



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE**  
**CONSTRUCCIONES**

**“Evaluación y alternativa de solución vial de la zona  
colindante al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso”**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE**  
**CONSTRUCCIONES**

**Autores:**

**IGLESIAS REYES CARLOS ALBERTO**  
**VÁSQUEZ ATIENCIA FAUSTO SEBASTIÁN**

**Director:**

**PABLO ANDRÉS CARVALLO CORRAL**

**CUENCA-ECUADOR**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres María Augusta y Fausto quienes con su impecable ejemplo de responsabilidad y dedicación han sentado en mí el deseo de superación; y que, junto a mi hermano Daniel me han apoyado en cada paso de mi vida y han sido el pilar fundamental a lo largo de mi formación académica.

Fausto Sebastián Vásquez Atiencia

Dedico este trabajo a mis padres, Miryan y Carlos quienes han sido un apoyo fundamental en mi vida personal, por haberme acompañado en cada larga y ardua noche de estudio, por cada una de sus palabras y consejos que resultaron provechosos para mi carrera; por siempre anhelar lo mejor para mi vida. A mis hermanos, Cynthia y Ronny por el tiempo y sabiduría que supieron brindar; a mi hijo Pedro y mi abuela Aida por ser la principal fuente de motivación para seguir siempre adelante; y a todas las personas que me acompañaron durante este arduo camino, con todo amor y cariño les dedico este logro.

Carlos Alberto Iglesias Reyes

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad del Azuay por brindarnos las herramientas necesarias para la realización del presente trabajo y a nuestro director de tesis Ing. M.Sc. Pablo Carvallo Corral por aportar con muchos de sus conocimientos.

## Tabla de contenido

ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	2
CAPÍTULO 1.....	3
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Indicadores de tránsito .....	3
1.1.1. Velocidad .....	3
1.1.1.1. Velocidad de viaje.....	3
1.1.1.2. Velocidad de recorrido.....	3
1.1.1.3. Velocidad de punto o instantánea .....	3
1.1.2. Volumen de tránsito .....	3
1.1.2.1. Tasa de flujo (Vp) .....	4
1.1.2.2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD) .....	4
1.1.2.3. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.....	5
1.1.3. Concentración .....	6
1.1.4. Capacidad vial.....	6
1.1.4.1. Condiciones prevalcientes de la capacidad vial .....	7
1.1.5. Dispositivos de control del tránsito.....	8
1.1.5.1. Distribución de los dispositivos de control del tránsito .....	8
1.1.5.2. Requisitos de los dispositivos de control .....	9
1.1.6. Demora.....	9
1.1.6.1. Demoras fijas .....	9
1.1.6.2. Demoras operacionales .....	9
1.1.6.3. Demoras de tiempo parado.....	9
1.1.6.4. Demoras de tiempo de viaje.....	10
1.2. Intersección .....	10
1.2.1. Intersección no semaforizada.....	10
1.2.2. Intersecciones rotatorias.....	10
1.3. Análisis operacional.....	11
1.3.1. Análisis microscópico .....	11
1.4. Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	11
1.4.1. Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA) .....	11
1.4.1.1. Requerimientos para el cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA)	12

1.5.	Niveles de servicio en intersecciones.....	15
1.5.1.	Niveles de servicio en intersecciones no semaforizadas.....	16
1.6.	Proyecciones de tránsito.....	16
1.7.	Plataforma de simulación aimsun .....	17
CAPÍTULO 2.....		18
2.	ESTUDIO DE TRÁFICO .....	18
2.1.	Actualidad y futuro del tráfico de la zona.....	18
2.1.1.	Determinación del TPDA en la actualidad.....	18
2.1.2.	Tasas de crecimiento.....	18
2.1.3.	Determinación del TPDA futuro.....	19
2.2.	Estudio de los volúmenes vehiculares y peatonales observados.....	20
2.2.1.	Intersección número 1: Av. 12 de abril y Av. Paraíso .....	20
2.2.1.1.	Accesos .....	20
2.2.1.2.	Salidas .....	23
	En la figura 2.6 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección. ....	23
2.2.1.3.	Resultados .....	24
2.2.1.4.	Composición del tráfico .....	26
2.2.1.5.	Variación horaria del flujo en la intersección .....	27
2.2.2.	Intersección número 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo .....	28
2.2.2.1.	Accesos .....	28
2.2.2.2.	Salidas .....	31
	En la figura 2.15 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección. ....	31
2.2.2.3.	Resultados .....	32
2.2.2.4.	Composición del tráfico .....	34
2.2.2.5.	Variación horaria del flujo en la intersección .....	35
2.2.3.	Intersección número 3: Av. Paraíso y Del Arupo .....	36
2.2.3.1.	Accesos .....	36
2.2.3.2.	Salidas .....	38
	En la figura 2.23 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección. ....	38
2.2.3.3.	Resultados .....	39
2.2.3.4.	Composición del tráfico .....	41
2.2.3.5.	Variación horaria del flujo en la intersección .....	41
2.2.4.	Intersección número 4: Del Arupo y Av. Paraíso .....	42
2.2.4.1.	Accesos .....	42
2.2.4.2.	Salidas .....	44

En la figura 2.30 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección.....	44
2.2.4.3. Resultados.....	45
2.2.4.4. Composición del tráfico.....	46
2.2.4.5. Variación horaria del flujo en la intersección.....	46
2.2.5. Conteo peatonal en intersecciones.....	47
2.2.5.1. Cruce peatonal 1: en intersección 1 hacia Hospital Regional Vicente Corral Moscoso N-S y S-N.....	47
2.2.5.1.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal.....	48
2.2.5.2. Cruce peatonal 2: en intersección 1 hacia Hospital Regional Vicente Corral Moscoso E-O y O-E.....	48
2.2.5.2.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal.....	49
2.2.5.3. Cruce peatonal 3: previo al ingreso al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso	49
2.2.5.3.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal.....	49
2.2.5.4. Cruce peatonal 4: posterior al ingreso al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso.....	50
2.2.5.4.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal.....	50
2.2.5.5. Cruce peatonal 5: Ingreso peatonal al Hospital Vicente Corral Moscoso	51
2.2.5.5.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal.....	51
2.2.6. Determinación de la hora de máxima demanda.....	52
CAPÍTULO 3.....	53
3. MODELACIÓN Y PROPUESTAS.....	53
3.1. Diseño de la red.....	53
3.2. Calibración del modelo.....	55
3.3. Respuestas de la simulación.....	60
3.4. Prueba de proyecciones.....	61
3.5. Prueba de alternativas.....	64
3.6. Análisis y comparación de escenarios.....	71
3.6.1 Análisis comparativo: Escenario A vs Escenario B vs Escenario C.....	72
3.6.2 Análisis comparativo: Escenario A vs Escenario D vs Escenario G.....	76
3.6.3 Análisis comparativo: Escenario B vs Escenario E vs Escenario H.....	80
3.6.4 Análisis comparativo: Escenario C vs Escenario F vs Escenario I.....	84
3.6.5 Comparación PROPUESTA 1 vs PROPUESTA 2.....	88
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Conteo automático (19-25 de mayo del 2018).....	13
Tabla 1.2 Consumos de combustibles del año 2017 en la provincia del Azuay .....	14
Tabla 2.1 Factores de expansión tráfico promedio diario anual .....	18
Tabla 2.2 Tasas de crecimiento vehicular en Ecuador .....	19
Tabla 2.3 Proyección TPDA futuro (5 años) .....	19
Tabla 2.4 Proyección TPDA futuro (10 años) .....	19
Tabla 2.5 Resultados generales de la pantalla 1 .....	24
Tabla 2.6 Resultados generales de la pantalla 2.....	24
Tabla 2.7 Resultados generales de la pantalla 3.....	25
Tabla 2.8 Resultados generales de la pantalla 4.....	25
Tabla 2.9 Resultados generales de las salidas intersección 1.....	26
Tabla 2.10 Resultados generales de la pantalla 5.....	32
Tabla 2.11 Resultados generales de la pantalla 6.....	32
Tabla 2.12 Resultados generales de la pantalla 7.....	33
Tabla 2.13 Resultados generales de la pantalla 8.....	33
Tabla 2.14 Resultados generales de las salidas intersección 2.....	34
Tabla 2.15 Resultados generales de la pantalla 9.....	39
Tabla 2.16 Resultados generales de la pantalla 10.....	40
Tabla 2.17 Resultados generales de la pantalla 11.....	40
Tabla 2.18 Resultados generales de las salidas intersección 3.....	41
Tabla 2.19 Resultados generales de la pantalla 12.....	45
Tabla 2.20 Resultados generales de la pantalla 13.....	45
Tabla 2.21 Resultados generales de la salida intersección 4.....	46
Tabla 3.1 Calibración GEH.....	56
Tabla 3.2 Resultados finales del análisis de la red.....	57
Tabla 3.3 Parámetros de tráfico intersección 1 .....	60
Tabla 3.4 Parámetros de tráfico intersección 2 .....	60
Tabla 3.5 Parámetros de tráfico intersección 3 .....	61
Tabla 3.6 Parámetros de tráfico intersección 4 .....	61
Tabla 3.7 Proyección de tránsito vehículos livianos.....	62
Tabla 3.8 Proyección de tránsito motocicletas.....	62
Tabla 3.9 Proyección de tránsito vehículos pesados.....	62

Tabla 3.10 Proyección de tránsito buses .....	63
Tabla 3.11 Proyección de tránsito peatones .....	63
Tabla 3.12 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 1 .....	72
Tabla 3.13 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 2 .....	73
Tabla 3.14 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 3 .....	74
Tabla 3.15 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 4 .....	75
Tabla 3.16 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 1 .....	76
Tabla 3.17 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 2 .....	77
Tabla 3.18 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 3 .....	78
Tabla 3.19 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 4 .....	79
Tabla 3.20 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 1 .....	80
Tabla 3.21 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 2 .....	81
Tabla 3.22 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 3 .....	82
Tabla 3.23 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 4 .....	83
Tabla 3.24 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 1 .....	84
Tabla 3.25 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 2 .....	85
Tabla 3.26 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 3 .....	86
Tabla 3.27 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 4 .....	87
Tabla 3.28 Comparación PROPUESTA 1 vs PROPUESTA 2 .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Pantalla 1 en intersección 1 .....	20
Figura 2.2 Pantalla 2 en intersección 1 .....	21
Figura 2.3 Pantalla 3 en intersección 1 .....	21
Figura 2.4 Pantalla 4 en intersección 1 .....	22
Figura 2.5 Porcentajes de las pantallas de la intersección 1 .....	22
Figura 2.6 Salidas de la intersección 1 .....	23
Figura 2.7 Porcentajes de las salidas de la intersección 1 .....	23
Figura 2.8 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 1 .....	26
Figura 2.9 Variación horaria del flujo de la intersección 1 .....	27
Figura 2.10 Pantalla 5 en intersección 2 .....	28
Figura 2.11 Pantalla 6 en intersección 2 .....	29
Figura 2.12 Pantalla 7 en intersección 2 .....	29
Figura 2.13 Pantalla 8 en intersección 2 .....	30
Figura 2.14 Porcentajes de las pantallas de la intersección 2 .....	30
Figura 2.15 Salidas de la intersección 2 .....	31
Figura 2.16 Porcentajes de las salidas de la intersección 2 .....	31
Figura 2.17 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 2 .....	34
Figura 2.18 Variación horaria del flujo de la intersección 2 .....	35
Figura 2.19 Pantalla 9 en intersección 3 .....	36
Figura 2.20 Pantalla 10 en intersección 3 .....	37
Figura 2.21 Pantalla 11 en intersección 3 .....	37
Figura 2.22 Porcentajes de las pantallas de la intersección 3 .....	38
Figura 2.23 Salidas de la intersección 3 .....	38
Figura 2.24 Porcentajes de las salidas de la intersección 3 .....	39
Figura 2.25 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 3 .....	41
Figura 2.26 Variación horaria del flujo de la intersección 3 .....	42
Figura 2.27 Pantalla 12 en intersección 4 .....	42
Figura 2.28 Pantalla 13 en intersección 4 .....	43
Figura 2.29 Porcentajes de las pantallas de la intersección 4 .....	43
Figura 2.30 Salidas de la intersección 4 .....	44
Figura 2.31 Porcentajes de las salidas de la intersección 4 .....	44
Figura 2.32 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 3 .....	46



Figura 2.33 Variación horaria del flujo de la intersección 4.....	47
Figura 2.34 Variación horaria del cruce peatonal 1 .....	48
Figura 2.35 Variación horaria del cruce peatonal 2 .....	49
Figura 2.36 Variación horaria del cruce peatonal 3 .....	50
Figura 2.37 Variación horaria del cruce peatonal 4 .....	51
Figura 2.38 Variación horaria del cruce peatonal 5 .....	52
Figura 3.1 Proceso de obtención de ortofoto con Dron .....	53
Figura 3.2 Dron DJI Inspire 2 .....	53
Figura 3.3 Levantamiento topográfico de la zona de estudio .....	54
Figura 3.4 Diseño de Red.....	54
Figura 3.5 Validación de datos reales con gráfica lineal .....	55
Figura 3.6 Validación con línea de regresión.....	56
Figura 3.7 Modificación geométrica intersección 3 propuesta 1 .....	66
Figura 3.8 Modificación paso peatonal propuesta 1 .....	67
Figura 3.9 Ampliación vía del Arupo propuesta 2.....	68
Figura 3.10 Modificación del ingreso al Hospital propuesta 2 .....	70

**“EVALUACIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIAL DE LA ZONA  
COLINDANTE AL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL  
MOSCOSO”**

**RESUMEN**

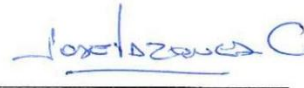
El estudio busca mejorar la circulación de la zona colindante al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso ubicado en la intersección de las avenidas 12 de Abril y Paraíso, con el fin de mejorar la seguridad de peatones y conductores, y los problemas de accesibilidad al Hospital, especialmente en la vía de acceso al parqueadero de consultas, por su alta afluencia vehicular y peatonal. La recolección de datos necesarios para el estudio se lo realizará con conteos manuales y un dron. Con estos datos y la ayuda de un software de simulación de tránsito AIMSUN 8.1.0 se hará una modelación que nos permitirá analizar la situación actual del tráfico y las posibles variables que puedan solucionar la problemática existente.

**Palabras clave:** Circulación de la zona, alta afluencia vehicular, conteos manuales, simulación de tránsito, AIMSUN, modelación.



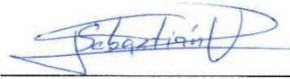
Ing. Msc. Pablo Andrés Carvallo Corral.

**Director de tesis**



Ing. José Fernando Vázquez Calero.

**Director de escuela**



Fausto Sebastián Vázquez Atiencia.



Carlos Alberto Iglesias Reyes.

**Autores**

**“EVALUATION AND ALTERNATIVE ROAD SOLUTION FOR THE AREA ADJACENT TO VICENTE CORRAL MOSCOSO HOSPITAL”**

**ABSTRACT**

The study seeks to improve the circulation of the area adjacent to the Vicente Corral Moscoso Regional Hospital, which is located at the intersection of 12 de Abril and Paraíso avenues. The study aimed to solve the problems of accessibility to the hospital and to improve the safety of pedestrians and drivers, especially in the parking lot area that leads patients to the doctor’s offices. This is a special issue due to the high vehicular and people flow in this part of the hospital. The data was collected by manual counts and a drone. A model was made by using the data and the traffic simulation software AIMSUN 8.1.0 to analyze the current traffic situation and the possible variables to solve the existing problem

**Keywords:** Circulation of the area, high vehicular traffic, manual counts, traffic simulation, AIMSUN, modeling.




Ing. Msc. Pablo Andrés Carvallo Corral.

**Thesis Director**



Ing. José Fernando Vázquez Calero.

**Faculty Director**




Fausto Sebastián Vázquez Atencia.



Carlos Alberto Iglesias Reyes.

**Authors**

Translated by  
Ing. Paul Arpi

Iglesias Reyes Carlos Alberto

Vásquez Atiencia Fausto Sebastián

Trabajo de Titulación

Ing. M.Sc. Pablo Andrés Corral Corral

Noviembre, 2017

**EVALUACIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIAL DE LA ZONA  
COLINDANTE AL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL  
MOSCOSO**

**INTRODUCCIÓN**

La ciudad de Cuenca, ubicada al sur del Ecuador con una población aproximada de 400.000 habitantes, se encuentra en constante crecimiento poblacional con una tasa de crecimiento anual de 1,9% (Instituto Nacional de Estadísticas y censos, 2014) y, su parque automotor aumenta de manera muy acelerada con una tasa de crecimiento entre 10 y 11 % (Dirección Municipal de Tránsito, 2014), causando congestión vehicular en varias zonas de la ciudad.

La evaluación del tráfico de la zona perimetral al hospital se realizará en un principio con una inspección visual donde se analizarán los puntos que más conflicto generan, así como el número de personas que van a ser necesarios para conteos peatonales y vehiculares, y la proporción de datos de demandas de parqueos e ingresos peatonales y vehiculares que tiene el Hospital Regional Vicente Corral Moscoso. Para la representación exacta y detallada del terreno, así como de cada objeto permanente que aquí se encuentre se obtendrán tomas aéreas con ayuda de un dron.

Al tener los datos del terreno y una pequeña idea de las posibles causas de los problemas de tráfico existentes se procederá a realizar conteos vehiculares y peatonales con ayuda de estudiantes de la Universidad del Azuay. A continuación, y ya con todos los datos necesarios para el estudio, siempre basándonos en las posibilidades más desfavorables; es decir cuando existe máxima demanda de

tráfico, con ayuda de un software donde se ingresarán estos datos, se generarán las alternativas y se estudiarán las posibles soluciones a la problemática existente.

## **JUSTIFICACIÓN**

La ubicación del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso en una zona donde transitan una gran cantidad de vehículos tanto privados como públicos, además de la abundante circulación de peatones que ingresan y salen tanto del centro médico como de varias facultades de la Universidad de Cuenca que aquí funcionan; generan problemas operacionales para los usuarios de estas vías, originando una importante congestión vehicular especialmente en las horas de máxima demanda. La existencia de pasos peatonales junto al ingreso del Hospital y la falta de control en las intersecciones cercanas al mismo generan conflictos de movilidad que afecta a las demoras de circulación en la zona, problemas de acceso y salida del Hospital y posibles accidentes de tránsito. Por estos motivos el presente trabajo propone un análisis de esta zona con el fin de reducir esta congestión vehicular y proponer alternativas para dar soluciones a los inconvenientes antes mencionados.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el tráfico de la zona perimetral al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso, sus problemas y causas y proponer alternativas que puedan dar solución a dicha problemática.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar e inspeccionar el tráfico de la zona perimetral al Hospital Vicente Corral Moscoso.
- Realizar una simulación calibrada del estado actual de la red mediante el software AIMSUN.
- Analizar el estado del tráfico en la zona en la actualidad, a mediano plazo y a largo plazo.
- Proponer alternativas que den soluciones a los problemas existen

## CAPÍTULO 1

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Indicadores de tránsito

##### 1.1.1. Velocidad

La velocidad es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Generalmente se expresa en kilómetros por hora (km/h).

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

V = velocidad constante

d = distancia recorrida

t = tiempo de recorrido

##### 1.1.1.1. Velocidad de viaje

Para un vehículo, la velocidad de viaje no es más que dividir la distancia recorrida entre el tiempo total del viaje. Incluyendo el tiempo recorrido y los tiempos de demora.

##### 1.1.1.2. Velocidad de recorrido

Para un vehículo, la velocidad de recorrido es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo en el que el vehículo está en movimiento. No incluye las paradas. La velocidad de recorrido es siempre mayor o igual a la de viaje.

##### 1.1.1.3. Velocidad de punto o instantánea

Es la velocidad de un vehículo que pasa por un punto determinado de una carretera o calle, en un instante determinado. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2013).

#### 1.1.2. Volumen de tránsito

Se define como volumen de tránsito al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada durante un período determinado, se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/período)

N = número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = período determinado (unidades de tiempo)

Los volúmenes de tránsito son desarrollados para analizar datos reales relacionados con el movimiento de vehículos o peatones en el área a estudiar, obteniendo así la calidad de servicio que el sistema da a los usuarios.

Se pueden utilizar en distintos escenarios como:

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- Necesidad de dispositivos para el control del tránsito.
- Estudio de estacionamientos.
- Evaluación de mejoras por seguridad.
- Estudios de antes y después.
- Establecer controles de tránsito, como: colocación de señales, semáforos y marcas viales, prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.
- Analizar flujos máximos.

#### 1.1.2.1. Tasa de flujo ( $V_p$ )

Los volúmenes horarios se convierten a flujo durante 15 minutos a través del factor de la hora de máxima demanda (HMD).

$$V_p = \frac{V}{FHP} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$V_p$  = tasa de flujo durante los 15 minutos más cargados (vehículos/hora)

V = Volumen durante la hora de máxima demanda (vehículos/hora)

FHP = Factor de hora pico

#### 1.1.2.2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que transitan por una sección de carril o calzada durante una hora (60 minutos) consecutiva, que se pueden presentar en un día cualquiera.

### 1.1.2.3. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de la misma hora de máxima demanda, para una vía determinada, puede repetirse durante varios días de la semana. Pero, puede cambiar de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo período máximo. Para todos estos escenarios, se deberá conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para conseguir con esto planeaciones de los controles de tránsito para la hora máxima de demanda, tales como: prohibición de parqueos momentáneos, prohibición de giros en ciertas direcciones y disposición de los tiempos de los semáforos. Se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(qmax)} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

FHMD = factor de hora de máxima demanda

VHMD = volumen horario de máxima demanda

N = número de períodos durante la hora de máxima demanda

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 o 15 minutos, siendo el último utilizado con mayor importancia, en dicho caso el factor es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmax)} \quad \text{Ecuación 5}$$

En cuanto al valor que se obtiene, podemos establecer cómo es su distribución en los flujos de 15 minutos durante su hora de máxima demanda, si tenemos un factor de hora pico mayor a 0.90 nos dice que se da una distribución uniforme de su flujo, si se da entre 0.80 y 0.90 podemos decir que la distribución del flujo es poco uniforme, si se da entre 0.70 y 0.80 es una distribución muy mala, y si es menor a 0.60 prácticamente una distribución del flujo nada uniforme.



### 1.1.3. Concentración

Llamada también “densidad”, es el número de vehículos que están en la longitud de una vía dada. Por lo general la densidad se da en términos de vehículos por kilómetro. La presencia de altas densidades, significa que tenemos varios vehículos juntos entre sí (poco espacio entre vehículos), densidades bajas significa que existen grandes distancias entre vehículos.

$$K = \frac{N}{D} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

K = densidad o concentración

N = número de vehículos

D = longitud

### 1.1.4. Capacidad vial

La capacidad es un dato de gran importancia para nuevas vías o explotación de las ya existentes. Lo más habitual es estimarla partiendo de otros parámetros, tanto de tráfico como de la infraestructura. El método de determinación de la capacidad más conocido y utilizado es el desarrollado en el manual de capacidad de carretera (HCM).

