	2	1		5				3			10			35	6		5		1		
6:45:00	7:00:00				86	3	2		15				6	2		8			60	4		1		1		
7:00:00	7:15:00				122	3	2		16				4			11			66	4	5	7		1	1	
7:15:00	7:30:00				187	4	3		14			1	9			6			78	6	5	6				
7:30:00	7:45:00	2			199	5	2		28			1	7		2	27			102	6		4			2	
7:45:00	8:00:00	1			187	4	2		29			1	12		1	23			135	4	2	7			2	
8:00:00	8:15:00	4			188	5	5		14				7		1	28		1	125	3	3	6			3	
8:15:00	8:30:00	1			199	6	2		26	1			12			20			110	5	3	6			5	
8:30:00	8:45:00				255	6	3		25		2		7		1	26		2	138	5	2	3			1	
8:45:00	9:00:00	2			139	2	1		13				3		1	12		2	107	5	6	5			6	
9:00:00	9:15:00	3			164	5	7		17		1		9			17			128	5	6	9			7	
9:15:00	9:30:00	1			162	5	7		24				5		1	18			117	2	6	3			6	
9:30:00	9:45:00	5			178	3	4		20		2		6		1	15		3	140	6	6	5			5	
9:45:00	10:00:00	1			152	3	5		26		1		9			19			130	2	8	9			3	
10:00:00	10:15:00	3			156	4	6		21		1		9			26		2	155	3	4	10			4	
10:15:00	10:30:00				145	5	7		26		1		9		1	21			150	5	5	8			3	
10:30:00	10:45:00				159	4	3		22				11			17		2	158	3	7	6			5	
10:45:00	11:00:00	1			173	3	8		22				10			19		1	157	7	4	4			5	
11:00:00	11:15:00	3			170	4	4		25				9			24			153	4	4	3			7	
11:15:00	11:30:00	1			163	4	8		25		1		9			14			152	4	2	4			7	
11:30:00	11:45:00	2			152	4	2		22				10		1	15		3	160	2	6	9			3	
11:45:00	12:00:00	1			146	3	4		16		1		10	1		33			154	3	3	10			1	
12:00:00	12:15:00	1			149	6	5		20				8			27			135	5	3	6			6	
12:15:00	12:30:00	1			159	4	10		27		1		15			20			160	3	4	6			9	
12:30:00	12:45:00				149	5	6		19		1		10			20			175	4	6	6			7	
12:45:00	13:00:00	1			140	3	7		28				10			29			168	5	3	10			7	
13:00:00	13:15:00	1			133	4	3		17				15			23		1	169	4	6	8			5	
13:15:00	13:30:00	1			126	4	3		25		2		8			29		1	167	4	3	3		1	5	
13:30:00	13:45:00	1			139	3	9		21		1		13			30			146	4	6	11		1	5	
13:45:00	14:00:00	2			164	4	4		17				11			29			139	4	7	4			3	
14:00:00	14:15:00	2			149	3	4		21		1		17			30		1	148	4	6	13		1	7	
14:15:00	14:30:00	1			162	2	4		19		1		14			22		1	143	5	4	7			5	
14:30:00	14:45:00				181	3	7		23		2		5			30		1	140	3	4	10			4	
14:45:00	15:00:00	1			192	3	5		26		1		7			27			142	4	5	11			4	
15:00:00	15:15:00	1			165	3	8		25				9	1		23		1	163	5	6	12			5	
15:15:00	15:30:00	2			178	6	7		26				12			17		1	170	2	7	8			5	
15:30:00	15:45:00	1			176	4	11		18				8			23		2	150	4	7	10			9	
15:45:00	16:00:00	2			187	4	9		30		1		14			26			142	3	6	16			6	
16:00:00	16:15:00	1			184	4	6		25				16			25		1	184	4	3	11			6	
16:15:00	16:30:00	1			196	4	5		35				10			30			163	3		13			3	
16:30:00	16:45:00	2			178	5	7		24		2		11			20		1	181	3	7	8			3	
16:45:00	17:00:00				150	2	4		14				4		2	21			172	5	3	7			3	
17:00:00	17:15:00				173	3	5		22		1		8			29		2	182	5	3	14			4	
17:15:00	17:30:00	3			168	5	7		19		1		6		2	30			158	2	6	4			4	
17:30:00	17:45:00	1			179	4	6		34		1		12			33		2	179	7	3	9			4	
17:45:00	18:00:00	2			169	2	10		28		2		14			29		1	189	3	4	13			4	
18:00:00	18:15:00	3			165	5	3		31		1		13			32			198	5	3	10			2	
18:15:00	18:30:00				142	3	6		19		2		10			28		1	205	3	3	10			2	
18:30:00	18:45:00	1			142	4	4		29				14		1	33		1	193	3	3	11		1	3	
18:45:00	19:00:00				131	4	7		36		1		12		1	29		2	188	5	6	10		1	2	
19:00:00	19:15:00	2			135	4	3		20				13			27		1	177	4	3	8			5	
19:15:00	19:30:00	1			153	1	4		19		1		20			31			169	3	6	12			3	
19:30:00	19:45:00	1			139	2	2		19				12			28		1	171	5	2	9			1	
19:45:00	20:00:00	3			118	1	1		17				11			30			168	4	2	8			3	
		70	0	0	8705	206	272	1212	1	36	544	1	20	3.5%	1270	0	42	8110	225	227	439	0	10	221	0	0
		100.0%	0.0%	0.0%	94.8%	2.2%	3.0%	97.0%	0.1%	2.9%	96.3%	0.2%	3.5%	96.8%	0.0%	3.2%	94.7%	2.6%	2.7%	97.8%	0.0%	2.2%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Total	HDM
77	
136	
195	
221	629
288	840
371	1075
468	1348
475	1602
444	1758
452	1839
549	1920 07:45 - 08:45
352	1797
444	1797
413	1758
466	1675
421	1744
470	1770
442	1799
454	1787
469	1835
485	1850
462	1870
451	1867
431	1829
439	1783
461	1782
462	1793
495	1857
453	1871
449	1859
461	1858
459	1822
472	1841
458	1850
479	1868
506	1915
497	1940
512	1994
488	2003
526	2023
549	2075
535	2098
524	2134
477	2085
531	2067
483	2015
551	2042
551	2116
553	2138
528	2183 17:30 - 18:30
531	2163
521	2133
489	2069
480	2021
450	1940
412	1831