Para determinar la capacidad de un sistema vial, rural o urbano no solo es necesario conocer sus características físicas o geométricas, sino también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación. No puede tratarse la capacidad de un sistema vial sin hacer referencia a otras consideraciones importantes que tienen que ver con la calidad del servicio. Un estudio de la capacidad de un sistema vial es el al mismo tiempo un estudio cuantitativo, el cual permite evaluar la suficiencia (cuantitativo) y la calidad (cualitativo) del servicio ofrecido por el sistema (oferta) a los usuarios (demanda).

En las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de carreteras y calles, la demanda de tránsito ya sea presente o futura, se considera como una cantidad conocida.

La capacidad se define como la tasa máxima de flujo ( $q_{max}$ ) que puede soportar una carretera o calle, es el máximo número de vehículos que pueden pasar por una sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado.

El período de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, se considera que este es el intervalo más corto para el que se puede presentar una circulación estable. Dependiendo del tipo de infraestructura vial a analizar, se debe establecer un procedimiento para el cálculo de su capacidad. Para que el flujo llegue a alcanzar la capacidad de una sección de una carretera es necesario: que haya una demanda de tráfico suficiente en el acceso a la sección, que no exista una sección anterior de menor capacidad que impida que el flujo de tráfico se mantenga en la entrada y que no exista una sección posterior de menor capacidad que dé lugar a la formación de una cola de vehículos que llegue a la salida de estos de la sección considerada.

La capacidad depende de las condiciones existentes, características de la sección y las propias del tráfico, además hay que tener en cuenta las regulaciones de la circulación, y por último las ambientales y meteorológicas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2013).

#### **1.1.4.1. Condiciones prevalecientes de la capacidad vial**

Condiciones de la infraestructura vial: son las características físicas de la carretera o calle (de tránsito continuo o discontinuo, con o sin control de accesos, de dos o más carriles, etc.), el desarrollo de su entorno, características geométricas (ancho de carriles, velocidades de proyecto y características de los alineamientos), y el tipo de terreno donde está la carretera o calle (Avilés Ordoñez, 2017).

Condiciones del tránsito: hace referencia a la distribución del tránsito en tiempo y espacio, y a su composición en tipos de vehículos. (Avilés Ordoñez, 2017)

Condiciones de control: se refiere a los dispositivos para el control de tránsito, como semáforos y señales restrictivas (Avilés Ordoñez, 2017).

### **1.1.5. Dispositivos de control del tránsito**

Los dispositivos para el control del tránsito por lo general son las señales, marcas, semáforos y cualquier otro elemento, que se suele colocar encima o contiguo a la vía; en el caso de Ecuador, y específicamente en la zona urbana, son colocados por la Empresa de Movilidad EMOV EP dispuesta por la Dirección Municipal de Tránsito, para prevenir, normalizar y dirigir a los usuarios de estas. Dichos aparatos orientan a los usuarios que deben tener en cuenta las debidas precauciones en cuanto a los impedimentos que rige el tramo de circulación, dadas las condiciones propias de la vía (Granda Tola & Martínez Ulloa, 2017).

#### **1.1.5.1. Distribución de los dispositivos de control del tránsito**

Cal & Mayor y Cárdenas distribuyen a los dispositivos de control de tránsito en calles y carreteras en:

- **Señales**
  - Preventivas
  - Restrictivas
  - Informativas
- **Marcas**
  - Rayas
  - Símbolos
  - Letras
- **Obras y dispositivos diversos**
  - Cercas
  - Defensas
  - Indicadores de obstáculos
  - Indicadores de alineamiento
- **Dispositivos para la protección en obra**
  - Señales preventivas, restrictivas e informativas
  - Canalizadores
  - Señales manuales
- **Semáforos**
  - Vehiculares
  - Peatonales

- Especiales

### **1.1.5.2. Requisitos de los dispositivos de control**

Todo dispositivo para el control de tránsito debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Imponer respeto a los usuarios de las vías
- Satisfacer una necesidad
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje simple y claro
- Estar en un lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar

El ingeniero de tránsito asegura la correcta distribución y funcionamiento de los distintos dispositivos de control. Para asegurarse que los dispositivos de control sean efectivos, entendibles y satisfagan los requerimientos anteriores existen cuatro consideraciones básicas que se deben tomar en cuenta para los dispositivos de control del tránsito, las cuales son: proyecto, ubicación, uniformidad y conservación (Cal y Mayor & Cárdenas, 2013).

### **1.1.6. Demora**

Tiempo de viaje perdido a causa de fricciones del tránsito y dispositivos para el control del tránsito (Crespo Torres & García González, 2016).

#### **1.1.6.1. Demoras fijas**

Factor de demoras que se genera por los distintos dispositivos del control de tránsito, sin tomar en cuenta los volúmenes de tránsito e interrupciones que están presentes en la vía (Crespo Torres & García González, 2016).

#### **1.1.6.2. Demoras operacionales**

Factor de demoras generado por la existencia e interrupción de otros vehículos (Granda Tola & Martínez Ulloa, 2017).

#### **1.1.6.3. Demoras de tiempo parado**

Factor de demoras que se da cuando el vehículo está detenido (sin movimiento) (Granda Tola & Martínez Ulloa, 2017).

#### **1.1.6.4. Demoras de tiempo de viaje**

Diferencia entre el tiempo de viaje total y el tiempo calculado basado en atravesar la ruta en estudio a una velocidad media correspondiente a un flujo de tránsito descongestionado sobre la ruta (Crespo Torres & García González, 2016).

### **1.2. Intersección**

Una intersección es un área en la que concurren dos o más vías, carreteras o caminos, pueden ser a nivel o a desnivel y posibilita un cambio entre los mismos; su primordial funcionalidad es la de permitir el cambio de dirección en la ruta, y para regular el paso de los vehículos se utilizan los distintos dispositivos de control según las condiciones del tráfico (Granda Tola & Martínez Ulloa, 2017).

#### **1.2.1. Intersección no semaforizada**

Estas intersecciones son aquellas que no están reguladas por los dispositivos de control electrónico (semáforos). Comúnmente tienen señalización vertical, la cual permite definir la prioridad del paso para cada acceso a la intersección, de esta forma reducir el conflicto al momento de realizar los posibles giros en las aproximaciones (Aguirre Mejía & Maita León, 2014).

#### **1.2.2. Intersecciones rotatorias**

Se determina a los redondeles como intersecciones rotatorias, en las que el tráfico principal circula por la calzada anular, ofrecen todos los movimientos en la intersección con las mismas condiciones y sin favorecer a ninguno de ellos, lo que asegura que los giros se van a dar en mejores condiciones que una intersección cualquiera (Aguirre Mejía & Maita León, 2014).

Las intersecciones rotatorias son eficaces si sus condiciones geométricas (dimensiones) están acordes con el volumen de tránsito que se va a distribuir, si su velocidad está en función de la velocidad operacional de las vías que la conforman y si su capacidad es igual o superior a la de las vías que la conforman (Granda Tola & Martínez Ulloa, 2017). Las intersecciones rotatorias se componen de las siguientes zonas:

1. Zona de acceso al redondel: lo primordial es realizar la construcción de una isleta separadora en una longitud importante la cual impedirá las entradas en sentido contrario. A medida que la isleta separadora llega a la intersección rotatoria, se va convirtiendo en una isleta direccional y canalizadora para guiar al tránsito que llega.
2. Zona de circulación rotatoria: la conforman la isleta central y el pavimento que la rodea.
3. Zona o sección de entrecruzamiento o enlace: es en la que se encuentran o separan los vehículos que llegan a la intersección rotatoria para tomar los diversos ramales de salida.

### **1.3. Análisis operacional**

Para conseguir un análisis operacional de tráfico vehicular se ha desarrollado modelos y análisis de lo que se procurará fijar para los distintos resultados que se necesite.

#### **1.3.1. Análisis microscópico**

También conocido como teoría de seguimiento vehicular o teoría de seguir al líder, toma en cuenta los espaciamientos entre los vehículos individuales, así como sus velocidades.

### **1.4. Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

Se especifica el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que transitan durante un período determinado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período. Para este estudio se realizará con el volumen de tránsito promedio anual, dados en vehículos por día (Cal y Mayor & Cárdenas, 2013).

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

TA = tráfico anual

#### **1.4.1. Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA)**

Se utilizará el método de los factores para la determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA), identificado y respaldado por el Ministerio de Transporte y Obras

Públicas del Ecuador, en el capítulo 3: Tráfico, de las normas de diseño geométrico de carreteras NEVI 2012.

#### **1.4.1.1. Requerimientos para el cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA)**

1. Conteo automático: el cual permite conocer el volumen total del tráfico. Se debe tener un conteo automático de 24 horas continuas diarias por un mes y mínimo una semana de una vía de características operativas y geométricas parecidas a la del estudio.

Para éste estudio se utilizará un conteo automático de las calles Av. Unidad Nacional y Av. 12 de abril realizado del 22 al 28 de mayo del 2018. La información del conteo automático fue proporcionada por la central de semaforización computarizado de Cuenca; debido a que no existen datos de un conteo automático de las intersecciones del estudio, se utilizó el conteo automático de la intersección de la Avenida 12 de Abril y Avenida Unidad Nacional, ya que tanto su configuración geométrica como sus características operativas son muy similares. De igual manera, el conteo automático es de la misma semana en la que se realizó el conteo manual para una mayor precisión y se encuentra detallado en la tabla 1.1 a continuación.

Tabla 1.1 Conteo automático (19-25 de mayo del 2018)

HORAS	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES
00:00-01:00	54	81	123	280	447	333	31
01:00-02:00	24	28	52	150	350	280	15
02:00-03:00	12	29	40	69	273	286	12
03:00-04:00	9	12	22	43	211	156	17
04:00-05:00	15	31	24	40	77	66	21
05:00-06:00	42	54	47	47	66	46	37
06:00-07:00	248	244	201	186	147	80	214
07:00-08:00	582	578	641	562	257	142	601
08:00-09:00	674	698	642	655	502	270	701
09:00-10:00	801	795	820	791	669	288	850
10:00-11:00	946	842	931	940	755	421	890
11:00-12:00	1031	857	1199	1083	944	459	955
12:00-13:00	988	854	1105	966	965	590	937
13:00-14:00	779	785	884	908	882	599	803
14:00-15:00	664	749	718	804	728	585	825
15:00-16:00	971	906	868	972	744	584	821
16:00-17:00	995	748	991	933	898	637	1027
17:00-18:00	1005	837	925	863	687	654	873
18:00-19:00	793	802	865	613	1058	658	727
19:00-20:00	727	765	768	605	565	569	757
20:00-21:00	714	732	830	784	804	542	673
21:00-22:00	483	602	767	863	775	351	489
22:00-23:00	439	452	873	867	750	211	320
23:00-24:00	194	238	470	800	625	97	164
<b>TOTALES</b>	<b>13190</b>	<b>12719</b>	<b>14806</b>	<b>14824</b>	<b>14179</b>	<b>8904</b>	<b>12760</b>
<b>%</b>	<b>14%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>10%</b>	<b>14%</b>

Fuente: Central de semaforización computarizado de Cuenca

2. Conteo manual: estos conteos no pueden ser reemplazados, por lo que nos dan la información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que depende la geometría de la vía. Cuando se lo realice el conteo, este se deberá clasificar en: peatones, bicicletas, motocicletas, vehículos livianos, buses, busetas y camiones (dependiendo sus ejes: camión c2, camión c3, camión c4 y camión c5 o más).

El conteo manual del tráfico observado en la zona de estudio será durante 12 horas consecutivas en cada una de las intersecciones.



3. Consumo de combustible: son las estadísticas de consumo de combustibles (diésel, diésel premium, extra y súper) del año anterior al del conteo manual del tráfico observado. Dichos datos se los puede conseguir en el ARCH (agencia de regulación y control de hidrocarburos).

Para nuestro estudio se utilizará datos de la provincia del Azuay del año 2017 detallados en la tabla 1.2, siendo estos los datos más actuales, proporcionados por la secretaría de hidrocarburos del Ecuador.

**Tabla 1.2 Consumos de combustibles del año 2017 en la provincia del Azuay**

CONSUMO COMBUSTIBLE AÑO 2017 - AZUAY (EN GALONES)						
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EXTRA	6.106.889	5.770.463	6.395.713	5.979.145	6.495.412	6.262.569
SUPER	637.968	613.513	677.260	601.707	656.891	633.654
DIESEL 2	690.665	871.522	1.174.957	1.211.225	943.519	1.313.662
DIESEL	5.173.659	4.623.330	5.489.085	4.856.436	5.448.859	5.639.632
<b>TOTAL</b>	<b>12.609.181</b>	<b>11.878.828</b>	<b>13.737.015</b>	<b>12.648.513</b>	<b>13.544.681</b>	<b>13.849.517</b>

CONSUMO COMBUSTIBLE AÑO 2017 - AZUAY (EN GALONES)						
JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
6.276.841	5.867.398	6.314.134	6.286.763	6.192.104	6.714.837	<b>74.662.268</b>
668.119	787.983	825.896	861.657	895.740	972.230	<b>8.832.618</b>
1.322.921	1.257.636	1.308.309	1.398.986	1.243.096	1.358.066	<b>14.094.564</b>
5.847.766	6.370.330	6.154.294	6.205.703	6.296.270	5.796.634	<b>67.901.998</b>
<b>14.115.647</b>	<b>14.283.347</b>	<b>14.602.633</b>	<b>14.753.109</b>	<b>14.627.210</b>	<b>14.841.767</b>	<b>165.491.448</b>
<b>CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE COMBUSTIBLES AL AÑO (EN GALONES):</b>						<b>13790954</b>

**Fuente: Secretaría de hidrocarburos del Ecuador**

El método de los factores se basa en calcular un factor de expansión, con este factor afecta al TO (tráfico observado) con el fin de que sea representativo para todo el año. El factor de expansión es la multiplicación de los factores de corrección y ajuste del tráfico observado (Granda Tola & Martínez Ulloa, 2017).

$$Fe = fh \times fd \times fs \times fm \quad \text{Ecuación 8}$$

- a) Factor horario (fh): posibilita cambiar el volumen de tráfico que se haya anotado en un determinado número de horas (consideramos el tráfico observado en el período de 12 horas consecutivas) a un volumen diario promedio.

$$fh = \frac{\text{Total tráfico del conteo automático del día correspondiente al conteo manual}}{\text{Tráfico del conteo automático correspondiente a las horas del conteo manual}} \quad \text{Ecuación 9}$$

- b) Factor diario (fd): posibilita cambiar el volumen de tráfico diario promedio a un volumen semanal promedio.

$$fh = \frac{\text{Promedio diario semanal de conteo automático}}{\text{Tráfico del conteo automático del día correspondiente al conteo manual}} \quad \text{Ecuación 10}$$

- c) Factor semanal (fs): posibilita cambiar el volumen semanal promedio de tráfico a un volumen mensual promedio.

$$fh = \frac{\text{Promedio del tráfico semanal del conteo automático}}{\text{Tráfico de la semana que contiene el día del conteo manual}} \quad \text{Ecuación 11}$$

- d) Factor mensual (fm): posibilita cambiar el volumen mensual promedio de tráfico a un valor de tráfico anual.

$$fh = \frac{\text{Consumo promedio mensual de combustible}}{\text{Consumo de combustible del mes que contiene el conteo manual}} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$TPDA = TO \times Fe \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

TO = Tráfico observado

Fe = Factor de expansión

### 1.5. Niveles de servicio en intersecciones

Cal y Mayor & James Cárdenas en su libro Ingeniería de Tránsito, clasifica los niveles de servicio de una carretera con letras que van desde la A hasta la F. Representando “A” el mejor nivel de servicio con una circulación a flujo libre, donde los usuarios poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades y maniobras. Y “F” representando el peor nivel de servicio con condiciones de flujo forzado caracterizado por la existencia de ondas de parada y arranque extremadamente inestables.

### 1.5.1. Niveles de servicio en intersecciones no semaforizadas

La determinación del nivel de servicio en una intersección no semaforizada se basa directamente en la demora generada en cada uno de los accesos de dicha intersección. A continuación en la tabla 1.3 podemos observar la clasificación de dichos niveles.

**Tabla 1.3 Nivel de servicio en intersecciones no semaforizadas**

NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS (s)
A	<10
B	>10 Y <15
C	>15 Y <25
D	>25 Y <35
E	>35 Y <50
F	>50

**Fuente: HCM 2000**

De la misma manera que se calculan estos niveles de servicio en intersecciones no semaforizadas se lo realiza en intersecciones rotatorias bajo los rangos de la tabla 1.3.

### 1.6. Proyecciones de tránsito

El pronóstico del volumen de tránsito futuro deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilicen la nueva carretera (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

- Método basado en tasas de crecimiento

Este método se apoya en datos históricos de la zona donde se realizará el estudio. Es una metodología sencilla pero no muy adecuada para desarrollos con horizontes a largo plazo, ya que deja de lado o subestima la demanda futura de tránsito no relacionada con el desarrollo en cuestión, por lo que no debe ser utilizada en casos donde haya desarrollos adicionales importantes o donde exista proyecciones de cambios en el sistema de transporte que sean significativos y lleguen a alterar los patrones de viaje del área analizada. El método se basa en la hipótesis que el crecimiento que se dará en los volúmenes de tránsito de la zona seguirá la misma tendencia que ha tenido en los últimos años, utilizando el crecimiento histórico de los volúmenes promedios diarios

anuales de la zona. Se recomienda no utilizar estas tasas de crecimiento para horizontes de más de 10 años.

El libro fundamentos de ingeniería de Tránsito de Cal y Mayor & Cárdenas, establece el tránsito futuro con la siguiente expresión:

$$T_F = T_A * \mathbf{1} + (\mathbf{1} + i)^n \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

TF = Tránsito futuro

TA = Tránsito actual

i = Tasa de crecimiento anual

n = Número de años proyectados (entre el año base y el año del proyecto)

### **1.7. Plataforma de simulación aimsun**

Para el área de estudio se utilizará la plataforma de simulación Aimsun 8.1.0., el cual es un simulador de tráfico en el que se introducirá los volúmenes de tráfico existentes en las vías analizadas durante la hora de máxima demanda, porcentajes de giro, horarios de transporte público y las características geométricas de la zona de estudio.

Aimsun es un entorno extensible que ofrece, en una sola aplicación todas las opciones necesarias que un profesional del transporte necesitaría. En la plataforma de simulación, integración significa cabalmente eso: simulación macroscópica, microscópica y mesoscópica en una sola aplicación de software.

También ofrece varias opciones para poner varios escenarios en la misma red: demandas, planes de control, horarios de transporte público, etc.

## CAPÍTULO 2

### 2. ESTUDIO DE TRÁFICO

#### 2.1. Actualidad y futuro del tráfico de la zona

##### 2.1.1. Determinación del TPDA en la actualidad

Para la obtención del TPDA se utiliza los factores de expansión que se observan en la tabla 2.1 y el conteo automático que se encuentran detallados en el punto 1.4.1.1 Requerimientos para el cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA).

**Tabla 2.1 Factores de expansión tráfico promedio diario anual**

Factores de expansión	
Fh	1,386
Fd	0,930
Fs	1,000
Fm	1,090
Fe	1,405

**Fuente: Propia**

Se determinó el tráfico promedio diario anual de cada una de las cuatro intersecciones analizadas y tomando en cuenta cada uno de los flujos que en éstas participan. Indicado en las tablas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.21, 2.22, 2.23, 2.26 y 2.27 que se encuentran en el punto 2.1 del presente capítulo.

##### 2.1.2. Tasas de crecimiento

Apoyados en los datos obtenidos del PROGRAMA DE INVERSIÓN “MANTENIMIENTO POR NIVEL DE SERVICIO” del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, sustentamos la metodología utilizada, en la relación directa existente entre el crecimiento global del país y el crecimiento del tráfico vehicular. Por esto asumimos que las tasas de crecimiento del parque automotor coinciden a la proyección del TPDA (Tráfico promedio diario anual).

En la tabla 2.2 se indica las tasas de crecimiento vehicular, por tipo de vehículo.

**Tabla 2.2 Tasas de crecimiento vehicular en Ecuador**

AÑO	POBLACIÓN	LIVIANOS	PESADOS 2 EJES	PESADOS + 2 EJES	TOTAL	CRECIMIENTO
2011	471849	9854	217	1507	11578	5,49%
2012	478204	10396	222	1562	12180	5,20%
2013	484558	10939	227	1616	12782	4,94%
2014	490913	11481	232	1671	13384	4,71%
2015	497268	12024	237	1726	13987	4,51%
2016	503623	12566	242	1780	14588	4,30%
2017	509978	13108	247	1835	15190	4,13%
2018	516333	13651	252	1890	15793	3,97%

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

### 2.1.3. Determinación del TPDA futuro

Para determinar el tráfico promedio diario anual de cada uno de los tipos de vehículos detallados en las tablas 2.3 y 2.4 se utilizó cada una de sus tasas de crecimiento y se proyectó para 5 y 10 años respectivamente por medio de la fórmula de tráfico futuro que se encuentra detallada en el capítulo 1.

Los resultados son los siguientes:

**Tabla 2.3 Proyección TPDA futuro (5 años)**

Tipo de Vehículo	TPDA actual	Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo	TPDA futuro
LIVIANOS	55544	4,77%	70108
PESADOS 2 EJES	2712	2,16%	3018
PESADOS + 2 EJES	43	3,29%	51
PROYECCIÓN DE TRÁFICO A 5 AÑOS			

Fuente: Propia

**Tabla 2.4 Proyección TPDA futuro (10 años)**

Tipo de Vehículo	TPDA actual	Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo	TPDA futuro
LIVIANOS	55544	4,77%	88491
PESADOS 2 EJES	2712	2,16%	3358
PESADOS + 2 EJES	43	3,29%	60
PROYECCIÓN DE TRÁFICO A 10 AÑOS			

Fuente: Propia

## 2.2. Estudio de los volúmenes vehiculares y peatonales observados

Los datos del tráfico observado que se muestran a continuación fueron levantados el día lunes 7 de mayo de 2018 de 07h00 hasta las 19h00 en el sector del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso. Los datos que se detallan a continuación son: flujos de las intersecciones, porcentajes de giro, composición del tráfico, variación horaria y determinación de la hora de máxima demanda “HMD”.

### 2.2.1. Intersección número 1: Av. 12 de abril y Av. Paraíso

La intersección número 1 posee un tráfico promedio diario anual de 58405 vehículos, dicha intersección contiene cuatro pantallas, dos en la Av. 12 de Abril y dos en la Av. Paraíso.

#### 2.2.1.1. Accesos

Las pantallas establecidas son las siguientes:

Pantalla 1: Av. Paraíso S-N, es la que mayor número de vehículos aporta a la intersección con un 36%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.1.



Figura 2.1 Pantalla 1 en intersección 1

Fuente: Propia

Pantalla 2: Av. 12 de abril E-O aporta a la intersección con un 7%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.2.



**Figura 2.2 Pantalla 2 en intersección 1**

**Fuente: Propia**

Pantalla 3: Av. Paraíso La pantalla 3 aporta a la intersección con un 35%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.3.



**Figura 2.3 Pantalla 3 en intersección 1**

**Fuente: Propia**



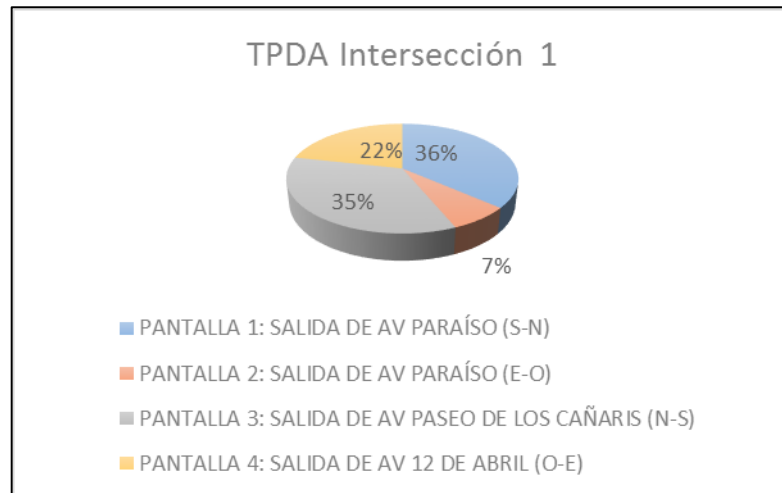
Pantalla 4: Av. 12 de abril O-E aporta a la intersección con un 22%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.4.



**Figura 2.4 Pantalla 4 en intersección 1**

**Fuente: Propia**

A continuación en la figura 2.5 se detalla gráficamente el porcentaje que representa cada pantalla dentro de la intersección.



**Figura 2.5 Porcentajes de las pantallas de la intersección 1**

**Fuente: Propia**

### 2.2.1.2. Salidas

En la figura 2.6 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección.

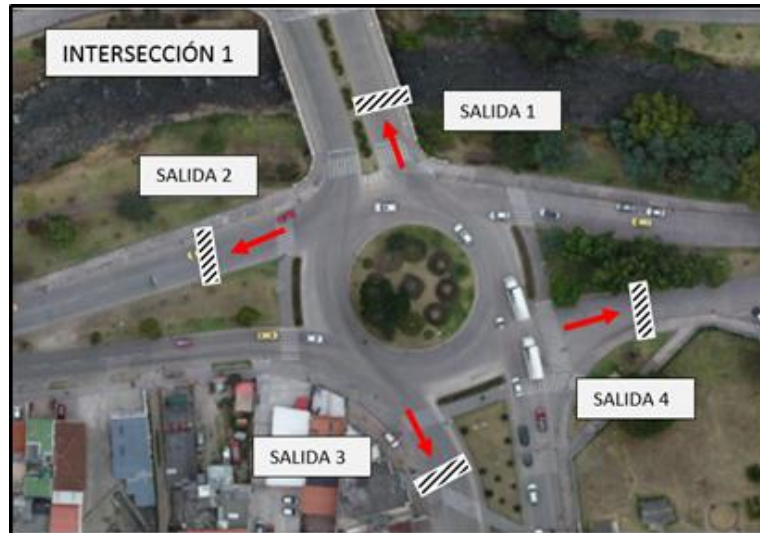


Figura 2.6 Salidas de la intersección 1

Fuente: Propia

- La salida que prevalece con el mayor número de vehículos es la salida 1: Av. del Paraíso S-N (puente) con un 49%.
- La salida 2: Av. 12 de Abril E-O con un 23%
- La salida 3: Av. del Paraíso N-S con un 25%
- La salida 4: Av. 12 de Abril O-E con un 3%

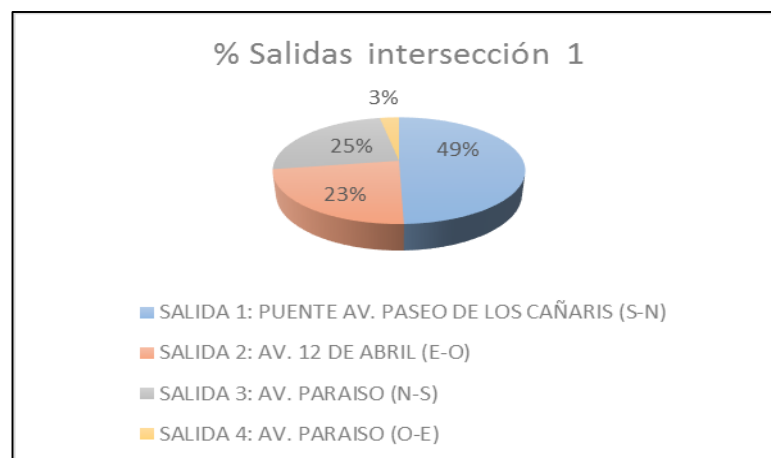
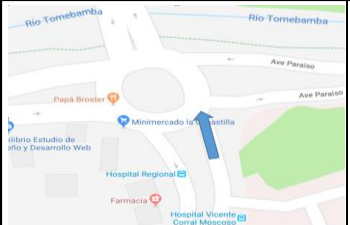


Figura 2.7 Porcentajes de las salidas de la intersección 1

Fuente: Propia

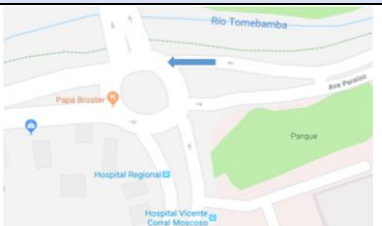
2.2.1.3. Resultados

Tabla 2.5 Resultados generales de la pantalla 1

TPDA INTERSECCIÓN 1 AV. 12 DE ABRIL Y AV. PARAÍSO										
PANTALLA 1: SALIDA DE AV PARAÍSO (S-N)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:00-08:00					0,92	1464	9,68%	3,52%
	TARDE	14:45-15:45					0,95	1456	9,63%	3,50%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	1		17633	83,02%	30,19%				
	DERECHA	2		192	0,90%	0,33%				
	IZQUIERDA	3		2709	12,75%	4,64%				
	U	4		706	3,32%	1,21%				
TOTAL				21240	100,00%	36,37%				

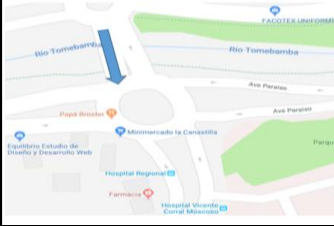
Fuente: Propia

Tabla 2.6 Resultados generales de la pantalla 2

TPDA INTERSECCIÓN 1 AV. 12 DE ABRIL Y AV. PARAÍSO										
PANTALLA 2: SALIDA DE AV PARAÍSO (E-O)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:00-08:00					0,71	314	10,33%	0,76%
	TARDE	12:45-13:45					0,77	352	11,58%	0,85%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	5		850	19,89%	1,46%				
	DERECHA	6		2508	58,69%	4,29%				
	IZQUIERDA	7		898	21,02%	1,54%				
	U	8		17	0,40%	0,03%				
TOTAL				4273	100,00%	7,32%				

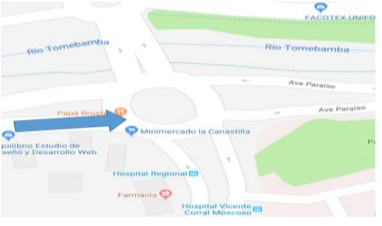
Fuente: Propia

**Tabla 2.7 Resultados generales de la pantalla 3**

TPDA INTERSECCIÓN 1 AV. 12 DE ABRIL Y AV. PARAÍSO										
PANTALLA 3: SALIDA DE AV PASEO DE LOS CAÑARIS (N-S)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:30-08:30					0,88	1296	8,98%	3,12%
	TARDE	15:30-16:30					0,96	1348	9,34%	3,24%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	9		9890	48,75%	16,93%				
	DERECHA	10		9703	47,83%	16,61%				
	IZQUIERDA	11		531	2,62%	0,91%				
	U	12		162	0,80%	0,28%				
TOTAL				20286	100,00%	34,73%				

Fuente: Propia

**Tabla 2.8 Resultados generales de la pantalla 4**

TPDA INTERSECCIÓN 1 AV. 12 DE ABRIL Y AV. PARAÍSO										
PANTALLA 4: SALIDA DE AV 12 DE ABRIL (O-E)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:45-08:45					0,92	802	8,94%	1,93%
	TARDE	15:00-16:00					0,93	845	9,42%	2,03%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	13		975	7,73%	1,67%				
	DERECHA	14		2870	22,77%	4,91%				
	IZQUIERDA	15		8598	68,21%	14,72%				
	U	16		163	1,29%	0,28%				
TOTAL				12606	100,00%	21,58%				

Fuente: Propia

**Tabla 2.9 Resultados generales de las salidas intersección 1**

SALIDA 1: PUENTE AV. PASEO DE LOS CAÑARIS (S-N)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 1	17633	61,01%	30,19%
FLUJO 6	2508	8,68%	4,29%
FLUJO 12	162	0,56%	0,28%
FLUJO 15	8598	29,75%	14,72%
TOTAL	28901	100,00%	49,48%

SALIDA 2: AV. 12 DE ABRIL (E-O)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 3	2709	20,18%	4,64%
FLUJO 5	850	6,33%	1,46%
FLUJO 10	9703	72,28%	16,61%
FLUJO 16	163	1,21%	0,28%
TOTAL	13425	100,00%	22,99%

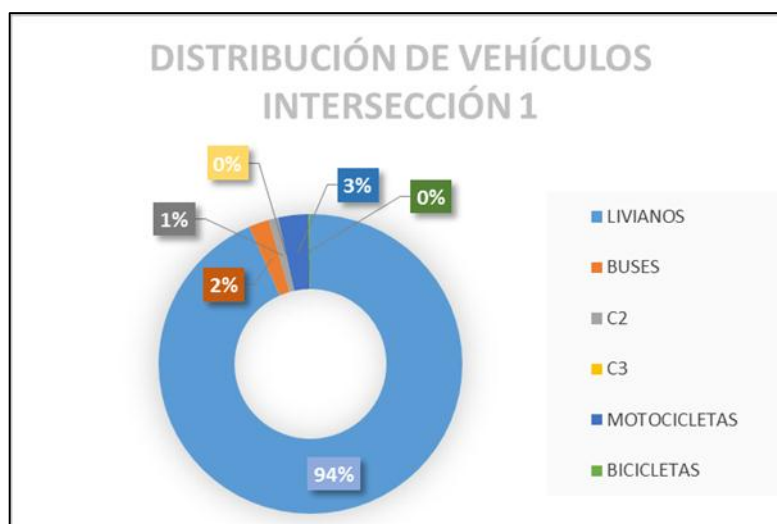
SALIDA 3: AV. PARAISO (N-S)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 4	706	4,92%	1,21%
FLUJO 7	898	6,25%	1,54%
FLUJO 9	9890	68,85%	16,93%
FLUJO 14	2870	19,98%	4,91%
TOTAL	14364	100,00%	24,59%

SALIDA 4: AV. PARAISO (O-E)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 2	192	11,20%	0,33%
FLUJO 8	17	0,99%	0,03%
FLUJO 11	531	30,96%	0,91%
FLUJO 13	975	56,85%	1,67%
TOTAL	1715	100,00%	2,94%

Fuente: Propia

### 2.2.1.4. Composición del tráfico

Como se puede apreciar en la figura 2.8, el tipo de vehículo liviano es el principal demandante dentro de la composición del tráfico de la intersección con el 94%, seguida por las motocicletas con el 3%, los buses con el 2%, finalmente los camiones tipo C2 con el 1%.



**Figura 2.8 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 1**

Fuente: Propia

### 2.2.1.5. Variación horaria del flujo en la intersección

El lapso del estudio del comportamiento vehicular fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo de la intersección empieza con 3829 vehículos entre las 7h00 y 8h00, luego sufre una baja entre las 8h30 y 14h00, para luego ascender llegando a un pico de 3709 vehículos entre las 14h30 y 15h00, ocurriendo una baja a 3469 vehículos en el último período de 18h00 y 19h00. Como se indica en la figura 2.9.

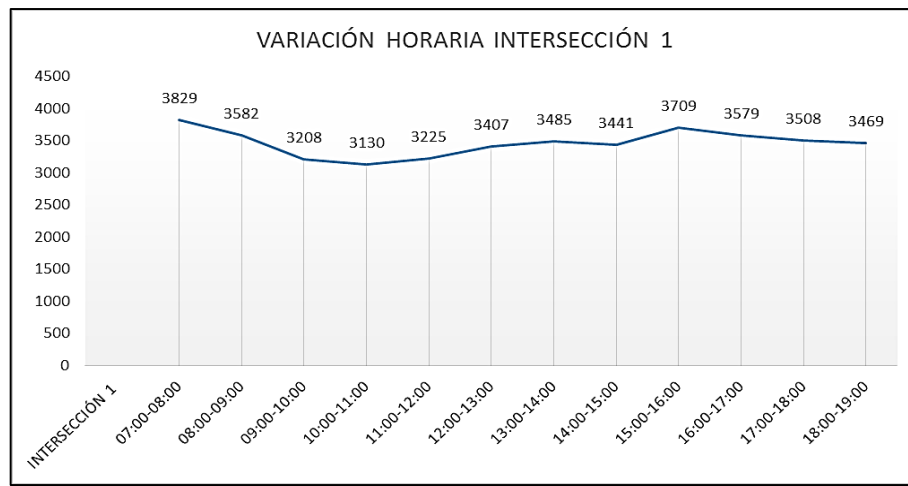


Figura 2.9 Variación horaria del flujo de la intersección 1

Fuente: Propia

### 2.2.2. Intersección número 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo

La intersección número 2 posee un tráfico promedio diario anual de 46335 vehículos, dicha intersección contiene cuatro pantallas, dos en la Av. Paseo de los Cañaris y dos en la Av. Pumapungo.

#### 2.2.2.1. Accesos

Las pantallas establecidas son las siguientes:

Pantalla 5: Av. Paraíso S-N (puente), es la que mayor número de vehículos aporta a la intersección con un 49%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.10.



Figura 2.10 Pantalla 5 en intersección 2

Fuente: Propia

Pantalla 6: Av. Pumapungo E-O, aporta a la intersección con un 13%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.11.



**Figura 2.11 Pantalla 6 en intersección 2**

**Fuente: Propia**

Pantalla 7: Av. Paseo de los Cañaris, aporta a la intersección con un 32%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.12.



**Figura 2.12 Pantalla 7 en intersección 2**

**Fuente: Propia**



Pantalla 8: Av. Pumapungo O-E, aporta a la intersección con un 6%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.13.



Figura 2.13 Pantalla 8 en intersección 2

Fuente: Propia

A continuación en la figura 2.14 se detalla gráficamente el porcentaje que representa cada pantalla dentro de la intersección.

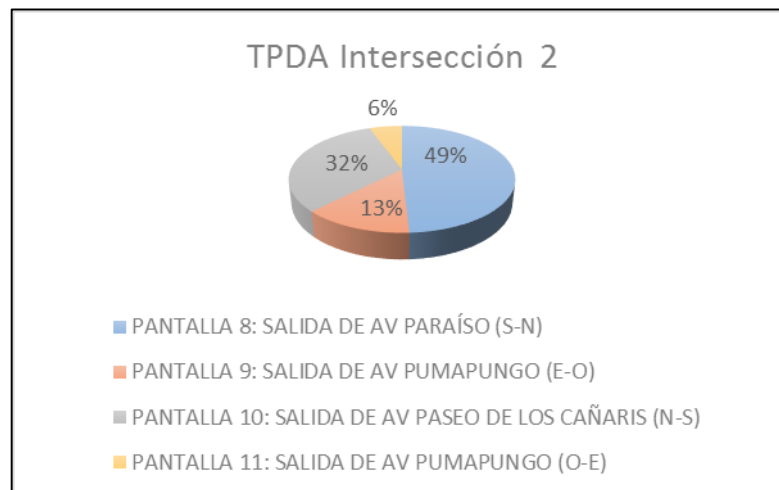


Figura 2.14 Porcentajes de las pantallas de la intersección 2

Fuente: Propia

**2.2.2.2. Salidas**

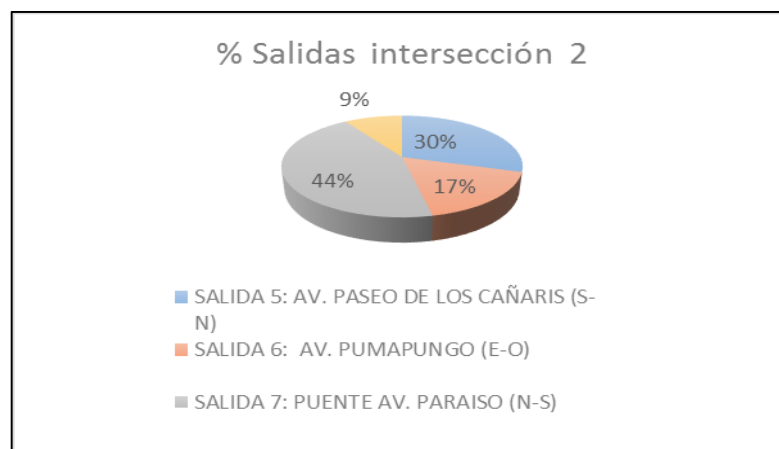
En la figura 2.15 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección.



**Figura 2.15 Salidas de la intersección 2**

**Fuente: Propia**

- La salida que prevalece con el mayor número de vehículos es la salida 7: Av. Paseo de los Cañaris S-N con un 44%
- La salida 5: Av. del Paraíso N-S con un 30%
- La salida 6: Av. Pumapungo E-O con un 17%
- La salida 8: Av. Pumapungo O-E con un 9%



**Figura 2.16 Porcentajes de las salidas de la intersección 2**

**Fuente: Propia**

2.2.2.3. Resultados

Tabla 2.10 Resultados generales de la pantalla 5

TPDA INTERSECCIÓN 2 AV. PUMAPUNGO Y AV. PASEO DE LOS CAÑARIS										
PANTALLA 5: SALIDA DE AV PARAÍSO (S-N)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:15-08:15					0.94	1620	10.00%	4.91%
	TARDE	16:45-17:45					0.98	1406	8.68%	4.26%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	17		12782	56.14%	27.59%				
	DERECHA	18		3765	16.54%	8.13%				
	IZQUIERDA	19		6045	26.55%	13.05%				
	U	20		175	0.77%	0.38%				
TOTAL				22767	100.00%	49.14%				

Fuente: Propia

Tabla 2.11 Resultados generales de la pantalla 6

TPDA INTERSECCIÓN 2 AV. PUMAPUNGO Y AV. PASEO DE LOS CAÑARIS										
PANTALLA 6: SALIDA DE AV PUMAPUNGO (E-O)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	7:00-8:00					0.82	426	9.72%	1.29%
	TARDE	12:15-13:15					0.81	508	11.60%	1.54%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	21		842	13.65%	1.82%				
	DERECHA	22		496	8.04%	1.07%				
	IZQUIERDA	23		4820	78.16%	10.40%				
	U	24		9	0.15%	0.02%				
TOTAL				6167	100.00%	13.31%				

Fuente: Propia

**Tabla 2.12 Resultados generales de la pantalla 7**

TPDA INTERSECCIÓN 2 AV. PUMAPUNGO Y AV. PASEO DE LOS CAÑARIS										
PANTALLA 7: SALIDA DE AV PASEO DE LOS CAÑARIS (N-S)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:45-08:45					0.78	949	9.00%	2.88%
	TARDE	15:15-16:15					0.94	995	9.44%	3.02%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	25		13730	92.70%	29.63%				
	DERECHA	26		756	5.10%	1.63%				
	IZQUIERDA	27		175	1.18%	0.38%				
	U	28		151	1.02%	0.33%				
TOTAL				14812	100.00%	31.97%				

Fuente: Propia

**Tabla 2.13 Resultados generales de la pantalla 8**

TPDA INTERSECCIÓN 2 AV. PUMAPUNGO Y AV. PASEO DE LOS CAÑARIS										
PANTALLA 8: SALIDA DE AV PUMAPUNGO (O-E)										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:00-08:00					0.69	174	9.45%	0.53%
	TARDE	18:00-19:00					0.81	210	11.40%	0.64%
GIROS (TPDA)	GIRO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	FRONTAL	29		374	14.45%	0.81%				
	DERECHA	30		1696	65.51%	3.66%				
	IZQUIERDA	31		315	12.17%	0.68%				
	U	32		204	7.88%	0.44%				
TOTAL				2589	100.00%	5.59%				

Fuente: Propia

**Tabla 2.14 Resultados generales de las salidas intersección 2**

SALIDA 5: AV. PASEO DE LOS CAÑARIS (S-N)				SALIDA 6: AV. PUMAPUNGO (E-O)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)	FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 17	12782	93,00%	27,59%	FLUJO 19	6045	77,04%	13,05%
FLUJO 22	496	3,61%	1,07%	FLUJO 21	842	10,73%	1,82%
FLUJO 28	151	1,10%	0,33%	FLUJO 26	756	9,63%	1,63%
FLUJO 31	315	2,29%	0,68%	FLUJO 32	204	2,60%	0,44%
TOTAL	13744	100,00%	29,66%	TOTAL	7847	100,00%	16,94%

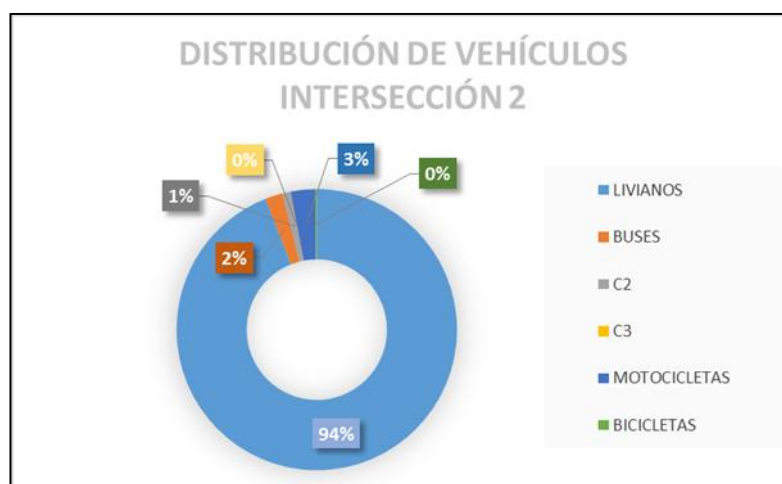
  

SALIDA 7: PUENTE AV. PARAISO (N-S)				SALIDA 8: AV. PUMAPUNGO (O-E)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)	FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 20	175	0,86%	0,38%	FLUJO 18	3765	87,09%	8,13%
FLUJO 23	4820	23,60%	10,40%	FLUJO 24	9	0,21%	0,02%
FLUJO 25	13730	67,23%	29,63%	FLUJO 27	175	4,05%	0,38%
FLUJO 30	1696	8,31%	3,66%	FLUJO 29	374	8,65%	0,81%
TOTAL	20421	100,00%	44,07%	TOTAL	4323	100,00%	9,33%

Fuente: Propia

**2.2.2.4. Composición del tráfico**

Como se puede apreciar en la figura 2.17, el tipo de vehículo liviano es el principal demandante dentro de la composición del tráfico de la intersección con el 94%, seguida por las motocicletas con el 3%, los buses con el 2%, finalmente los camiones tipo C2 con el 1%.