26/08/2021 DOLORES J. TORRES - 13 DE ABRIL - GONZALEZ ZUAREZ (NORTE - SUR)												26/08/2021 13 DE ABRIL - DOLORES J. TORRES - GONZALEZ ZUAREZ (NORTE - SUR)												Total	HDM	
C2			C1			C3			C4			D2			D1			D3			D4					
S	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES											
2										2			3			3						1			77	
8										2			3			9						2			136	
18							2			9			8			2						2			195	
9							1			5			5			10						1			221	629
14				1			4			4			15			4						4			288	840
6							2			9			7			27						1			371	1075
23							8			6			37			6						1			468	1348
15				1			1			10			6			30						1			475	1602
11				1			2			7			5			19				2		4			444	1758
12							2			6			13			20						3			452	1839
26			1				1			6		1	11			23				1		3			549	1920 07:45 - 08:45
13				1						6			6			21						1			352	1797
17			1	1						13			5			23				1		2			444	1797
17				1			1			10			3			21						3			413	1758
26							2			5			11			21						2			466	1675
14				1			4			7			6			19				1		1			421	1744
21							1			12			7			22				1		2			470	1770
16							1			4		1	8			24						1		1	442	1799
15				1			2			8			10			19						1			454	1787
15			1	1			1			3			9			21				1		3		1	469	1835
24							2			11			13			20						5			485	1850
18			1				1			7			11		1	25				2		2			462	1870
15							3			6			12			20						4			451	1867
11							1			10			6		1	15						1			431	1829
17				3			1			10			9		1	23				1	2	1			439	1783
8				1						4			9			17				1	1	1			461	1782
19							1			4			5			22						1			462	1793
20							3			19			9			29				1	1	2			495	1857
18			1				1			4			6			29						5			453	1871
12				1			3		1	8			9			30				1		2			449	1859
17			1	1			3			14			10			21				1		1		2	461	1858
11				1			1			8			14			33						3			459	1822
10				2			3			5			13			28				1	1	2			472	1841
20			1	1			1			10			7			24				1		2			458	1850
11							4			9		1	6			35									479	1868
17				2			2			16			12			25				1	1	1		1	506	1915
16			2	1			1			3			16			23				1	1	5		1	497	1940
26							1			13			7			22						2			512	1994
14			1	1			3			13			8			21				1		3			488	2003
17				2			4			16			12			25				1		3			526	2023
25				1			4			5		1	15			25						3			549	2075
22			1	2			1			7			8			26				2		3			535	2098
21				1			1			9			13			23						4			524	2134
28							2			6			12			35						6			477	2085
24			2	1			3			8			14			23						5			531	2067
13			1	2			1			15			11		1	22				1		1			483	2015
22				1			1			12			17			19				1	1	3			551	2042
22			1	1			2			8			12			30						2			551	2116
18				1			3			14			12			24				2	1	6			553	2138
23				1			2			10			18		1	33						6			528	2183 17:30 - 18:30
25			1				3			12		2	10			30				1		4			531	2163
18			1	1			1			13		1	12			34						5			521	2133
27							5		1	10			11			26				1		6			489	2069
14				1			3			7			13			17						2			480	2021
11							4			7			8			25						3			450	1940
18				1			2			4			4			12				1		4			412	1831
950	0	17	40	0	0	116	0	1	471	0	8	520	0	5	1284	0	13	28	0	0	148	0	6			
98.2%	0.0%	1.8%	100.0%	0.0%	0.0%	99.1%	0.0%	0.9%	98.3%	0.0%	1.7%	99.0%	0.0%	1.0%	99.0%	0.0%	1.0%	100.0%	0.0%	0.0%	96.1%	0.0%	3.9%			