**Figura 2.17 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 2**

Fuente: Propia

### 2.2.2.5. Variación horaria del flujo en la intersección

El lapso del estudio del comportamiento vehicular fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo de la intersección empieza con 3104 vehículos entre las 7h00 y 8h00, luego sufre una baja entre las 8h00 y 11h00, para luego ascender llegando a un pico de 2828 vehículos entre las 12h30 y 13h00, ocurriendo una baja a 2544 vehículos entre las 14h00 y 15h00, de 17h00 a 18h00 existe un ascenso de flujo en la intersección que llega a 2881 vehículos y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo desciende a 2798 vehículos. Como se indica en la figura 2.18.

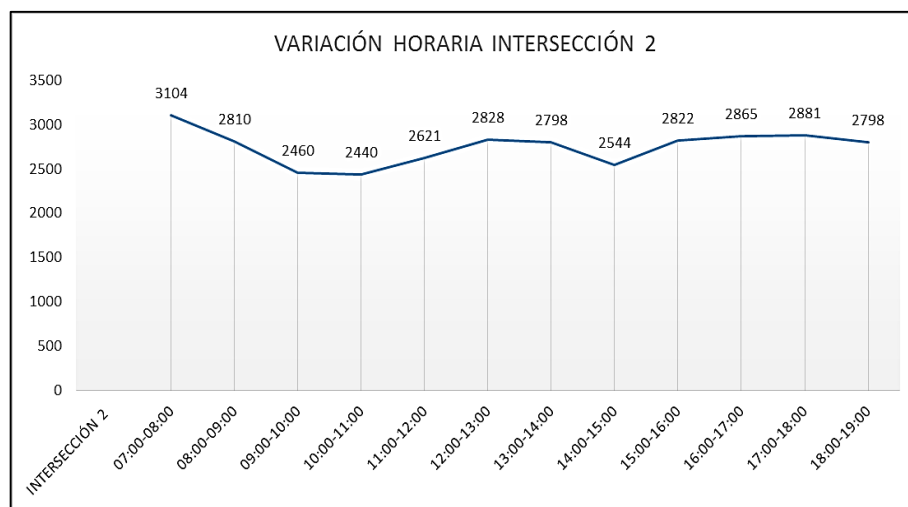


Figura 2.18 Variación horaria del flujo de la intersección 2

Fuente: Propia

### 2.2.3. Intersección número 3: Av. Paraíso y Del Arupo

La intersección número 3 posee un tráfico promedio diario anual de 39364 vehículos, dicha intersección contiene tres pantallas una en la calle Del Arupo, una en la Av. Paraíso N-S y una en la Av. Paraíso S-N.

#### 2.2.3.1. Accesos

Las pantallas establecidas son las siguientes:

Pantalla 9: Av. Paraíso E-N, es la que mayor número de vehículos aporta a la intersección con un 44%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.19.



Figura 2.19 Pantalla 9 en intersección 3

Fuente: Propia

Pantalla 10: Av. Paraíso N-E, aporta a la intersección con un 17%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.20.



**Figura 2.20 Pantalla 10 en intersección 3**

**Fuente: Propia**

Pantalla 11: Av. Paraíso S-N, aporta a la intersección con un 39%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.21.



**Figura 2.21 Pantalla 11 en intersección 3**

**Fuente: Propia**



A continuación en la figura 2.22 se detalla gráficamente el porcentaje que representa cada pantalla dentro de la intersección.

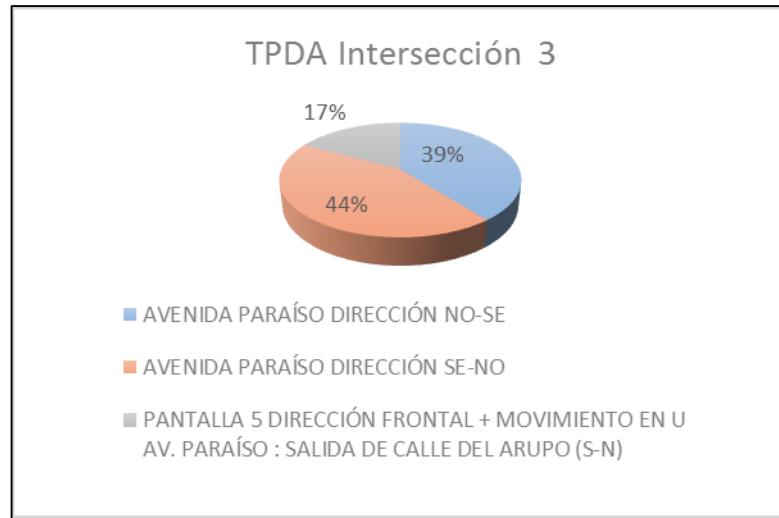


Figura 2.22 Porcentajes de las pantallas de la intersección 3

Fuente: Propia

2.2.3.2. Salidas

En la figura 2.23 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección.



Figura 2.23 Salidas de la intersección 3

Fuente: Propia

- La salida que prevalece con el mayor número de vehículos es la salida 10: Av. Del Paraíso S-N con un 61%.
- La salida 9: Av. del Paraíso O-E con un 39%.

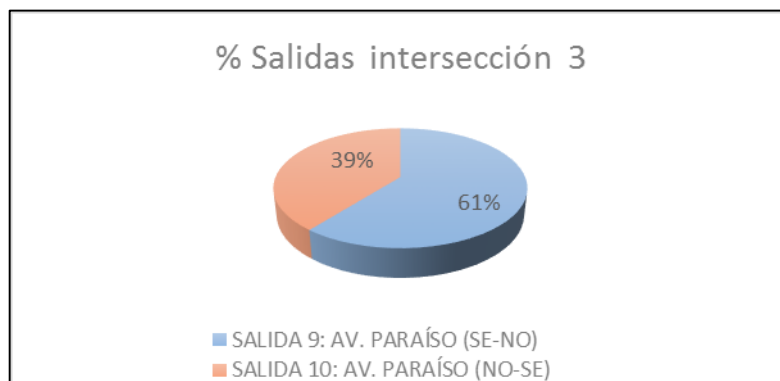


Figura 2.24 Porcentajes de las salidas de la intersección 3

Fuente: Propia

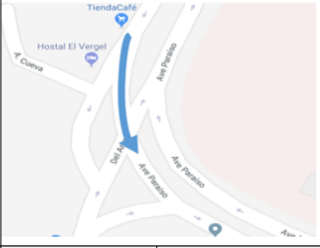
### 2.2.3.3. Resultados

Tabla 2.15 Resultados generales de la pantalla 9

TPDA INTERSECCIÓN 3 AV. PARAÍSO Y DEL ARUPO										
PANTALLA 9 :AVENIDA PARAÍSO DIRECCIÓN E-N										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	7:00-8:00					0.92	1318	10.79%	4.71%
	TARDE	14:30-15:30					0.97	1034	8.46%	3.69%
GIROS (TPDA)	SENTIDO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	E-N	33		17165	100.00%	43.61%				
TOTAL				17165	100.00%	43.61%				

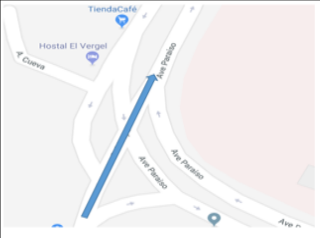

Fuente: Propia

**Tabla 2.16 Resultados generales de la pantalla 10**

TPDA INTERSECCIÓN 3 AV. PARAÍSO Y DEL ARUPO						
PANTALLA 10: AVENIDA PARAÍSO DIRECCIÓN N-E						
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)
	MAÑANA	07:00-08:00				
	TARDE	13:00-14:00	0.88	1162	10.55%	4.15%
GIROS (TPDA)	SENTIDO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
	N-E	34		15468	100.00%	39.29%
TOTAL				15468	100.00%	39.29%

Fuente: Propia

**Tabla 2.17 Resultados generales de la pantalla 11**

TPDA INTERSECCIÓN 3 AV. PARAÍSO Y DEL ARUPO						
PANTALLA 11 DIRECCIÓN FRONTAL + MOVIMIENTO EN U AV. PARAÍSO : SALIDA DE CALLE DEL ARUPO (S-N)						
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)
	MAÑANA	09:30-10:30				
	TARDE	14:45-15:45	0.98	492	10.33%	1.76%
GIROS (TPDA)	SENTIDO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
	S-N	35		6731	100.00%	17.10%
TOTAL				6731	100.00%	17.10%

Fuente: Propia

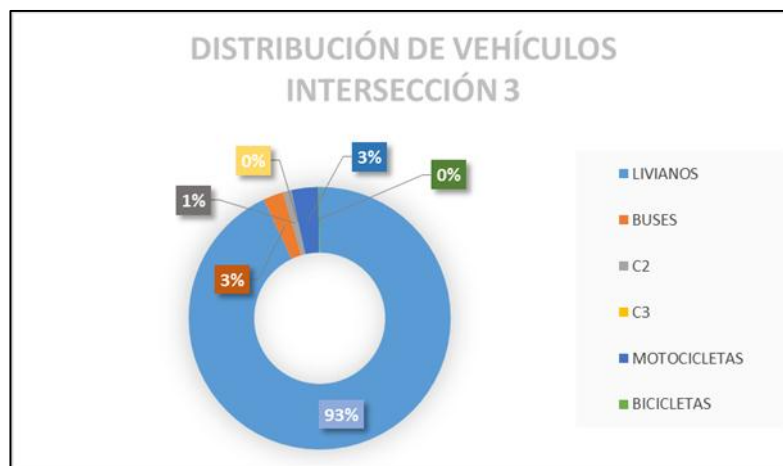
**Tabla 2.18 Resultados generales de las salidas intersección 3**

SALIDA 9: AV. PARAÍSO (SE-NO)				SALIDA 10: AV. PARAÍSO (NO-SE)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)	FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 34	17165	71,83%	43,61%	FLUJO 33	15468	100,00%	39,29%
FLUJO 35	6051	25,32%	15,37%				
FLUJO 36	680	2,85%	1,73%				
TOTAL	23896	100,00%	60,71%	TOTAL	15468	100,00%	39,29%

Fuente: Propia

**2.2.3.4. Composición del tráfico**

Como se puede apreciar en la figura 2.25, el tipo de vehículo liviano es el principal demandante dentro de la composición del tráfico de la intersección con el 93%, seguida por las motocicletas con el 3%, los buses con el 3%, finalmente los camiones tipo C2 con el 1%.



**Figura 2.25 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 3**

Fuente: Propia

**2.2.3.5. Variación horaria del flujo en la intersección**

El lapso del estudio del comportamiento vehicular fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo de la intersección empieza con 2725 vehículos entre las 7h00 y 8h00, luego sufre una baja entre las 8h00 y 12h00, para luego ascender llegando a un pico de 2393 vehículos entre las 13h00 y 14h00, ocurriendo una baja a 2224 vehículos entre las 14h00 y 15h00 y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo asciende a 2464 vehículos. Como se indica en la figura 2.26.

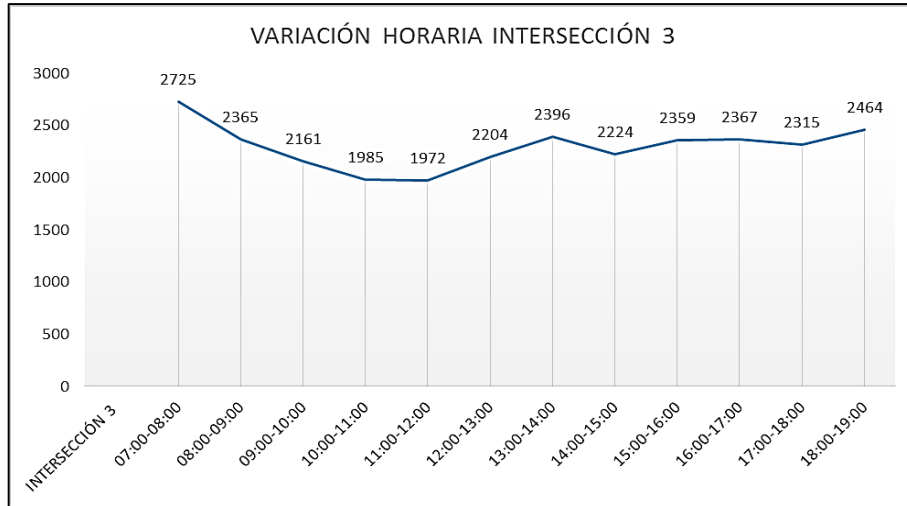


Figura 2.26 Variación horaria del flujo de la intersección 3

Fuente: Propia

**2.2.4. Intersección número 4: Del Arupo y Av. Paraíso**

La intersección número 4 posee un tráfico promedio anual de 17212 vehículos, dicha intersección contiene dos pantallas una en la calle Del Arupo S-E y una en la Av. Paraíso N-E.

**2.2.4.1. Accesos**

Las pantallas establecidas son las siguientes:

Pantalla 12: Del Arupo S-E, aporta a la intersección con un 10%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.27.



Figura 2.27 Pantalla 12 en intersección 4

Fuente: Propia

Pantalla 13: Av. Paraíso N-E, es la que mayor número de vehículos aporta a la intersección con un 90%. Su ubicación se encuentra indicada en la figura 2.28.



Figura 2.28 Pantalla 13 en intersección 4

Fuente: Propia

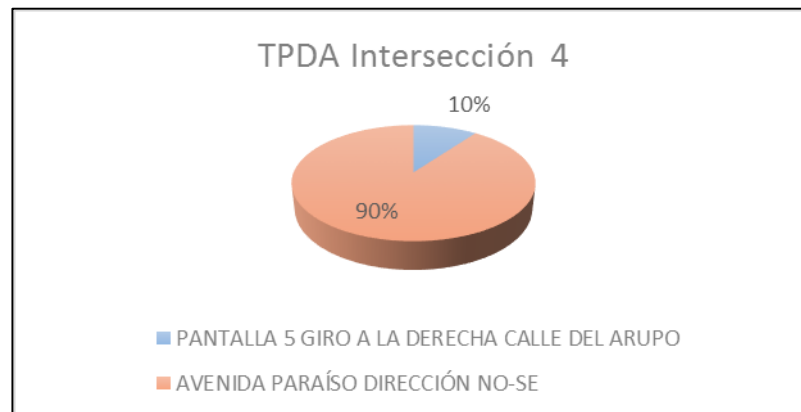


Figura 2.29 Porcentajes de las pantallas de la intersección 4

Fuente: Propia

### 2.2.4.2. Salidas

En la figura 2.30 se puede observar la ubicación de las salidas existentes en la intersección.



Figura 2.30 Salidas de la intersección 4

Fuente: Propia

- La salida 9: Av. del Paraíso O-E con un 100%.

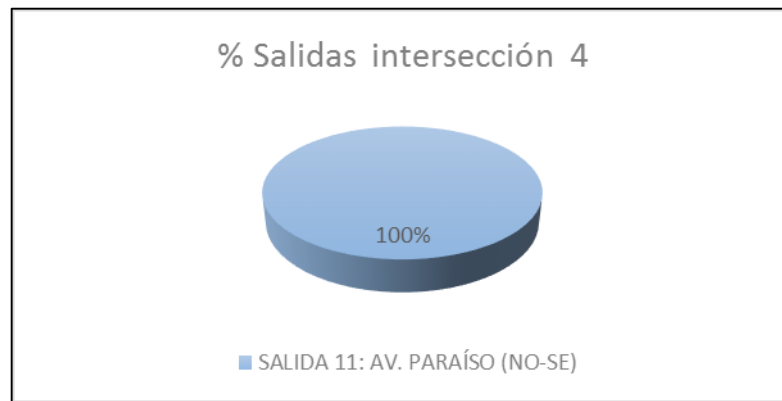



Figura 2.31 Porcentajes de las salidas de la intersección 4

Fuente: Propia


2.2.4.3. Resultados

Tabla 2.19 Resultados generales de la pantalla 12

TPDA INTERSECCIÓN 4 AV. PARÁISO Y DEL ARUPO (GIRO DERECHA)										
PANTALLA 12: CALLE DEL ARUPO DIRECCIÓN S-E										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	07:00-08:00					0.48	174	14.02%	1.42%
	TARDE	13:15-14:15					0.67	201	16.20%	1.64%
GIROS (TPDA)	SENTIDO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	S-E	36		1744	100.00%	10.13%				
TOTAL				1744	100.00%	10.13%				

Fuente: Propia

Tabla 2.20 Resultados generales de la pantalla 13

TPDA INTERSECCIÓN 4 AV. PARÁISO Y DEL ARUPO (GIRO DERECHA)										
PANTALLA 13 : AVENIDA PARÁISO DIRECCIÓN N-E										
TPDA MÁXIMA DEMANDA	HMD(HORA DE MÁXIMA DEMANDA)		FHP	TRÁFICO OBSERVADO	%TRÁFICO OBSERVADO (PANTALLA)	%TRÁFICO OBSERVADO (INTERSECCIÓN)				
	MAÑANA	7:00-8:00					0.75	1080	9.81%	8.81%
	TARDE	13:00-14:00					0.88	1162	10.55%	9.48%
GIROS (TPDA)	SENTIDO	FLUJO		TPDA	%TPDA (PANTALLA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)				
	N-E	37		15468	100.00%	89.87%				
TOTAL				15468	100.00%	89.87%				

Fuente: Propia



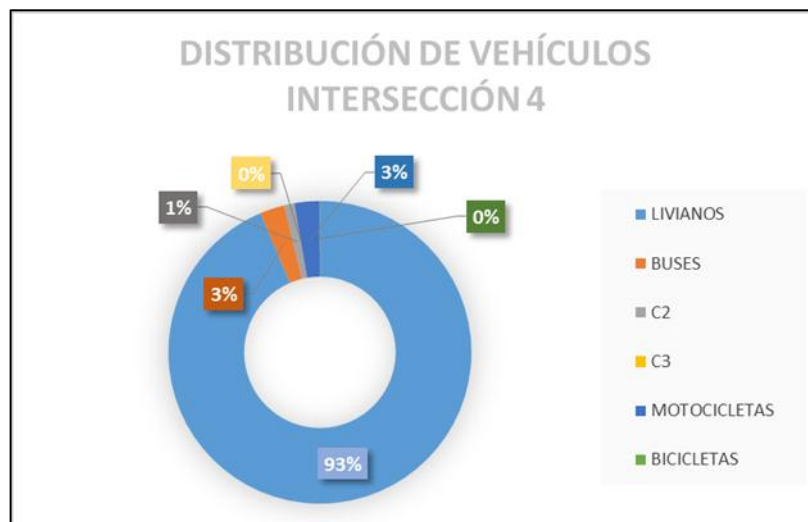
**Tabla 2.21 Resultados generales de la salida intersección 4**

SALIDA 11: AV. PARAÍSO (NO-SE)			
FLUJOS DE SALIDA	TPDA	%TPDA (SALIDA)	%TPDA (INTERSECCIÓN)
FLUJO 33	15468	89,87%	89,87%
FLUJO 37	1744	10,13%	10,13%
TOTAL	17212	100,00%	100,00%

**Fuente: Propia**

**2.2.4.4. Composición del tráfico**

Como se puede apreciar en la figura 2.32, el tipo de vehículo liviano es el principal demandante dentro de la composición del tráfico de la intersección con el 93%, seguida por las motocicletas con el 3%, los buses con el 3%, finalmente los camiones tipo C2 con el 1%.

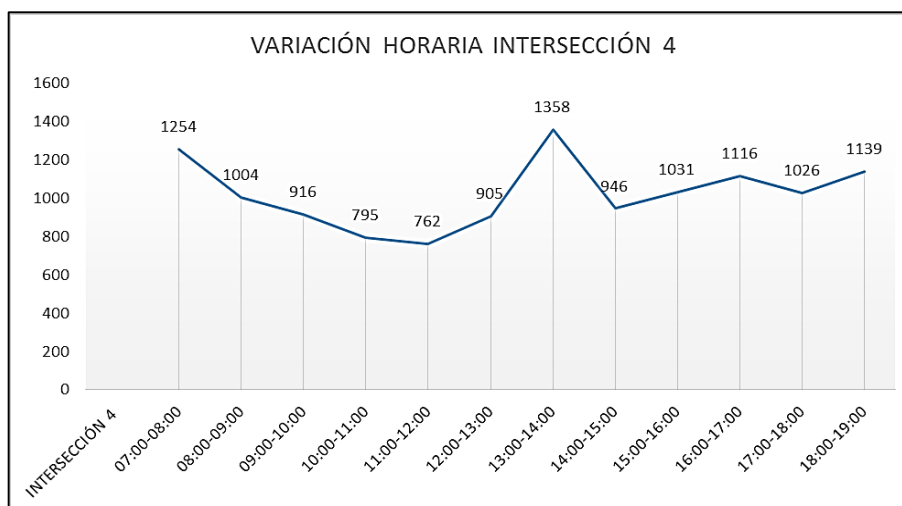


**Figura 2.32 Porcentajes de la composición del tráfico de la intersección 3**

**Fuente: Propia**

**2.2.4.5. Variación horaria del flujo en la intersección**

El lapso del estudio del comportamiento vehicular fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo de la intersección empieza con 1254 vehículos entre las 7h00 y 8h00, luego sufre una baja entre las 8h00 y 12h00, para luego ascender llegando a un pico de 1358 vehículos entre las 13h00 y 14h00, ocurriendo una baja a 946 vehículos entre las 14h00 y 15h00, y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo asciende a 1139 vehículos. Como se indica en la figura 2.33.



**Figura 2.33 Variación horaria del flujo de la intersección 4**

**Fuente: Propia**

### 2.2.5. Conteo peatonal en intersecciones

El conteo peatonal se realizó en los puntos donde mayor conflicto entre peatones y vehículos existe, estos son:

1. Cruce peatonal 1: en intersección 1 hacia Hospital Regional Vicente Corral Moscoso N-S y S-N.
2. Cruce peatonal 2: en intersección 1 hacia Hospital Regional Vicente Corral Moscoso E-O y O-E.
3. Cruce peatonal 3: previo al ingreso al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso.
4. Cruce peatonal 4: posterior al ingreso al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso.
5. Ingreso peatonal al Hospital Vicente Corral Moscoso.

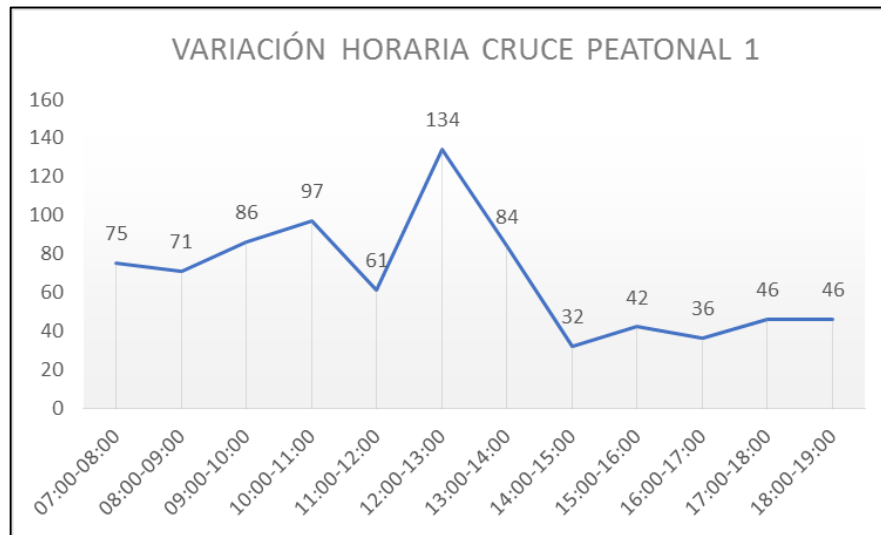
Se realizó el conteo en períodos de 5 minutos la misma fecha y en el mismo horario en el que se realizó el conteo vehicular, obteniendo los siguientes resultados:

#### 2.2.5.1. Cruce peatonal 1: en intersección 1 hacia Hospital Regional Vicente Corral Moscoso N-S y S-N

Los datos de los peatones existentes en esta pantalla, tomando en cuenta que el sentido 1 es el movimiento de Norte a Sur, es decir los peatones que se dirigen al Hospital Regional y el sentido 2 es el movimiento de Sur a Norte, se encuentran en el anexo 2.

### 2.2.5.1.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal

El lapso del estudio del comportamiento peatonal fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo del cruce peatonal empieza con 75 peatones entre las 7h00 y 8h00, luego sufre una baja entre las 8h00 y 9h00, para luego ascender llegando a un pico de 97 peatones entre las 10h00 y 11h00, ocurriendo una baja a 61 peatones entre las 11h00 y 12h00, para luego ascender nuevamente llegando a un pico de 134 peatones entre las 12h00 y 13h00, ocurriendo una baja a 32 peatones entre las 14h00 y 15h00, y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo asciende a 46 peatones. Como se indica en la figura 2.34.



**Figura 2.34 Variación horaria del cruce peatonal 1**

### 2.2.5.2. Cruce peatonal 2: en intersección 1 hacia Hospital Regional Vicente Corral Moscoso E-O y O-E.

Los datos de los peatones existentes en esta pantalla, tomando en cuenta que el sentido 1 es el movimiento de ESTE a OESTE, es decir los peatones que se dirigen al Hospital Regional y el sentido 2 es el movimiento de OESTE a ESTE, se pueden observar detalladamente en el anexo 2.

### 2.2.5.2.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal

El lapso del estudio del comportamiento peatonal fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo del cruce peatonal empieza con 303 peatones entre las 7h00 y 8h00, luego asciende llegando a un pico de 481 peatones entre las 9h00 y 10h00, y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo desciende a 130 peatones. Como se indica en la figura 2.35.

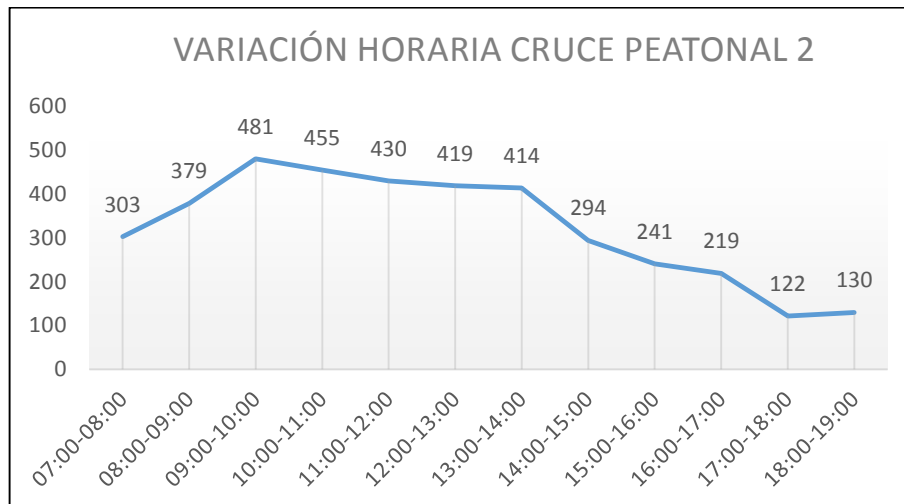


Figura 2.35 Variación horaria del cruce peatonal 2

Fuente: Propia

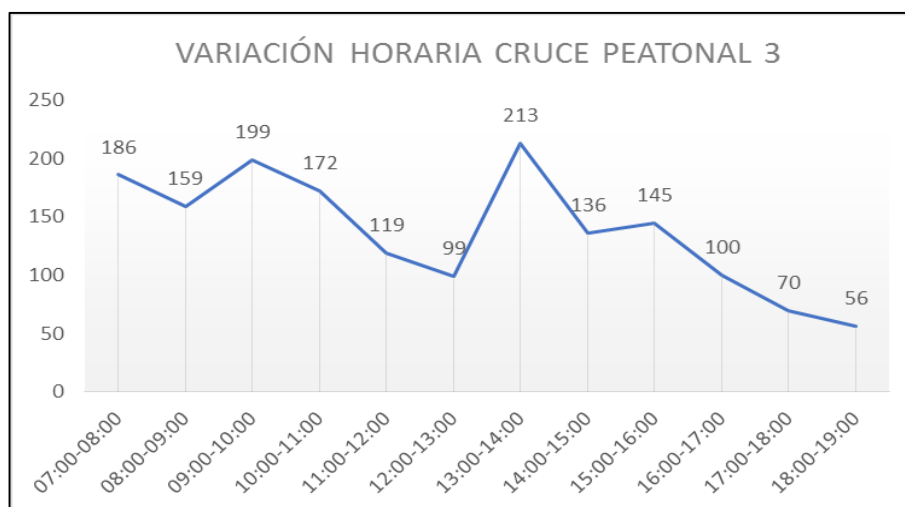
### 2.2.5.3. Cruce peatonal 3: previo al ingreso al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso

Los datos de los peatones existentes en esta pantalla, tomando en cuenta que el sentido 1 es el movimiento de ESTE a OESTE, es decir los peatones que se dirigen al Hospital Regional y el sentido 2 es el movimiento de OESTE a ESTE, se pueden observar detalladamente en el anexo 2.

#### 2.2.5.3.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal

El lapso del estudio del comportamiento peatonal fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo del cruce peatonal empieza con 186 peatones entre las 7h00 y 8h00, luego sufre una baja entre las 8h00 y 9h00, para luego ascender llegando a un pico de 199 peatones entre las 9h00 y 10h00, ocurriendo una baja a 99 peatones entre las 12h00 y 13h00, para luego ascender nuevamente llegando a un pico

de 213 peatones entre las 13h00 y 14h00, y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo desciende a 56 peatones. Como se indica en la figura 2.36.



**Figura 2.36 Variación horaria del cruce peatonal 3**

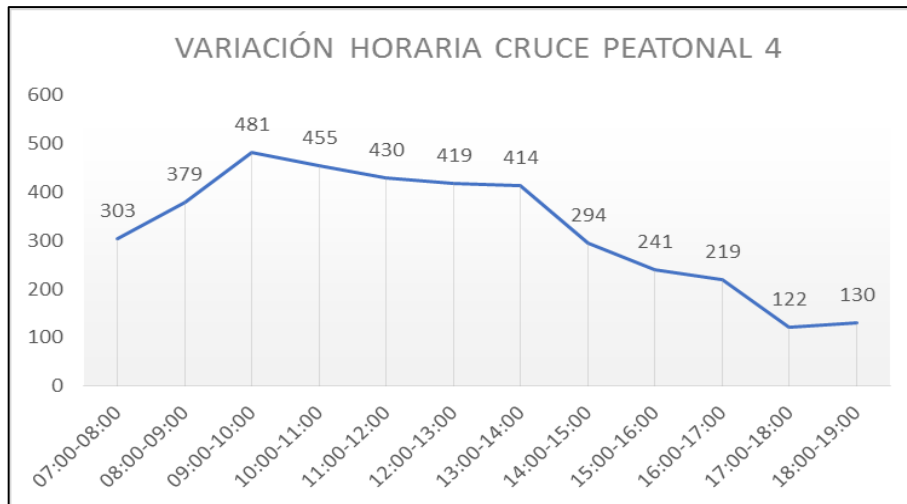
**Fuente: Propia**

#### **2.2.5.4. Cruce peatonal 4: posterior al ingreso al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso**

Los datos de los peatones existentes en esta pantalla, tomando en cuenta que el sentido 1 es el movimiento de ESTE a OESTE, es decir los peatones que se dirigen al Hospital Regional y el sentido 2 es el movimiento de OESTE a ESTE, se encuentran detallados en el anexo 2.

##### **2.2.5.4.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal**

El lapso del estudio del comportamiento peatonal fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo del cruce peatonal empieza con 303 peatones entre las 7h00 y 8h00, luego asciende para llegar a un pico de 481 peatones entre las 9h00 y 10h00, ocurriendo una baja a 122 peatones entre las 17h00 y 18h00, finalmente para el período de 18h00 a 19h00 asciende llegando a un pico de 130 peatones. Como se indica en la figura 2.37.



**Figura 2.37 Variación horaria del cruce peatonal 4**

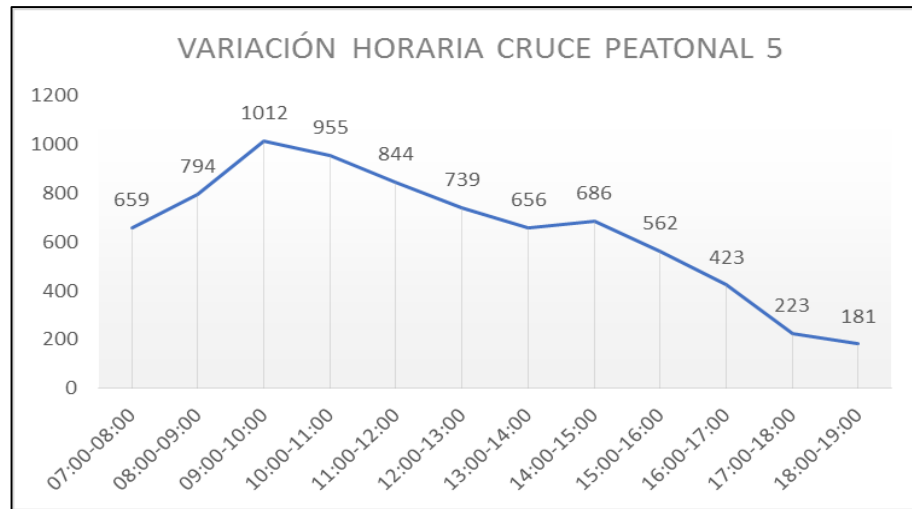
**Fuente: Propia**

### **2.2.5.5. Cruce peatonal 5: Ingreso peatonal al Hospital Vicente Corral Moscoso**

Los datos de los peatones existentes en esta pantalla, tomando en cuenta que el sentido 1 es el movimiento de ESTE a OESTE, es decir los peatones que ingresan al Hospital Regional y el sentido 2 es el movimiento de OESTE a ESTE, es decir los que salen del hospital, se encuentran detallados en el anexo 2.

#### **2.2.5.5.1. Variación horaria del flujo en el cruce peatonal**

El lapso del estudio del comportamiento peatonal fue a partir de las 7h00 hasta las 19h00, la variación total del flujo del cruce peatonal empieza con 659 peatones entre las 7h00 y 8h00, para luego ascender llegando a un pico de 1012 peatones entre las 9h00 y 10h00, ocurriendo una baja a 656 peatones entre las 13h00 y 14h00, para luego ascender nuevamente llegando a un pico de 686 peatones entre las 14h00 y 15h00, y finalmente para el período de 18h00 a 19h00 el flujo desciende a 181 peatones. Como se indica en la figura 2.38.



**Figura 2.38 Variación horaria del cruce peatonal 5**

**Fuente: Propia**

### **2.2.6. Determinación de la hora de máxima demanda**

El software AIMSUN 8.1 realiza la simulación para la HORA DE MÁXIMA DEMANDA, la cual fue determinada con el flujo vehicular existente en toda la red analizada. Los resultados indican que la hora de mayor demanda vehicular y de un mayor conflicto operacional es de 07:00 a 8:00 horas. Por lo cual para el desarrollo del presente trabajo se ha tomado este período de tiempo.

Los detalles de los datos de donde se determinó la hora de máxima demanda se encuentran en el anexo 3.

## CAPÍTULO 3

### 3. MODELACIÓN Y PROPUESTAS

#### 3.1. Diseño de la red

Para la modelación de la red analizada en el software AIMSUN se ha utilizado como referencia la ortofoto (figura 3.3) realizada con la ayuda de un Dron "DJI Inspire 2" proporcionado por el área de investigación de la facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay como se puede observar en las figuras 3.1 y 3.2. Sobre la cual se ha trazado la geometría de las vías, intersecciones, redondeles y pasos peatonales de la forma más precisa posible debido a que el software se basa en la geometría de la vía para el análisis del comportamiento del tráfico existente. De la misma manera se ha asignado la señalización existente en cada punto para analizar con precisión el comportamiento de todos los vehículos de la red.

Todos los resultados obtenidos en la simulación están en base a las condiciones existentes en la hora de máxima demanda, en este caso de 7:00 am a 8:00 am.



Figura 3.1 Proceso de obtención de ortofoto con Dron

Fuente: Propia



Figura 3.2 Dron DJI Inspire 2

Fuente: Propia





**Figura 3.3 Levantamiento topográfico de la zona de estudio**

**Fuente: Dron DJI Inspire 2**



**Figura 3.4 Diseño de Red**

**Fuente: AIMSUN**

### 3.2. Calibración del modelo

Luego de la creación de la red y con la información que se obtuvo en campo como: número de vehículos, porcentajes de giros, velocidades, número de peatones, tiempos de semáforos, etcétera; se da paso a la ejecución de un escenario dinámico, conformado por 5 replicaciones diferentes, de las cuales con la media aritmética obtenida se elaborarán los resultados.

Para asegurar que la información que se ha generado con ayuda del software tenga un alto grado de confiabilidad, se crean detectores en puntos clave de la red, donde se cargan datos reales obtenidos en campo con el fin de su comparación con los datos del modelo. Esta calibración se realiza de 3 maneras:

a. De manera gráfica

Aquí se compara los flujos existentes contados en campo en la hora de máxima demanda con los datos simulados por medio de cuatro detectores ubicados en lugares específicos que permitan la validación de información de forma certera.

DP8 ubicado en la pantalla 5 es decir en el puente con dirección S-N sobre la Av. Paseo de los Cañaris.

DP2 ubicado en la pantalla 2 es decir en la Av. Paraíso con sentido E-O ingresando a la intersección 1.

DP1 ubicado en la pantalla 1 es decir en la Av. Paraíso con sentido S-N ingresando a la intersección 1.

DP6 ubicado en la Av. Paraíso con sentido O-E saliendo de la intersección 4.

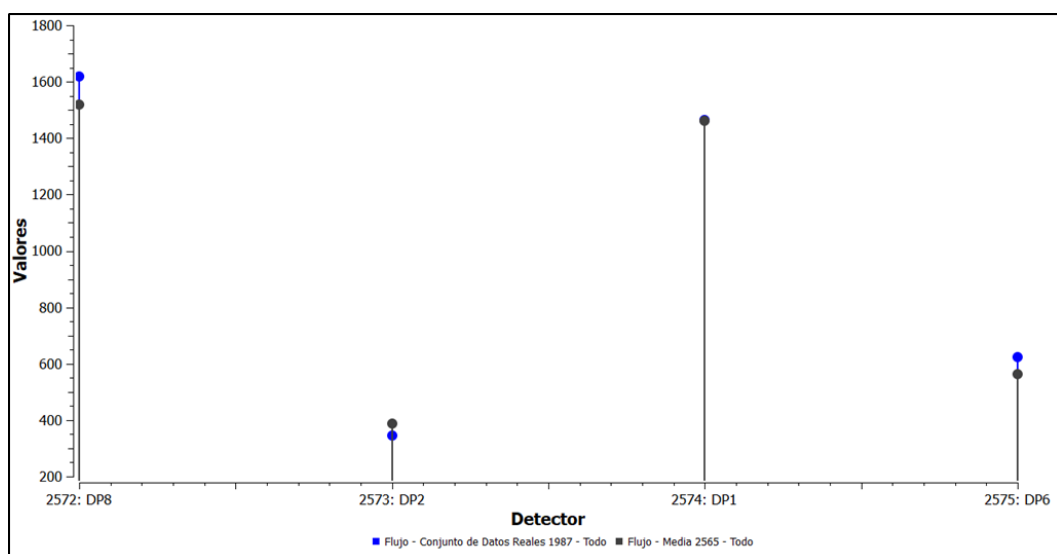
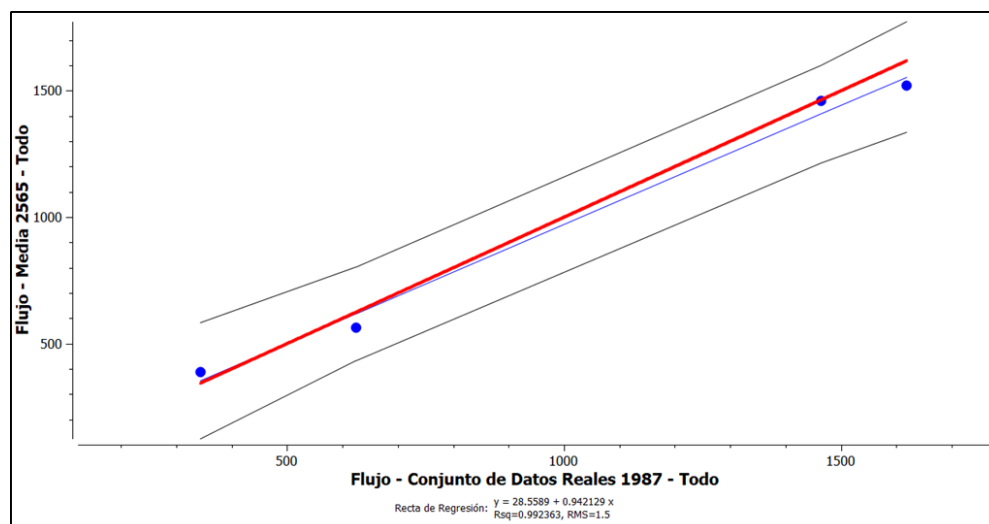


Figura 3.5 Validación de datos reales con gráfica lineal

Fuente: AIMSUN

## b. Como regresión Lineal

De igual forma es una comparación de datos reales vs datos simulados, pero utilizando una regresión de tipo lineal, donde necesariamente el coeficiente de ajuste debe ser mayor a 0.95 ratificando que la simulación se asemeja fiablemente a la realidad.



**Figura 3.6 Validación con línea de regresión**

Fuente: AIMSUN

## c. De manera estadística

Mediante el cálculo del estadístico GEH, la herramienta informática Aimsun calcula automáticamente la diferencia absoluta y relativa de cada par de valores para así analizar las desviaciones en cada uno de los detectores de ajuste, al cumplirse con los parámetros establecidos, se considera que el modelo está perfectamente bien calibrado, y refleja las condiciones operacionales del viario en estudio (Chavez Araujo & Cubides Alvarez, 2018).

**Tabla 3.1 Calibración GEH**

Objeto	Flujo - Conjunto de Datos Reales 1987 - Todo	Flujo - Media 2565 - Todo	Diferencia Absoluta	Diferencia Relativa (%)	GEH
2575: DP6	624	562,8	-61,2	-9,80769	2,51234
2574: DP1	1464	1459,8	-4,2	-0,286885	0,109848
2573: DP2	344	388,2	44,2	12,8488	2,31006
2572: DP8	1619	1520	-99	-6,11489	2,49893
<b>Media</b>	<b>1012,75</b>	<b>982,7</b>	<b>-30,05</b>	<b>-2,96717</b>	<b>1,85779</b>

Fuente: AIMSUN

Tabla 3.2 Resultados finales del análisis de la red

Serie Temporal	Valor	Desviación Estándar	Unidades
Cola Media - Todo	115,95	21,75	veh
Cola Media - Bus	5,34	0,86	veh
Cola Media - Coche	68,91	9,49	veh
Cola Media - Peatón	38,42	11,89	veh
Cola Media - Motocicletas	3,31	0,74	veh
Cola Virtual Máxima - Todo	198,4	100,58	veh
Cola Virtual Máxima - Bus	5,6	1,14	veh
Cola Virtual Máxima - Coche	125,6	78,25	veh
Cola Virtual Máxima - Peatón	66,6	40,71	veh
Cola Virtual Máxima - Motocicletas	9,8	5,07	veh
Cola Virtual Media - Todo	84,83	39,98	veh
Cola Virtual Media - Bus	1,58	0,4	veh
Cola Virtual Media - Coche	54,91	32,78	veh
Cola Virtual Media - Peatón	24,28	21,37	veh
Cola Virtual Media - Motocicletas	4,1	2,76	veh
Contaje de Entrada - Todo	5070,2	ND	veh
Contaje de Entrada - Bus	159,6	ND	veh
Contaje de Entrada - Coche	4141,4	ND	veh
Contaje de Entrada - Peatón	646	ND	veh
Contaje de Entrada - Motocicletas	123,2	ND	veh
Densidad - Todo	22,36	2,54	veh/km
Densidad - Bus	1,01	0,1	veh/km
Densidad - Coche	15,98	1,24	veh/km
Densidad - Peatón	4,52	1,26	veh/km
Densidad - Motocicletas	0,86	0,1	veh/km
Distancia Total de Viaje - Todo	2799,48	70,84	km
Distancia Total de Viaje - Bus	108,52	2,99	km
Distancia Total de Viaje - Coche	2524,63	55,84	km
Distancia Total de Viaje - Peatón	22,8	1,85	km
Distancia Total de Viaje - Motocicletas	143,51	14,35	km
Flujo - Todo	5007,4	171,86	veh/h
Flujo - Bus	154,8	5,12	veh/h
Flujo - Coche	4110,4	121,17	veh/h
Flujo - Peatón	620,4	50,99	veh/h
Flujo - Motocicletas	121,8	7,6	veh/h
Flujo de Entrada - Todo	5070,2	145,88	veh/h
Flujo de Entrada - Bus	159,6	4,16	veh/h
Flujo de Entrada - Coche	4141,4	104,18	veh/h
Flujo de Entrada - Peatón	646	43,24	veh/h
Flujo de Entrada - Motocicletas	123,2	7,85	veh/h
Giros Perdidos - Todo	6,4	1,95	