Volumen			
07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
A1	829	21	12
A2	6	0	0
A3	94	1	3
A4	38	0	3

862  
6  
98  
41

%			
07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
A1	94.8%	2.2%	3.0%
A2	100.0%	0.0%	0.0%
A3	97.0%	0.1%	2.9%
A4	96.3%	0.2%	3.5%

100%  
100%  
100%  
100%

FHMD	
07:45 - 08:45	
A1	0.82
A2	0.38
A3	0.82
A4	0.79

07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
B1	508	17	10
B2	97	0	4
B3	22	0	0
B4	11	0	0

535  
101  
22  
11

07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
B1	94.7%	2.6%	2.7%
B2	96.8%	0.0%	3.2%
B3	97.8%	0.0%	2.2%
B4	100.0%	0.0%	0.0%

100%  
100%  
100%  
100%

07:45 - 08:45	
B1	0.92
B2	0.87
B3	0.79
B4	0.55

07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
C1	2	0	0
C2	64	0	1
C3	6	0	0
C4	29	0	1

2  
65  
6  
30

07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
C1	100.0%	0.0%	0.0%
C2	98.2%	0.0%	1.8%
C3	99.1%	0.0%	0.9%
C4	98.3%	0.0%	1.7%

100%  
100%  
100%  
100%

07:45 - 08:45	
C1	0.50
C2	0.60
C3	0.75
C4	0.75

07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
D1	92	0	0
D2	35	0	0
D3	3	0	0
D4	11	0	0

92  
35  
3  
11

07:45 - 08:45			
	Liv	Bus	Cam
D1	99.0%	0.0%	1.0%
D2	99.0%	0.0%	1.0%
D3	100.0%	0.0%	0.0%
D4	96.1%	0.0%	3.9%

100%  
100%  
100%  
100%

07:45 - 08:45	
D1	0.77
D2	0.67
D3	0.38
D4	0.69

Volumen			
17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
A1	655	14	25
A2	6	0	0
A3	112	0	6
A4	49	0	1

694  
6  
118  
50

%			
17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
A1	94.4%	2.0%	3.6%
A2	100.0%	0.0%	0.0%
A3	94.9%	0.0%	5.1%
A4	98.0%	0.0%	2.0%

100%  
100%  
100%  
100%

FHMD	
17:30 - 18:30	
A1	0.92
A2	0.50
A3	0.84
A4	0.89

17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
B1	771	18	13
B2	122	0	4
B3	42	0	0
B4	12	0	0

802  
126  
42  
12

17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
B1	96.1%	2.2%	1.6%
B2	96.8%	0.0%	3.2%
B3	100.0%	0.0%	0.0%
B4	100.0%	0.0%	0.0%