Giros Perdidos - Bus	0,8	1,3	
Giros Perdidos - Coche	4	1	
Giros Perdidos - Peatón	0	0	
Giros Perdidos - Motocicletas	1,6	0,55	
Número de Cambios de Carril - Todo	904,99	32,91	#/km
Número de Cambios de Carril - Bus	20,82	1,55	#/km
Número de Cambios de Carril - Coche	845,94	29,72	#/km
Número de Cambios de Carril - Peatón	0	0	#/km
Número de Cambios de Carril - Motocicletas	38,22	3,76	#/km
Número de Paradas - Todo	0,62	0,02	#/veh/km
Número de Paradas - Bus	0,52	0,03	#/veh/km
Número de Paradas - Coche	0,3	0,02	#/veh/km
Número de Paradas - Peatón	2,87	0,05	#/veh/km
Número de Paradas - Motocicletas	0,27	0,05	#/veh/km
Número Total de Cambios de Carril - Todo	8415	305,98	
Número Total de Cambios de Carril - Bus	193,6	14,43	
Número Total de Cambios de Carril - Coche	7866	276,33	
Número Total de Cambios de Carril - Peatón	0	0	
Número Total de Cambios de Carril - Motocic	355,4	34,93	
Número Total de Paradas - Todo	28933,22	1028,97	
Número Total de Paradas - Bus	745,54	41,48	
Número Total de Paradas - Coche	11330,5	640,02	
Número Total de Paradas - Peatón	16554,26	1174,37	
Número Total de Paradas - Motocicletas	302,91	67,47	
Tiempo de Demora - Todo	740,89	208,62	seg/km
Tiempo de Demora - Bus	164,04	30,17	seg/km
Tiempo de Demora - Coche	121,3	13,55	seg/km
Tiempo de Demora - Peatón	5111,88	1760,75	seg/km
Tiempo de Demora - Motocicletas	119,3	32,62	seg/km
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Todo	18,68	7	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Bus	8,67	5,15	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Coche	14,92	4,36	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Peatón	42,19	30,35	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Motocicle	38,32	14,76	sec
Tiempo de Parada - Todo	790,1	208,64	seg/km
Tiempo de Parada - Bus	139,93	29,22	seg/km
Tiempo de Parada - Coche	107,21	12,92	seg/km
Tiempo de Parada - Peatón	5610,61	1782,02	seg/km
Tiempo de Parada - Motocicletas	108,25	31,86	seg/km
Tiempo de Viaje - Todo	889,36	206,59	seg/km
Tiempo de Viaje - Bus	312,73	30,43	seg/km
Tiempo de Viaje - Coche	203,03	13,44	seg/km
Tiempo de Viaje - Peatón	5713,5	1761,7	seg/km
Tiempo de Viaje - Motocicletas	211,46	33,09	seg/km
Tiempo Total de Viaje - Todo	194,78	19,36	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	8,8	0,75	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	142,13	9,26	h
Tiempo Total de Viaje - Peatón	36,12	10,09	h

Tiempo Total de Viaje - Motocicletas	7,73	0,86	h
Vehículos Dentro - Todo	238,6	25,78	veh
Vehículos Dentro - Bus	10,8	1,64	veh
Vehículos Dentro - Coche	162,2	17,02	veh
Vehículos Dentro - Peatón	56	13,51	veh
Vehículos Dentro - Motocicletas	9,6	0,55	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Todo	198	100,18	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Bus	5	1	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Coche	118	81,52	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Peatón	66,2	40,92	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Motocicleta	8,8	6,38	veh
Vehículos Fuera - Todo	5007,4	171,86	veh
Vehículos Fuera - Bus	154,8	5,12	veh
Vehículos Fuera - Coche	4110,4	121,17	veh
Vehículos Fuera - Peatón	620,4	50,99	veh
Vehículos Fuera - Motocicletas	121,8	7,6	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Todo	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Bus	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Coche	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Peatón	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Motocicletas	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Todo	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Bus	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Coche	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Peatón	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Motocicletas	0	0	veh
Velocidad - Todo	24,75	0,81	km/h
Velocidad - Bus	16,72	1,18	km/h
Velocidad - Coche	28,47	1,01	km/h
Velocidad - Peatón	1,98	0,35	km/h
Velocidad - Motocicletas	25,37	1,6	km/h
Velocidad Harmónica - Todo	4,05	0	km/h
Velocidad Harmónica - Bus	11,51	0	km/h
Velocidad Harmónica - Coche	17,73	0	km/h
Velocidad Harmónica - Peatón	0,63	0	km/h
Velocidad Harmónica - Motocicletas	17,02	0	km/h

Fuente: AIMSUN

### 3.3. Respuestas de la simulación

La obtención de cada uno de los parámetros del tráfico existente se lo ha realizado con la ayuda del software AIMSUN 8.1, el mismo que se basa en las normas fijadas por el HCM 2010 (Highway Capacity Manual), Manual de Capacidad de carreteras de los Estados Unidos.

Los parámetros de tráfico que nos ha entregado la simulación se indican a continuación dividiéndose por intersecciones existentes dentro de la red:

#### 1. Intersección 1: Av. 12 de Abril y Av. Paraíso

**Tabla 3.3 Parámetros de tráfico intersección 1**

PARÁMETRO	ACCESOS			
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E
NIVEL DE SERVICIO	A	A	D	A
DEMORA	7,73	1,55	32,46	2,67
COLA	1,36	0,03	2,03	0,24
VELOCIDAD	17,10	32,19	14,33	28,59

Fuente: AIMSUN

#### 2. Intersección 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo

**Tabla 3.4 Parámetros de tráfico intersección 2**

PARÁMETRO	ACCESOS			
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A
DEMORA	1,39	10,42	4,17	3,25
COLA	0,14	0,49	0,25	0,12
VELOCIDAD	35,73	33,65	34,95	32,61

Fuente: AIMSUN

## 3. Intersección 3: Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)

Tabla 3.5 Parámetros de tráfico intersección 3

PARÁMETRO	ACCESOS			
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N
NIVEL DE SERVICIO	B	A	E	C
DEMORA	10,56	0,64	35,48	24,01
COLA	1,39	0,01	2,19	1,45
VELOCIDAD	39,46	25,72	5,96	12,16

Fuente: AIMSUN

## 4. Intersección 4: Av. Paraíso y Del Arupo (S-E)

Tabla 3.6 Parámetros de tráfico intersección 4

PARÁMETRO	ACCESOS	
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E
NIVEL DE SERVICIO	B	A
DEMORA	10,97	1,06
COLA	0,51	0,00
VELOCIDAD	19,77	33,10

Fuente: AIMSUN

**3.4. Prueba de proyecciones**

Para el análisis y comparación de escenarios que tiene lugar en los siguientes puntos de este capítulo se ha establecido 2 tipos de proyecciones de tránsito:

- A mediano plazo (5 años).
- A largo plazo (10 años).

Las proyecciones en cuanto a los vehículos tanto livianos como pesados se realizaron en base a la información existente en el PROGRAMA DE INVERSIÓN "MANTENIMIENTO POR NIVEL DE SERVICIO" del Ministerio de Transporte y



Obras Públicas; y en cuanto a los peatones, la proyección se fundamentó en los datos existentes en el INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos).

En las siguientes tablas se muestra el número de vehículos por cada uno de los ingresos a la red tanto en la actualidad como en proyección:

**Tabla 3.7 Proyección de tránsito vehículos livianos**

LIVIANOS				
INGRESOS	ACTUAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	MEDIANO PLAZO (5 años)	LARGO PLAZO (10 años)
Del Arupo O-N	494	4,77%	624	788
Av, 12 de Abril O-E	733	4,77%	926	1168
Av. Del Paraíso S-N	1500	4,77%	1894	2390
Pumapungo O-E	146	4,77%	185	233
Pumapungo E-O	426	4,77%	538	679
Paseo de los Cañaris N-S	840	4,77%	1061	1339
Calle Agustín Landivar S-N	51	4,77%	65	82
SALIDA HOSPITAL	46	4,77%	59	74

**Fuente: Propia**

**Tabla 3.8 Proyección de tránsito motocicletas**

MOTOCICLETAS				
INGRESOS	ACTUAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	MEDIANO PLAZO (5 años)	LARGO PLAZO (10 años)
Del Arupo O-N	23	4,77%	30	37
Av, 12 de Abril O-E	28	4,77%	36	45
Av. Del Paraíso S-N	49	4,77%	62	79
Pumapungo O-E	3	4,77%	4	5
Pumapungo E-O	0	4,77%	0	0
Paseo de los Cañaris N-S	29	4,77%	37	47
Calle Agustín Landivar S-N	0	4,77%	0	0
SALIDA HOSPITAL	0	4,77%	0	0

**Fuente: Propia**

**Tabla 3.9 Proyección de tránsito vehículos pesados**

PESADOS				
INGRESOS	ACTUAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	MEDIANO PLAZO (5 años)	LARGO PLAZO (10 años)
Del Arupo O-N	8	2,16%	9	10
Av, 12 de Abril O-E	7	2,16%	8	9
Av. Del Paraíso S-N	9	2,16%	11	12
Pumapungo O-E	0	2,16%	0	0
Pumapungo E-O	7	2,16%	8	9
Paseo de los Cañaris N-S	10	2,16%	12	13
Calle Agustín Landivar S-N	0	2,16%	0	0
SALIDA HOSPITAL	0	2,16%	0	0

**Fuente: Propia**

**Tabla 3.10 Proyección de tránsito buses**

BUSES				
INGRESOS	ACTUAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	MEDIANO PLAZO (5 años)	LARGO PLAZO (10 años)
Del Arupo O-N	7	3,29%	9	10
Av, 12 de Abril O-E	21	3,29%	25	30
Av. Del Paraíso S-N	29	3,29%	35	41
Pumapungo O-E	24	3,29%	29	34
Pumapungo E-O	1	3,29%	2	2
Paseo de los Cañaris N-S	4	3,29%	5	6
Calle Agustín Landivar S-N	0	3,29%	0	0
SALIDA HOSPITAL	0	3,29%	0	0

**Fuente: Propia****Tabla 3.11 Proyección de tránsito peatones**

PEATONES				
INGRESOS	ACTUAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	MEDIANO PLAZO (5 años)	LARGO PLAZO (10 años)
Salida Hospital	109	1,93%	120	132
Entrada Hospital	224	1,93%	247	272
Cruce parada de bus E-O	36	1,93%	40	44
Cruce parada de bus O-E	163	1,93%	180	198
Cruce redondel O-E	133	1,93%	147	162
Cruce redondel E-O	43	1,93%	48	53
	0	1,93%	0	0
	0	1,93%	0	0

**Fuente: Propia**

### 3.5. Prueba de alternativas

Con el fin de tener un punto de vista claro de las posibles soluciones de mejoramiento en cuanto a niveles de servicio que se le pueda dar a la red analizada, se plantea las siguientes alternativas de propuesta sobre las cuales se realizará un análisis comparativo de sus resultados simulados, elaborando una comparación de los tiempos de demora existentes en cada una de las intersecciones.

#### 1. Propuesta 1

De acuerdo con los datos recopilados se puede observar que los mayores conflictos dentro de la red se originan tanto en la intersección 3, en la unión del flujo vehicular proveniente de la calle del Arupo con el flujo de la Av. Paraíso, así como en los cruces peatonales existentes al frente del ingreso al Hospital. Por lo que se ha decidido dentro de la primera propuesta plantear 3 implementaciones:

##### ➤ Semaforización de Intersección 3 "Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)"

Esta propuesta consiste en la inclusión de un sistema de control semafórico en lugar de la señalización aquí existente (PARE). Esta alternativa se propone debido al conflicto que se crea en dicha intersección ya que las dos vías tienen un alto volumen de tránsito, además se generan conflictos debido a la cercanía de esta intersección con el ingreso al Hospital. Esta propuesta se analizó bajo los parámetros existentes en la sección "Semaforización Vial. Parte 5. Semaforización" del Reglamento técnico ecuatoriano existente dentro del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012). El cálculo de las fases y ciclos semafóricos se lo realizó en base a la metodología existente en el libro Ingeniería de Tránsito de Cal & Mayor. Determinando intervalos de fase, tiempos de ciclo y tiempos de verde; con el fin de obtener una configuración semafórica que permita una mejora en la circulación vehicular y peatonal.

El primer paso es el cálculo del Intervalo de cambio de fase, el cual considera el tiempo de reacción del conductor, tiempo y espacio de aceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección.

Intervalo de Cambio = Ambar + Todo Rojo

En el anexo 4 se puede observar gráficamente este intervalo y la fórmula matemática con la que se realiza su cálculo.

Como segundo paso se realiza la conversión de vehículos pesados a livianos equivalentes por medio de factores que se encuentran detallados en el anexo 4. Esta conversión se lo debe realizar de igual forma en el caso de existir giros tanto a la derecha como a la izquierda pero en el caso de esta intersección no es necesario ya que todos los movimientos son rectos.

Luego de esto se realiza el cálculo de Tiempo de ciclo, tiempo que se requiere para que se cumpla una secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo, en base a la teoría de F. V. Webster.

Como último paso se asigna el tiempo de verde total y los tiempos de verde de cada acceso a la intersección.

Tiempo de Verde Total= Tiempo de ciclo – Tiempo total perdido por ciclo

En el anexo 4 se encuentra la formulación para el cálculo de los tiempos de verde para cada acceso.

El ciclo semafórico de la intersección cambia para cada uno de los escenarios: actual, mediano plazo y largo plazo debido al aumento del flujo vehicular. Los ciclos calculados son los siguientes:

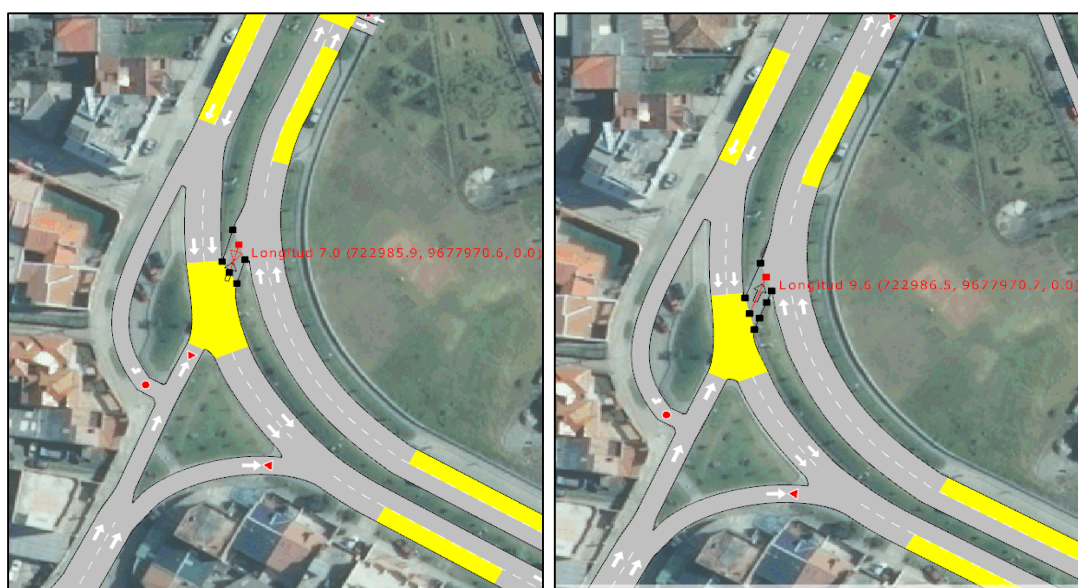
Actual. - El tiempo de ciclo es de 131 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido N-E y sobre la misma con sentido opuesto E-N, con una duración de 93 segundos. La segunda fase con el único movimiento permitido sobre la calle Del Arupo (calle y parterre) con sentido S-N, con una duración de 30 segundos.

Mediano plazo. - El tiempo de ciclo es de 170 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido N-E y sobre la misma con sentido opuesto E-N, con una duración de 124 segundos. La segunda fase con el único movimiento permitido sobre la calle Del Arupo (calle y parterre) con sentido S-N, con una duración de 39 segundos.

Largo plazo. - El tiempo de ciclo es de 222 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido N-E y sobre la misma con sentido opuesto E-N, con una duración de 160 segundos. La segunda fase con el único movimiento permitido sobre la calle Del Arupo (calle y parterre) con sentido S-N, con una duración de 55 segundos.

➤ **Modificación geométrica de Intersección 3 "Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)"**

Este mejoramiento consiste en una reducción del ancho de la Av. Paraíso dirección N-E de 1 metro (50 centímetros por carril), aproximadamente 18 metros antes y 18 metros después del parterre por donde circulan los vehículos provenientes de la calle del Arupo (figura 3.7); todo esto con el fin de que la zona de cruce vehicular en el parterre tenga mayor longitud y se pueda incorporar más de 1 vehículo evitando obstrucciones en la Av. Paraíso en sus 2 sentidos.

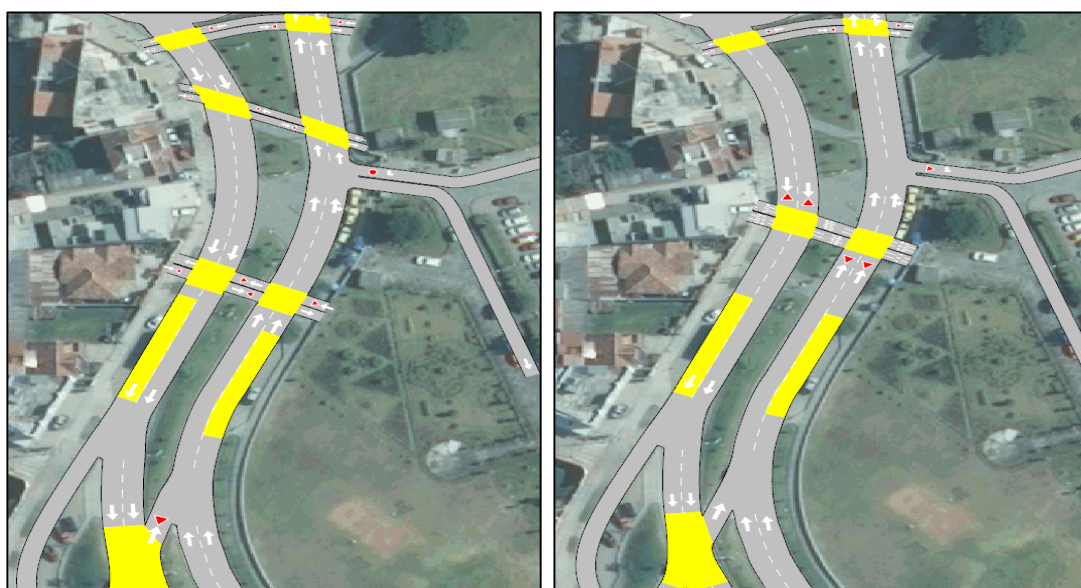


**Figura 3.7 Modificación geométrica intersección 3 propuesta 1**

**Fuente: AIMSUN**

➤ Cambio de ubicación de paso peatonal

Se propone un cambio en cuanto a los dos pasos peatonales ubicados a escasos metros el uno del otro frente al ingreso del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso por los conflictos que se crean debido al desorden en el cruce de peatones sumado al alto tráfico vehicular en la Av. Paraíso (figura 3.8), cambios analizados bajo los parámetros existentes en la sección "Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal" del Reglamento Técnico Ecuatoriano existente dentro del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011b). El nuevo paso peatonal propuesto tendría un ancho de 6m y estaría ubicado 15 metros al sur del ingreso al Hospital.



**Figura 3.8** Modificación paso peatonal propuesta 1

Fuente: AIMSUN

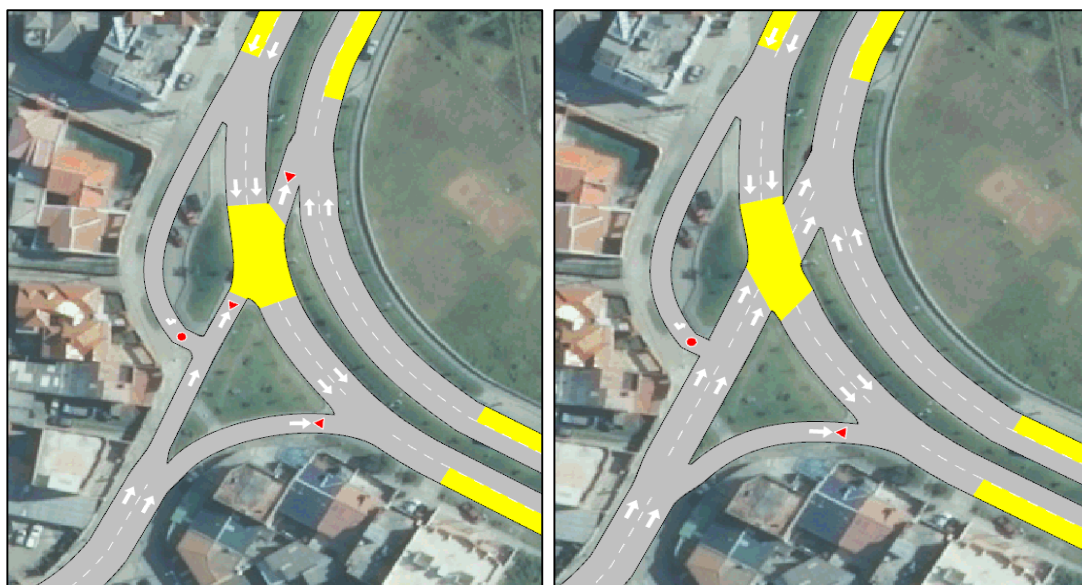
2. Propuesta 2

De igual manera esta propuesta se enfoca en los dos puntos más conflictivos de la red, pero con alternativas un poco más complejas. Se plantean 4 modificaciones:

➤ Ampliación de la vía "Del Arupo"

Este mejoramiento consiste en una modificación de la geometría de la vía Del Arupo) calle y parterre), la cual en la actualidad tiene un ancho de 4 metros. La propuesta consiste en aumentar dicho ancho a 8 metros dando paso a la existencia de dos carriles de 4 metros cada uno (figura 3.9), cambios analizados bajo los parámetros existentes

en Highway Capacity Manual 2000 y en la sección "Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal" del Reglamento técnico ecuatoriano existente dentro del INEN. Se realizó esta propuesta conociendo que la isleta existente junto a la vía analizada permite dicha configuración geométrica fácilmente. Se buscó el mejoramiento en esta intersección de la red debido a las demoras existentes y a los conflictos generados el momento de conectarse con la Av. Paraíso a pocos metros del ingreso al hospital Regional Vicente Corral Moscoso.



**Figura 3.9 Ampliación vía del Arupo propuesta 2**

**Fuente: AIMSUN**

➤ **Semaforización de Intersección 3 "Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)"**

Esta propuesta consiste en la inclusión de un sistema de control semafórico en lugar de la señalización aquí existente (PARE). Esta alternativa se propone debido al conflicto que se crea en dicha intersección ya que las dos vías tienen un alto volumen de tránsito, además se generan conflictos debido a la cercanía de esta intersección con el ingreso al Hospital. Esta propuesta se analizó bajo los parámetros existentes en la sección "Semaforización Vial. Parte 5. Semaforización" del Reglamento técnico ecuatoriano existente dentro del INEN.