100%  
100%  
100%  
100%

17:30 - 18:30	
B1	0.95
B2	0.90
B3	0.81
B4	0.75

17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
C1	4	0	0
C2	85	0	1
C3	8	0	0
C4	44	0	0

4  
86  
8  
44

17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
C1	100.0%	0.0%	0.0%
C2	98.8%	0.0%	1.2%
C3	100.0%	0.0%	0.0%
C4	100.0%	0.0%	0.0%

100%  
100%  
100%  
100%

17:30 - 18:30	
C1	1.00
C2	0.93
C3	0.67
C4	0.79

17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
D1	106	0	6
D2	59	0	1
D3	2	0	0
D4	17	0	0

112  
60  
2  
17

17:30 - 18:30			
	Liv	Bus	Cam
D1	94.6%	0.0%	5.4%
D2	98.3%	0.0%	1.7%
D3	100.0%	0.0%	0.0%
D4	100.0%	0.0%	0.0%

100%  
100%  
100%  
100%

17:30 - 18:30	
D1	0.85
D2	0.79
D3	0.50
D4	0.71

HORA		AV. GONZALEZ SUAREZ Y AV DE LOS ANDES																							
INICIO	FIN	A1			A2			A3			B1			B2			C1			C2			TOTAL	HDM	
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			
17:15:00	17:30:00				156	3	3	2	1		66	3	3	139	1	4	109	0	8	100	2	2	602	602	1
17:30:00	17:45:00				122	2	5	39	2	3	75	2	3	115	0	3	139	0	12	106	1	3	632	1234	2
17:45:00	18:00:00				139	1	7	31	2	2	85	2	3	157	0	4	117	0	4	125	2	6	687	1921	3
18:00:00	18:15:00	1			106	3	4	26	1	4	78	2	4	176	1	3	126	0	3	134	1	2	675	2596	4
SUBTOTAL		0			162			3			72			144			117			104					
		0			129			44			80			118			151			110					
		0			147			35			90			161			121			133					
		1			113			31			84			180			129			137					
VHMD		1			551			113			326			603			518			484					
FHP		0.25			0.85			0.64			0.91			0.84			0.86			0.88					
% pesados		0.00			0.05			0.13			0.07			0.03			0.05			0.04					
No. buses		0.00			9.00			6.00			9.00			2.00			0.00			6.00					



HORA		AV. GONZALEZ SUAREZ Y RAYOLOMA																							
		B1			B2			C3			C2			A1			A2			HP					
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						
17:00	17:15	161	1	6	69	0	4	101	0	8	55	3	0	131	2	9	50	1	2	603	603	4			
17:15	17:30	188	3	4	70	1	4	103	0	10	74	1	3	145	1	2	48	2	4	663	1266	3			
17:30	17:45	167	2	8	83	0	5	94	0	7	61	4	0	141	5	2	48	3	1	631	1897	2			
17:45	18:00	165	2	3	79	0	5	106	1	2	57	2	1	167	3	3	57	2	4	659	2556	1			
SUBTOTAL		168			73			109			58			142			53								
		195			75			113			78			148			54								
		177			88			101			65			148			52								
		170			84			109			60			173			63								
VHMD		710			320			432			261			611			222								
FHP		0.91			0.91			0.96			0.84			0.88			0.88								
% pesados		0.04			0.06			0.06			0.05			0.04			0.09								
No. buses		8.00			1.00			1.00			10.00			11.00			8.00								