El cálculo de las fases y ciclos semafóricos se lo realizó en base a la metodología existente en el libro Ingeniería de Tránsito de Cal & Mayor. Determinando intervalos

de fase, tiempos de ciclo y tiempos de verde; con el fin de obtener una configuración semafórica que permita una mejora en la circulación vehicular y peatonal. Los pasos para este cálculo se encuentran detalladamente en la Propuesta 1 en conjunto con los datos del anexo 4. El ciclo semafórico de la intersección cambia para cada uno de los escenarios: actual, mediano plazo y largo plazo debido al aumento del flujo vehicular. Los ciclos calculados son los siguientes:

Actual. - El tiempo de ciclo es de 131 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido N-E y sobre la misma con sentido opuesto E-N, con una duración de 93 segundos. La segunda fase con el único movimiento permitido sobre la calle Del Arupo (calle y parterre) con sentido S-N, con una duración de 30 segundos.

Mediano plazo. - El tiempo de ciclo es de 185 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido N-E y sobre la misma con sentido opuesto E-N, con una duración de 135 segundos. La segunda fase con el único movimiento permitido sobre la calle Del Arupo (calle y parterre) con sentido S-N, con una duración de 42 segundos.

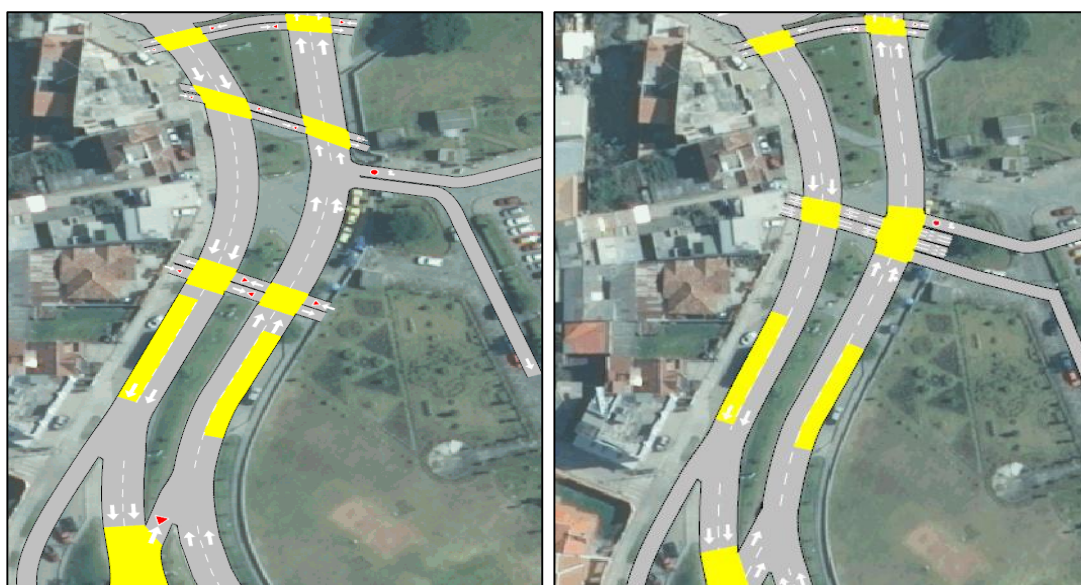
Largo plazo. - El tiempo de ciclo es de 241 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido N-E y sobre la misma con sentido opuesto E-N, con una duración de 173 segundos. La segunda fase con el único movimiento permitido sobre la calle Del Arupo (calle y parterre) con sentido S-N, con una duración de 61 segundos.

➤ Cambio de ubicación: paso peatonal, ingreso y salida del Hospital

Se propone un cambio de ubicación del ingreso y salida del Hospital con el fin de minimizar el grave conflicto existente entre los vehículos que ingresan y salen del hospital con los peatones que cruzan la Av. Paraíso.



De igual manera se propone un cambio en cuanto a los dos pasos peatonales ubicados a escasos metros el uno del otro frente al ingreso del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso por los conflictos que se crean debido al desorden en el cruce de peatones sumado al alto tráfico vehicular en la Av. Paraíso (figura 3.10), cambios analizados bajo los parámetros existentes en la sección "Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal" del Reglamento Técnico Ecuatoriano existente dentro del INEN. El nuevo paso peatonal propuesto tendría un ancho de 6m y estaría ubicado en medio del nuevo ingreso y nueva salida del Hospital propuestos anteriormente.



**Figura 3.10** Modificación del ingreso al Hospital propuesta 2

**Fuente:** AIMSUN

➤ Implementación de sistema semafórico para paso peatonal

Conjuntamente con el punto anterior se analizó la necesidad de implementar un sistema semafórico peatonal de acuerdo con el mismo Reglamento Técnico Ecuatoriano (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011a). Este semáforo funcionaría con un botón de demanda peatonal, y en el caso de no ser utilizado, funcionaría con un tiempo de ciclo de 120 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido S-N, con una duración de 99 segundos. La segunda fase con los movimientos permitidos sobre el cruce peatonal con sentido E-O y sobre el mismo con sentido opuesto O-E, con una

duración de 15 segundos. De igual manera que en la intersección 3, los tiempos del semáforo para cruce peatonal cambiarían para el mediano y largo plazo.

Mediano plazo. - Tiempo de ciclo de 120 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido S-N, con una duración de 99 segundos. La segunda fase con los movimientos permitidos sobre el cruce peatonal con sentido E-O y sobre el mismo con sentido opuesto O-E, con una duración de 15 segundos.

Largo plazo. - Tiempo de ciclo de 255 segundos dividido en dos fases, con un tiempo de ámbar de 3 segundos y un tiempo de todo rojo de 1 segundo. La primera fase con los movimientos permitidos sobre la Av. Paraíso con sentido S-N, con una duración de 234 segundos. La segunda fase con los movimientos permitidos sobre el cruce peatonal con sentido E-O y sobre el mismo con sentido opuesto O-E, con una duración de 15 segundos.

### **3.6. Análisis y comparación de escenarios**

Con el fin de llegar a definir si existen mejoras que sirvan como alternativas favorables a los niveles de servicio de la zona analizada se ha propuesto la comparación de 5 escenarios diferentes divididos en 2 situaciones:

1. Sin mejoras operacionales
  - Escenario A: Estado actual
  - Escenario B: Mediano plazo (5 años)
  - Escenario C: Largo plazo (10 años)
2. Con mejoras operacionales
  - Escenario D: Estado actual con propuesta 1
  - Escenario E: Mediano plazo (5 años) con propuesta 1
  - Escenario F: Largo plazo (10 años) con propuesta 1
  - Escenario G: Estado actual con propuesta 2
  - Escenario H: Mediano plazo (5 años) con propuesta 2
  - Escenario I: Largo plazo (10 años) con propuesta 2

### 3.6.1 Análisis comparativo: Escenario A vs Escenario B vs Escenario C

Con las proyecciones tanto vehiculares como peatonales detalladas en el punto 2.2 y 3.4 de los capítulos 2 y 3 respectivamente del presente documento se ha podido observar el cambio existente en cada una de las intersecciones a mediano y largo plazo.

- Intersección 1: Av. 12 de Abril y Av. Paraíso

A mediano plazo los 4 accesos de la intersección ven sus parámetros afectados de manera pareja, aunque los niveles de servicio que cambian son solo del acceso 1 y 3 bajando de A a C y de D a E respectivamente. Por otro lado se puede observar que para la proyección a largo plazo (10 años), existe un cambio considerable especialmente en el acceso 1 bajando su nivel de servicio de A a C debido al aumento en su demora, de igual manera pero en menor magnitud sucede en el acceso 3 donde el nivel de servicio desciende de D a E; en el caso de los accesos 2 y 4, su nivel de servicio no se ve afectado a pesar de que los tiempos de demora aumentan debido a que dichos tiempos son relativamente cortos. Por otra parte, las colas en todos los accesos aumentan dentro del rango aceptable. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.12.

**Tabla 3.12 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 1**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)					ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)				
PARÁMETRO	ACCESOS				PARÁMETRO	ACCESOS			
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E		Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E
NIVEL DE SERVICIO	A	A	D	A	NIVEL DE SERVICIO	B	A	E	A
DEMORA	7,73	1,55	32,46	2,67	DEMORA	12,25	2,01	44,40	7,04
COLA	1,36	0,03	2,03	0,24	COLA	2,43	0,86	4,01	5,64
VELOCIDAD	17,10	32,19	14,33	28,59	VELOCIDAD	13,52	31,95	11,17	26,56
ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)									
PARÁMETRO	ACCESOS								
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E					
NIVEL DE SERVICIO	C	A	E	A					
DEMORA	15,53	3,02	47,25	7,86					
COLA	2,25	0,08	4,06	1,10					
VELOCIDAD	12,00	31,65	8,51	24,63					

Fuente: AIMSUN

- Intersección 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo

En esta intersección a mediano plazo los accesos 5 y 6 mantienen su nivel de servicio, a diferencia del 7 y 8 que bajan su nivel de A a C debido al aumento en sus demoras. Se llegan a crear colas que en la actualidad no existen. A largo plazo se puede notar que existe un cambio drástico en los niveles de servicio, bajando en el acceso 6 de B a E y en los accesos 7 y 8 de A a E y de A a F respectivamente, siendo el acceso 5 el único que mantiene su nivel debido a que a diferencia de los otros su tiempo de demora no se ve afectado en gran medida. Se llegan a crear colas que en la actualidad no existen especialmente en los accesos 6, 7 y 8. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.13.

**Tabla 3.13 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 2**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)					ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)				
PARÁMETRO	ACCESOS				PARÁMETRO	ACCESOS			
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E		Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	NIVEL DE SERVICIO	A	B	C	C
DEMORA	1,39	10,42	4,17	3,25	DEMORA	2,44	14,49	19,44	23,66
COLA	0,14	0,49	0,25	0,12	COLA	0,95	6,85	4,86	2,34
VELOCIDAD	35,73	33,65	34,95	32,61	VELOCIDAD	33,77	30,96	27,73	25,59
ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)									
PARÁMETRO	ACCESOS								
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E					
NIVEL DE SERVICIO	A	E	E	F					
DEMORA	4,1	43,63	40,18	50,54					
COLA	0,47	3,85	6,03	2,1					
VELOCIDAD	31,73	22,77	16,96	15,79					

Fuente: AIMSUN

- Intersección 3: Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)

Esta es la intersección que sufre mayores cambios, aumentando considerablemente las demoras de los accesos 9,11 (parterre) y 11 (calle del Arupo), llegando a niveles de servicio F. De igual manera sus colas aumentan. El acceso 10 mantiene su nivel de servicio A ya que su demora prácticamente permanece igual. A largo plazo llegan a niveles de servicio F los accesos 9 y 11 (calle y parterre), ya que sus tiempos de demora aumentan notablemente creando un gran problema de tráfico, el cual se va a tratar de solucionar con las propuestas de rediseño. La cola en el acceso 11, tanto en la calle como en el parterre, se duplica pero sin llegar a complicar; en cambio, en el acceso 9 se llega a formar una cola muy extensa como respuesta al problema de tráfico existente. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.14.

**Tabla 3.14 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 3**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)					ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)				
PARÁMETRO	ACCESOS				PARÁMETRO	ACCESOS			
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N		Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N
NIVEL DE SERVICIO	B	A	E	C	NIVEL DE SERVICIO	F	A	F	F
DEMORA	10,56	0,64	35,48	24,01	DEMORA	92,47	0,78	1274,25	1038,10
COLA	1,39	0,01	2,19	1,45	COLA	17,52	0,80	2,54	2,62
VELOCIDAD	39,46	25,72	5,96	12,16	VELOCIDAD	6,18	25,97	4,70	4,90
ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)									
PARÁMETRO	ACCESOS								
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N					
NIVEL DE SERVICIO	F	A	F	F					
DEMORA	114,29	0,57	1658,32	1464,82					
COLA	18,43	0,00	2,49	2,23					
VELOCIDAD	4,72	25,80	3,30	3,22					

Fuente: AIMSUN

- Intersección 4: Av. Paraíso y Del Arupo (S-E)

Esta es la intersección que menos cambios sufre en toda la red manteniendo sus parámetros en números prácticamente iguales. A largo plazo el acceso 12 es el único que sufre cambios disminuyendo su nivel de servicio de B a C debido a que el valor de su demora se duplica. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.15.

**Tabla 3.15 Análisis comparativo: A vs B vs C intersección 4**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)			ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)		
PARÁMETRO	ACCESOS		PARÁMETRO	ACCESOS	
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E		Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E
NIVEL DE SERVICIO	B	A	NIVEL DE SERVICIO	B	A
DEMORA	10,97	1,06	DEMORA	13,92	1,07
COLA	0,51	0,00	COLA	0,78	0,00
VELOCIDAD	19,77	33,10	VELOCIDAD	22,87	33,05
ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E			
NIVEL DE SERVICIO	D	A			
DEMORA	28,37	1,08			
COLA	2,21	0,00			
VELOCIDAD	9,89	33,04			

Fuente: AIMSUN

### 3.6.2 Análisis comparativo: Escenario A vs Escenario D vs Escenario G

- Intersección 1: Av. 12 de Abril y Av. Paraíso

En esta intersección se puede observar el mejoramiento en los tiempos de demora de cada uno de los accesos, tanto con la propuesta 1 como con la propuesta 2. La propuesta 1 reduciendo las demoras de la intersección en un 47% y la propuesta 2 reduciéndolas en un 56%. Siendo una diferencia marcada que con la propuesta 2 todos los accesos de esta intersección alcanzan el nivel de servicio A. De igual manera la propuesta 2 reduce en mayor magnitud las colas existentes; mientras que las dos propuestas mejoran de manera similar las velocidades de circulación en todos los accesos. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.16.

**Tabla 3.16 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 1**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	D	A	
DEMORA	7,73	1,55	32,46	2,67	<b>44,41</b>
COLA	1,36	0,03	2,03	0,24	3,66
VELOCIDAD	17,10	32,19	14,33	28,59	
ESCENARIO D (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Av. Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	B	A	
DEMORA	8,02	1,08	12,14	2,47	<b>23,71</b>
COLA	1,52	0,00	0,67	0,23	2,42
VELOCIDAD	17,17	32,40	22,27	28,70	
ESCENARIO G (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	A	A	
DEMORA	6,66	1,09	9,36	2,59	<b>19,70</b>
COLA	1,12	0,00	0,46	0,24	1,82
VELOCIDAD	19,72	32,39	22,87	28,66	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo

En esta intersección que no presenta muchos problemas en cuanto a las demoras en cada uno de sus accesos, se puede observar que las dos propuestas aportan de manera similar a la reducción de las demoras existentes con un 2% y 3% respectivamente. Las colas tienen una reducción poco significativa. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.17.

**Tabla 3.17 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 2**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	
DEMORA	1,39	10,42	4,17	3,25	<b>19,23</b>
COLA	0,14	0,49	0,25	0,12	1,00
VELOCIDAD	35,73	33,65	34,95	32,61	
ESCENARIO D (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	
DEMORA	1,37	10,74	4,01	2,68	<b>18,80</b>
COLA	0,00	0,50	0,23	0,10	0,83
VELOCIDAD	35,92	33,05	35,08	33,26	
ESCENARIO G (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	
DEMORA	1,36	10,87	4,00	2,37	<b>18,60</b>
COLA	0,00	0,53	0,22	0,09	0,84
VELOCIDAD	35,99	33,37	34,97	34,19	

Fuente: AIMSUN



- Intersección 3: Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)

En esta intersección, donde existen distintos niveles de servicio en cada uno de sus accesos, se da un mejoramiento notable. La propuesta 1 reduciendo el total de las demoras en un 43%, esta propuesta aumenta la demora del acceso 9 reduciendo su nivel de servicio de A a B pero mejorando de gran manera los accesos 11 (calle y parterre) llevando sus niveles de servicio de E a B y de C a A respectivamente. La propuesta 2 reduce el tiempo total de demora de la intersección en un 28%, con esta no se reduce el nivel de servicio del acceso 9, aumenta los niveles de servicio de los accesos 11 (calle y parterre) de E a D y de C a A. diferenciándose de la propuesta 1 en el acceso 11 (calle) donde no reduce de manera significativa el tiempo de demora. Las colas se reducen de manera pareja con las dos propuestas, las velocidades sufren disminución en los accesos 9 y 10 y aumentan en los accesos 11. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.18.

**Tabla 3.18 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 3**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	B	A	E	C	
DEMORA	10,56	0,64	35,48	24,01	<b>70,69</b>
COLA	1,39	0,01	2,19	1,45	5,04
VELOCIDAD	39,46	25,72	5,96	12,16	
ESCENARIO D (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	C	A	B	A	
DEMORA	15,58	6,75	14,65	3,64	<b>40,62</b>
COLA	2,22	0,54	1,43	0,33	4,52
VELOCIDAD	31,80	23,04	27,59	35,61	
ESCENARIO G (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	B	A	D	A	
DEMORA	12,83	6,60	29,50	2,29	<b>51,22</b>
COLA	1,91	0,52	1,43	0,09	3,95
VELOCIDAD	32,59	23,37	21,30	34,03	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 4: Av. Paraíso y Del Arupo (S-E)

A pesar de ser esta la intersección menos conflictiva también se puede notar una mejora con las dos propuestas de manera similar reduciendo la demora total de la intersección en un 56% y mejorando el nivel de servicio del acceso 12 de B a A. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.19.

**Tabla 3.19 Análisis comparativo: A vs D vs G intersección 4**

ESCENARIO A (ESTADO ACTUAL)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	B	A	
DEMORA	10,97	1,06	<b>12,03</b>
COLA	0,51	0,00	0,51
VELOCIDAD	19,77	33,10	
ESCENARIO D (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 1)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	
DEMORA	4,78	0,50	<b>5,28</b>
COLA	0,19	0,00	0,19
VELOCIDAD	31,51	42,94	
ESCENARIO G (ESTADO ACTUAL CON PROPUESTA 2)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	
DEMORA	4,87	0,43	<b>5,30</b>
COLA	0,20	0,00	0,20
VELOCIDAD	30,29	43,90	

Fuente: AIMSUN

### 3.6.3 Análisis comparativo: Escenario B vs Escenario E vs Escenario H

- Intersección 1: Av. 12 de Abril y Av. Paraíso

Se puede observar que en el análisis a mediano plazo las dos propuestas reducen los tiempos de demora de cada uno de los accesos mejorando sus niveles de servicio, en especial la propuesta 2. La propuesta 1 llegando a niveles de servicio C en los accesos 1 y 3 que sin mejoras tendrían niveles de B y E respectivamente, y con una reducción del 38% en el tiempo total de demora de esta intersección. La propuesta 2 en estos mismos accesos llegando a niveles de servicio B, y con una reducción en el tiempo total de demora de esta intersección del 53%. De la misma manera las mejoras de los parámetros cola y velocidad son superiores con la propuesta 2. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.20.

**Tabla 3.20 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 1**

ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	B	A	E	A	
DEMORA	12,25	2,01	44,40	7,04	<b>65,70</b>
COLA	2,43	0,86	4,01	5,64	12,94
VELOCIDAD	13,52	31,95	11,17	26,56	
ESCENARIO E (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	C	A	C	A	
DEMORA	15,05	1,58	20,15	3,90	<b>40,68</b>
COLA	3,04	0,02	1,45	0,41	4,92
VELOCIDAD	11,26	32,15	17,25	27,45	
ESCENARIO H (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	B	A	B	A	
DEMORA	13,06	1,18	13,22	3,26	<b>30,72</b>
COLA	2,67	0,00	0,84	0,34	3,85
VELOCIDAD	13,73	32,25	19,86	27,84	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo

En esta intersección con las dos propuestas funcionan de manera similar, llegan a mejorar los niveles de servicio de los accesos 7 y 8 llevándolos a ser nivel A. La propuesta 1 reduciendo el tiempo total de demora de esta intersección en un 58% y la propuesta 2 en un 60%. Los parámetros cola y velocidad mejoran de manera semejante. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.21.

**Tabla 3.21 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 2**

ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	C	C	
DEMORA	2,44	14,49	19,44	23,66	<b>60,03</b>
COLA	0,95	6,85	4,86	2,34	15,00
VELOCIDAD	33,77	30,96	27,73	25,59	
ESCENARIO E (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	
DEMORA	1,43	14,6	5,09	3,98	<b>25,10</b>
COLA	0,01	0,91	0,41	0,15	1,48
VELOCIDAD	35,61	29,75	32,82	31,93	
ESCENARIO H (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	
DEMORA	1,43	14,64	4,74	3,18	<b>23,99</b>
COLA	0,00	0,94	0,35	0,12	1,41
VELOCIDAD	35,43	29,15	33,25	32,17	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 3: Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)

Se puede observar que esta es la intersección con mayores mejoras en cuanto a los tiempos de demora, donde las dos propuestas consiguen mejorar los niveles de servicio en los accesos 11 (calle y parterre). Las dos propuestas reducen en un 94% el tiempo total de demora de la intersección y consiguen mejorar el nivel de servicio del acceso 11 (parterre) de F a B. La diferencia se encuentra en el acceso 11 (calle) donde la propuesta 1 consigue un nivel de servicio C y la propuesta 2 solo consigue un nivel E. La propuesta 1 igual prevalece en los parámetros cola y velocidad. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.22.

**Tabla 3.22 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 3**

ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	F	A	F	F	
DEMORA	92,47	0,78	1274,25	1038,10	<b>2405,60</b>
COLA	17,52	0,80	2,54	2,62	23,48
VELOCIDAD	6,18	25,97	4,70	4,90	
ESCENARIO E (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	F	A	C	B	
DEMORA	94,82	8,58	19,97	12,87	<b>136,24</b>
COLA	15,38	0,89	1,86	1,18	19,31
VELOCIDAD	5,59	22,25	19,69	25,45	
ESCENARIO H (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	F	A	E	B	
DEMORA	87,47	8,36	35,22	14,23	<b>145,28</b>
COLA	14,50	0,85	2,19	0,82	18,36
VELOCIDAD	6,23	24,08	12,85	17,43	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 4: Av. Paraíso y Del Arupo (S-E)

Esta intersección no tiene mayores problemas en sus tiempos de demora, pero sin embargo con las dos propuestas se logran mejoras. Las 2 consiguen que sus accesos sean nivel A, la propuesta 1 reduciendo el tiempo total de demora de la intersección en un 40% y la propuesta 2 en un 52%. Los parámetros cola y velocidad mejoran de manera similar. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.23.

**Tabla 3.23 Análisis comparativo: B vs E vs H intersección 4**

ESCENARIO B (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	B	A	
DEMORA	13,92	1,07	<b>14,99</b>
COLA	0,78	0,00	0,78
VELOCIDAD	22,87	33,05	
ESCENARIO E (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 1)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	
DEMORA	8,44	0,55	<b>8,99</b>
COLA	0,44	0,00	0,44
VELOCIDAD	27,89	42,62	
VOLUMEN/ CAPACIDAD	0,25	0,41	
ESCENARIO H (MEDIANO PLAZO 5 AÑOS CON PROPUESTA 2)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	
DEMORA	6,66	0,47	<b>7,13</b>
COLA	0,34	0,00	0,34
VELOCIDAD	29,75	43,42	

Fuente: AIMSUN

### 3.6.4 Análisis comparativo: Escenario C vs Escenario F vs Escenario I

- Intersección 1: Av. 12 de Abril y Av. Paraíso

A largo plazo en esta intersección se puede notar una mejora en el acceso 3 donde su nivel de servicio llegaría a ser E; con la propuesta 1 llegando a nivel de servicio D y con la propuesta 2 a nivel de servicio C. Se logra una reducción en el tiempo total de demora de la intersección de un 20% con la propuesta 1 y de un 43% con la propuesta 2. Las colas y las velocidades mejoran en forma poco relevante. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.24.