## SINIESTROS REGISTRADOS EN EL AÑO 2020-2021 EMOV EP

Código	Fecha	Hora	Latitud(Y)	Longitud(X)	Parroquia	DireccionSiniestro	CondicionAtmosf	CondicionVia	MaterialSupe	TipoSiniestro	CausaProbab	TIPO Zona	Lesionados	Fallecidos	Núm. Veh. Inv
14366	18/01/2020	18:15	-2.898778	-78.983422	TOTORACOCHA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y TUMBAMBIRO	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	ATROPELLO	PEATÓN TRAN	URBANA	1	0	1
14371	18/01/2020	22:13	-2.899078	-78.990567	TOTORACOCHA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y GUAPONDELIG	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL I	CONDUCE BA	URBANA	1	0	2
14388	22/01/2020	22:27	-2.889879	-78.962953	TOTORACOCHA	AV. GONZALES SUAREZ Y AV. DE LAS AME	DESPEJADO	BUENO	HORMIGÓN	PERDIDA DE PISTA	CONDUCE BA	URBANA	1	0	1
16100	04/05/2020	13:30	-2.89746	-78.976024	MONAY	AV. GONZALEZ SUÁREZ Y RAYOLOMA	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL /	CONDUCE BA	URBANA	0	0	2
16961	03/07/2020	15:59	-2.88546379	-78.95762956	MACHÁNGARA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y DE LA BANDERA/	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRII	CONDUCE DI	URBANA	0	0	1
19302	26/11/2020	04:34	-2.89913364	-78.98472122	CAÑARIBAMBA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y AV. PASEO DE I	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRII	CONDUCE BA	URBANA	1	0	1
19320	28/11/2020	22:59	-2.89055699	-78.96686277	TOTORACOCHA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y PASEO MILCHIC	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL /	CONDUCE BA	URBANA	0	0	2
21218	21/02/2021	17:03	-2.89670992	-78.97630864	MONAY	AV. GONZALES SUAREZ Y RAYOLOMA	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	ATROPELLO	PEATÓN QUE	URBANA	1	0	1
21787	25/03/2021	08:35	-2.889854	-78.962219	MACHÁNGARA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y AV. DE LAS AME	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRII	CONDUCE BA	URBANA	2	0	2
22209	12/04/2021	10:40	-2.89666856	-78.97487646	TOTORACOCHA	AV. GONZALES SUAREZ Y LOS ANDES	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL /	NO RESPETAR	URBANA	1	0	3
22938	24/05/2021	13:33	-2.89736289	-78.97970468	TOTORACOCHA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y DOLORES J TOR	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL /	NO CEDER EL	URBANA	0	0	2
23525	24/06/2021	21:59	-2.88628599	-78.95847477	MACHÁNGARA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y RAMAYANA	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL /	CONDUCE DI	URBANA	0	0	4
MCU00003102021	01/10/2021	23:19	-2.898279	-78.99428	SAN BLAS	AV. GONZALES SUÁREZ Y GABRIEL GARCÍ	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL /	CONDUCE BA	URBANA	0	0	2
MCU000022112021	21/11/2021	02:38	-2.895771	-78.973574	MONAY	AV. GONZALEZ SUAREZ Y TRÁNSITO AMA	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE PISTA	CONDUCE BA	URBANA	0	1	1
MCU000029112021	26/11/2021	21:22	-2.89746	-78.979683	TOTORACOCHA	AVENIDA GONZALEZ SUAREZ Y 13 DE ABF	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	CHOQUE LATERAL I	NO RESPETAR	URBANA	2	0	2
MCU000034112021	29/11/2021	09:24	-2.896813	-78.976222	MONAY	AVENIDA GONZALEZ SUAREZ Y RAYOLON	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	ATROPELLO	CONDUCE VI	URBANA	1	0	1
MCU000034122021	17/12/2021	04:05	-2.900059	-78.987032	TOTORACOCHA	AV. GONZALEZ SUAREZ Y PASEO HUAGRA	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	PERDIDA DE CARRII	CONDUCE VI	URBANA	0	0	1
MCU000042122021	23/12/2021	01:42	-2.890141	-78.965076	MACHÁNGARA	AV. GONZÁLEZ SUÁREZ Y AV. CUMANDA	DESPEJADO	BUENO	ASFALTO	ESTRELLAMIENTO	CONDUCE DI	URBANA	1	0	1

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros(a)s, **Cabrera Erazo Luis Alberto y Sarmiento Clavijo Juan Diego** portadore(a)s de las cédulas de ciudadanía N.º 0104829593 y 0105815195. En calidad de autore(a)s y titular(a)s de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Análisis, evaluación y propuesta de posibles soluciones en la Av. González Suárez entre Ernesto Guevara y Av. Los Andes en la ciudad de Cuenca”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **11 de agosto de 2022**



F: .....

Luis Alberto Cabrera Erazo  
0104829593



F: .....

Juan Diego Sarmiento Clavijo  
0105815195