**Tabla 3.24 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 1**

ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	C	A	E	A	
DEMORA	15,53	3,02	47,25	7,86	<b>73,66</b>
COLA	2,25	0,08	4,06	1,10	7,49
VELOCIDAD	12,00	31,65	8,51	24,63	
ESCENARIO F (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	C	A	D	A	
DEMORA	18,07	1,42	31,00	8,80	<b>59,29</b>
COLA	3,44	0,01	2,77	1,15	7,37
VELOCIDAD	10,49	32,31	12,01	24,37	
ESCENARIO I (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 1: Av. Paraíso S-N	Acceso 2: Av. Paraíso E-O	Acceso 3: Puente Paseo de los cañaris N-S	Acceso 4: Av. 12 de Abril O-E	
NIVEL DE SERVICIO	C	A	C	A	
DEMORA	17,51	1,14	17,92	5,42	<b>41,99</b>
COLA	3,53	0,00	1,52	0,68	5,73
VELOCIDAD	11,33	32,26	15,99	25,73	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo

En esta intersección también se dan cambios importantes mejorando los niveles de servicio en la mayoría de los accesos especialmente con la propuesta 2. La propuesta 1 mejora los niveles de servicio de los accesos 6,7 y 8 de E a C, E a B y F a B respectivamente, reduciendo el tiempo total de demora de la intersección en un 66%. La propuesta 2 mejora los niveles de estos accesos de E a B, E a A y F a A respectivamente, reduciendo el tiempo total de demora de la intersección en un 79%. En cuanto a las colas y velocidades las mejoras de la propuesta 2 prevalecen sobre las de la propuesta 1. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.25.

**Tabla 3.25 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 2**

ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	E	E	F	
DEMORA	4,1	43,63	40,18	50,54	<b>138,45</b>
COLA	0,47	3,85	6,03	2,1	12,45
VELOCIDAD	31,73	22,77	16,96	15,79	
ESCENARIO F (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	C	B	B	
DEMORA	1,68	18,12	13,28	13,78	<b>46,86</b>
COLA	0,05	1,47	1,83	0,56	3,91
VELOCIDAD	34,94	27,62	26,08	25,33	
ESCENARIO I (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 5: Puente Paseo de los Cañaris S-N	Acceso 6: Av. Pumapungo E-O	Acceso 7: Paseo de los Cañaris N-S	Acceso 8: Av. Pumapungo O-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	B	A	A	
DEMORA	1,41	16,71	6,22	4,4	<b>28,74</b>
COLA	0,00	1,36	0,64	0,18	2,18
VELOCIDAD	35,63	27,88	30,41	30,62	

Fuente: AIMSUN



- Intersección 3: Av. Paraíso y Del Arupo (S.N)

Esta es la única intersección donde las mejoras de la propuesta 1 prevalecen sobre las mejoras de la propuesta 2, tanto en la actualidad como en mediano y largo plazo. Los accesos 11 (calle y parterre) que llegarían a tener tiempos de demora excesivamente altos se verían beneficiados con mejoras significantes. La propuesta 1 mejoraría el nivel de servicio del acceso 11 (calle) de F a C y del acceso 11 (parterre) de F a B. La propuesta 2 los llevaría de F a E en el acceso 11 (calle) y de F a C en el acceso 11 (parterre). En cuanto a las colas la mejora con las dos propuestas es prácticamente igual y las velocidades en los accesos 11 mejoran de gran manera especialmente con la propuesta 1. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.26.

**Tabla 3.26 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 3**

ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	F	A	F	F	
DEMORA	114,29	0,57	1658,32	1464,82	<b>3238,00</b>
COLA	18,43	0,00	2,49	2,23	23,15
VELOCIDAD	4,72	25,80	3,30	3,22	
ESCENARIO F (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 1)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	F	A	C	B	
DEMORA	120,06	9,48	16,90	10,21	<b>156,65</b>
COLA	17,53	1,26	1,78	1,07	21,64
VELOCIDAD	4,80	23,44	19,65	25,43	
ESCENARIO I (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 2)					
PARÁMETRO	ACCESOS				TOTAL
	Acceso 9: Av. Paraíso E-N	Acceso 10: Av. Paraíso N-E	Acceso 11: Calle del Arupo S-N	Acceso 11: Calle del Arupo (parterre) S-N	
NIVEL DE SERVICIO	F	A	E	C	
DEMORA	111,08	7,97	32,92	15,68	<b>167,65</b>
COLA	16,59	1,04	2,38	1,07	21,08
VELOCIDAD	8,13	24,69	11,90	15,58	

Fuente: AIMSUN

- Intersección 4: Av. Paraíso y Del Arupo (S-E)

Finalmente, en esta última intersección se puede observar la superioridad de las mejoras con la propuesta 2 reduciendo el tiempo total de demora de la intersección en un 74%, llegando a nivel de servicio A en el acceso 12 y manteniendo este mismo nivel en el acceso 13. La propuesta 1 reduce el tiempo total de la intersección en un 45%, mejora el nivel de servicio del acceso 12 de D a C y mantiene el nivel de servicio del acceso 13. De igual manera en los parámetros cola y velocidad las mejoras de la propuesta 2 prevalecen sobre las de la propuesta 1. Todo esto se lo puede observar detalladamente en la tabla 3.27.

**Tabla 3.27 Análisis comparativo: C vs F vs I intersección 4**

ESCENARIO C (LARGO PLAZO 10 AÑOS)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	D	A	
DEMORA	28,37	1,08	<b>29,45</b>
COLA	2,21	0,00	2,21
VELOCIDAD	9,89	33,04	
ESCENARIO F (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 1)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	C	A	
DEMORA	15,65	0,69	<b>16,34</b>
COLA	1,20	0,01	1,21
VELOCIDAD	24,29	41,51	
ESCENARIO I (LARGO PLAZO 10 AÑOS CON PROPUESTA 2)			
PARÁMETRO	ACCESOS		TOTAL
	Acceso 12: Calle del Arupo S-E	Acceso 13: Av. Paraíso N-E	
NIVEL DE SERVICIO	A	A	
DEMORA	6,92	0,88	<b>7,80</b>
COLA	0,50	0,03	0,53
VELOCIDAD	34,81	41,29	

Fuente: AIMSUN

### 3.6.5 Comparación PROPUESTA 1 vs PROPUESTA 2

Se realizó la comparación de cada una de las intersecciones existentes en la red mediante sus tiempos de demora detallado en la tabla 3.28, analizando las mejoras a las que se puede llegar con las dos alternativas propuestas. Se puede observar que al transcurrir el tiempo y debido a la formación de colas sobre la Avenida Paraíso E-N, al flujo proveniente de la calle Del Arupo se le hace prácticamente imposible incorporarse en la intersección 3; por lo que las dos propuestas incluyen correcciones en este punto, con notables mejorías. Se puede observar en la tabla 3.28 que en la actualidad las mejoras de la propuesta 1 prevalecen sobre la propuesta dos, pero a medida que transcurre el tiempo y con una mayor cantidad de tráfico la propuesta 2 logra mayores mejoras a mediano plazo y más aún a largo plazo.

**Tabla 3.28 Comparación PROPUESTA 1 vs PROPUESTA 2**

ESTADO	Comparación PROPUESTA 1 vs PROPUESTA 2 Tiempo total de demora				TOTAL	PROMEDIO
	Intersección 1: Av. 12 de Abril y Av. Paraís	Intersección 2: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Pumapungo	Intersección 3: Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)	Intersección 4: Av. Paraíso y Del Arupo (S-E)		
	ESTADO ACTUAL					
SIN MEJORAS	44,41	19,23	70,69	12,03	146,36	36,59
PROPUESTA 1	23,71	18,80	40,62	5,28	88,41	22,10
PROPUESTA 2	19,70	18,60	51,22	5,30	94,82	23,71
	MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)					
SIN MEJORAS	65,70	60,03	2405,60	14,99	2546,32	636,58
PROPUESTA 1	40,68	25,10	136,24	8,99	211,01	52,75
PROPUESTA 2	30,72	23,99	145,28	7,13	207,12	51,78
	LARGO PLAZO (10 AÑOS)					
SIN MEJORAS	73,66	138,45	3238,00	29,45	3479,56	869,89
PROPUESTA 1	59,29	46,86	156,65	16,34	279,14	69,79
PROPUESTA 2	41,99	28,74	167,65	7,80	246,18	61,55

Fuente: AIMSUN

## CONCLUSIONES

Para el desarrollo del presente documento se ha utilizado los datos reales recopilados en campo, es decir: conteo vehicular, conteo peatonal, demoras en paradas de buses, demoras en interrupciones de vehículos y las tomas aéreas (ortofoto) de la zona de estudio. Con ayuda de todos estos datos y la utilización del software de simulación de tráfico Aimsun se realizó el análisis de la zona colindante al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso con un grado de confiabilidad del 99%.

Dicha recopilación nos permitió obtener una hora de mayor demanda vehicular (07:00 am – 08:00 am) sobre la cual se realiza la simulación. El análisis se lo realiza tanto en la actualidad como a mediano (5 años) y largo plazo (10 años) con el fin de que las mejoras propuestas sirvan en la actualidad y al transcurrir el tiempo. Obteniendo como parámetros: niveles de servicio, demoras, colas y velocidades de circulación, las mismas que sirven para la comparación de propuestas determinando cual aporta una mayor mejoría en cada una de las intersecciones de la red. Se analizaron dos propuestas diferentes que se detallan a continuación:

- Propuesta 1.- Semaforización de Intersección 3 "Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)", Modificación geométrica de Intersección 3 "Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)", Cambio de ubicación de paso peatonal.
- Propuesta 2.- Ampliación de la vía "Del Arupo", Semaforización de Intersección 3 "Av. Paraíso y Del Arupo (S-N)", Cambio de ubicación: paso peatonal, ingreso y salida del Hospital, Implementación de sistema semafórico para paso peatonal.

Como respuesta a estas propuestas resulta que en la actualidad se obtiene mejores resultados con la implementación de la propuesta 1; pero a mediano y a largo plazo con volúmenes de tráfico muy superiores, las mejoras en la red con la propuesta 2 prevalecen.

Se debe aclarar que el análisis de mejoras se lo realizó con relación directa a los niveles de servicio, los mismos que fueron obtenidos de acuerdo con las demoras existentes.

## **RECOMENDACIONES**

Las soluciones presentadas fueron validadas mediante el programa AIMSUN y eligiendo así la mejor propuesta por la cual se obtuvo mejores niveles de servicio con las menores demoras posibles, sin embargo, para garantizar que el resultado de los cálculos del estudio se vean plasmados en la fluidez vehicular, se necesitará realizar monitoreo permanente del cumplimiento de las normas de tránsito como: estacionamiento prohibido, respeto a los cruces peatonales, respeto de las paradas de transporte público, entre otros.

Es de suma importancia contar con las correctas señalizaciones tanto verticales como horizontales, que controlen de alguna forma el movimiento vehicular y sean visibles tanto para los peatones como para los conductores.

Este es un estudio basado en el estado del tráfico de cada intersección, por lo que, para ejecutar las propuestas antes mencionadas, se requiere un estudio que analice sus costos para ver así si es factible o no su implementación.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aguirre Mejía, J. G., & Maita León, D. G. (2014). Evaluación del estado actual y diseño semafórico de la avenida Unidad Nacional entre avenida México y calle Del Batán.*
- Avilés Ordoñez, J. M. (2017). Análisis y reforma geométrica de la intersección entre Circunvalación Sur y la Vía Monay - Baguanchi.*
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2013). Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones.*
- Chavez Araujo, G. A., & Cubides Alvarez, B. E. (2018). Estimación de la contaminación del aire generada por el efecto de la circulación vehicular motorizada en la Av. Don Bosco de la ciudad de Cuenca - Ecuador, usando la herramienta de micro simulación Aimsun 8.1.*
- Crespo Torres, M. E., & García González, C. P. (2016). Reducción de tiempos de viaje con la implementación de señalización informativa en varias vías arteriales y colectoras de la ciudad de Cuenca.*
- Granda Tola, C. F., & Martínez Ulloa, I. P. (2017). Análisis de tráfico en las principales intersecciones del área de influencia de la Universidad del Azuay.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011a). REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO Primera revisión. Señalización Vial. Parte 2. Señalización horizontal.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011b). REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO Primera revisión Señalización Vial. Parte 1. Señalización vertical.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004 : 2012 Parte 5.*
- Transportation Research Board. (2000). Highway Capacity Manual.*

*Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2011). "PROGRAMA DE INVERSIÓN  
"MANTENIMIENTO POR NIVEL DE SERVICIO"*

ANEXOS

ANEXO 1

Aforo para toma de datos vehicular

CONTEO MANUAL DE TRAFICO MOTORIZADO												SECTOR						
ENTIDAD CONTRATANTE:																		
PROVINCIA:																		
CONSULTOR:																		
DIRECTOR DE PROYECTO:																		
SUPERVISOR CAMPO:																		
OBSERVACIONES:																		
ESTADO DEL TIEMPO: MAÑANA: TARDE:																		
HORAS	LIVANDOS		BUSES		CAMION C2		CAMION C3		CAMION C4		CAMION C5 O MAS		MOTOS		BICICLETAS		TOTAL	
	↩	↪	↩	↪	↩	↪	↩	↪	↩	↪	↩	↪	↩	↪	↩	↪		
7:00-7:15																		0
7:15-7:30																		0
7:30-7:45																		0
7:45-8:00																		0
8:00-8:15																		0
8:15-8:30																		0
8:30-8:45																		0
8:45-9:00																		0
9:00-9:15																		0
9:15-9:30																		0

Fuente: Propia



**Aforo para toma de datos peatonal**

CONTEO PEATONAL						
INTERSECCION:			ENCUESTADOR:			
ESTACION NO.	TABLET NO.	SENTIDO	N-S	S-N	E-W	W-E
FECHA:		HORA INICIO:		HORA FIN:		
<b>PERIODO C/5 MINUTOS</b>	<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>			
7h00-7h05						
7h05-7h10						
7h10-7h15						
7h15-7h20						
7h20-7h25						
7h25-7h30						
7h30-7h35						
7h35-7h40						
7h40-7h45						
7h45-7h50						
7h50-7h55						
7h55-8h00						
8h00-8h05						
8h05-8h10						
8h10-8h15						
8h15-8h20						
8h20-8h25						
8h25-8h30						
8h30-8h35						
8h35-8h40						
8h40-8h45						
8h45-8h50						
8h50-8h55						
8h55-9h00						
9h00-9h05						
9h05-9h10						
9h10-9h15						
9h15-9h20						
9h20-9h25						
9h25-9h30						
9h30-9h35						
9h35-9h40						
9h40-9h45						
9h45-9h50						
-						
-						
-						
-						
18h55-19h00						
<b>TOTAL:</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>						

**Fuente: Propia**



**Conteo general del cruce peatonal 2**

Periodo c/5 minutos	Sentido 1	Sentido 2	11:00	11:05	6	16	15:00	15:05	8	4	
7:00	7:05	32	0	11:05	11:10	1	6	15:05	15:10	3	4
7:05	7:10	19	1	11:10	11:15	12	22	15:10	15:15	1	10
7:10	7:15	19	2	11:15	11:20	3	33	15:15	15:20	9	18
7:15	7:20	2	0	11:20	11:25	4	14	15:20	15:25	9	7
7:20	7:25	6	2	11:25	11:30	2	7	15:25	15:30	11	12
7:25	7:30	5	0	11:30	11:35	5	28	15:30	15:35	5	1
7:30	7:35	1	3	11:35	11:40	9	13	15:35	15:40	13	15
7:35	7:40	10	2	11:40	11:45	2	7	15:40	15:45	12	23
7:40	7:45	7	0	11:45	11:50	5	8	15:45	15:50	2	8
7:45	7:50	8	26	11:50	11:55	2	7	15:50	15:55	15	16
7:50	7:55	15	3	11:55	12:00	13	8	15:55	16:00	9	11
7:55	8:00	9	4	12:00	12:05	8	7	16:00	16:05	7	5
8:00	8:05	7	15	12:05	12:10	4	20	16:05	16:10	22	23
8:05	8:10	16	19	12:10	12:15	7	20	16:10	16:15	5	11
8:10	8:15	6	16	12:15	12:20	8	10	16:15	16:20	7	6
8:15	8:20	4	6	12:20	12:25	2	6	16:20	16:25	3	11
8:20	8:25	9	11	12:25	12:30	11	11	16:25	16:30	12	7
8:25	8:30	1	14	12:30	12:35	9	5	16:30	16:35	11	4
8:30	8:35	17	1	12:35	12:40	5	10	16:35	16:40	12	3
8:35	8:40	11	15	12:40	12:45	14	21	16:40	16:45	0	18
8:40	8:45	5	5	12:45	12:50	15	5	16:45	16:50	6	9
8:45	8:50	24	0	12:50	12:55	4	17	16:50	16:55	4	4
8:50	8:55	14	5	12:55	13:00	7	7	16:55	17:00	2	2
8:55	9:00	24	13	13:00	13:05	14	10	17:00	17:05	6	2
9:00	9:05	14	11	13:05	13:10	17	20	17:05	17:10	10	12
9:05	9:10	5	21	13:10	13:15	8	10	17:10	17:15	1	6
9:10	9:15	6	17	13:15	13:20	11	18	17:15	17:20	0	5
9:15	9:20	4	21	13:20	13:25	11	8	17:20	17:25	3	13
9:20	9:25	7	8	13:25	13:30	16	22	17:25	17:30	5	17
9:25	9:30	11	9	13:30	13:35	16	1	17:30	17:35	4	9
9:30	9:35	4	14	13:35	13:40	6	5	17:35	17:40	4	5
9:35	9:40	11	7	13:40	13:45	23	10	17:40	17:45	3	0
9:40	9:45	2	5	13:45	13:50	18	10	17:45	17:50	3	15
9:45	9:50	10	5	13:50	13:55	51	13	17:50	17:55	4	10
9:50	9:55	9	7	13:55	14:00	11	4	17:55	18:00	7	4
9:55	10:00	14	4	14:00	14:05	18	6	18:00	18:05	4	12
10:00	10:05	2	11	14:05	14:10	5	1	18:05	18:10	1	2
10:05	10:10	12	23	14:10	14:15	5	4	18:10	18:15	0	13
10:10	10:15	7	20	14:15	14:20	13	2	18:15	18:20	6	6
10:15	10:20	18	2	14:20	14:25	5	8	18:20	18:25	3	2
10:20	10:25	2	2	14:25	14:30	1	1	18:25	18:30	3	2
10:25	10:30	6	18	14:30	14:35	3	7	18:30	18:35	6	11
10:30	10:35	4	2	14:35	14:40	3	5	18:35	18:40	4	5
10:35	10:40	10	6	14:40	14:45	11	6	18:40	18:45	10	7
10:40	10:45	4	6	14:45	14:50	11	6	18:45	18:50	4	5
10:45	10:50	21	4	14:50	14:55	11	9	18:50	18:55	3	4
10:50	10:55	20	20	14:55	15:00	4	1	18:55	19:00	4	4
10:55	11:00	7	10					TOTAL		1217	1314

Fuente: Propia

### Conteo general del cruce peatonal 3

Periodo c/5 minutos	Sentido 1	Sentido 2	11:00	11:05	9	2	15:00	15:05	11	5
7:00	7:05	9	1	4	3	15:05	15:10	5	10	
7:05	7:10	21	4	11:10	11:15	8	3	15:10	15:15	1
7:10	7:15	5	3	11:15	11:20	7	3	15:15	15:20	9
7:15	7:20	15	1	11:20	11:25	4	2	15:20	15:25	13
7:20	7:25	9	1	11:25	11:30	11	8	15:25	15:30	6
7:25	7:30	2	3	11:30	11:35	11	1	15:30	15:35	13
7:30	7:35	11	4	11:35	11:40	10	7	15:35	15:40	8
7:35	7:40	17	4	11:40	11:45	9	4	15:40	15:45	4
7:40	7:45	19	5	11:45	11:50	2	7	15:45	15:50	3
7:45	7:50	14	3	11:50	11:55	2	1	15:50	15:55	9
7:50	7:55	16	3	11:55	12:00	1	0	15:55	16:00	11
7:55	8:00	13	3	12:00	12:05	4	1	16:00	16:05	11
8:00	8:05	12	1	12:05	12:10	5	0	16:05	16:10	3
8:05	8:10	10	6	12:10	12:15	7	2	16:10	16:15	4
8:10	8:15	5	2	12:15	12:20	7	2	16:15	16:20	6
8:15	8:20	8	3	12:20	12:25	5	3	16:20	16:25	5
8:20	8:25	10	3	12:25	12:30	12	8	16:25	16:30	4
8:25	8:30	7	3	12:30	12:35	6	2	16:30	16:35	3
8:30	8:35	8	6	12:35	12:40	2	1	16:35	16:40	2
8:35	8:40	12	3	12:40	12:45	1	4	16:40	16:45	10
8:40	8:45	6	2	12:45	12:50	3	1	16:45	16:50	5
8:45	8:50	15	2	12:50	12:55	11	4	16:50	16:55	6
8:50	8:55	14	4	12:55	13:00	7	1	16:55	17:00	3
8:55	9:00	15	2	13:00	13:05	15	6	17:00	17:05	4
9:00	9:05	5	2	13:05	13:10	19	5	17:05	17:10	4
9:05	9:10	4	1	13:10	13:15	5	4	17:10	17:15	6
9:10	9:15	16	0	13:15	13:20	11	5	17:15	17:20	9
9:15	9:20	16	2	13:20	13:25	13	7	17:20	17:25	3
9:20	9:25	3	5	13:25	13:30	10	2	17:25	17:30	6
9:25	9:30	8	6	13:30	13:35	13	4	17:30	17:35	2
9:30	9:35	23	1	13:35	13:40	22	2	17:35	17:40	0
9:35	9:40	12	12	13:40	13:45	22	3	17:40	17:45	1
9:40	9:45	15	6	13:45	13:50	5	6	17:45	17:50	3
9:45	9:50	8	4	13:50	13:55	9	8	17:50	17:55	2
9:50	9:55	21	3	13:55	14:00	16	1	17:55	18:00	4
9:55	10:00	17	9	14:00	14:05	7	4	18:00	18:05	2
10:00	10:05	8	2	14:05	14:10	10	5	18:05	18:10	2
10:05	10:10	8	2	14:10	14:15	9	2	18:10	18:15	5
10:10	10:15	19	5	14:15	14:20	7	2	18:15	18:20	5
10:15	10:20	12	6	14:20	14:25	9	1	18:20	18:25	3
10:20	10:25	11	1	14:25	14:30	8	6	18:25	18:30	3
10:25	10:30	14	3	14:30	14:35	11	5	18:30	18:35	2
10:30	10:35	8	1	14:35	14:40	10	2	18:35	18:40	2
10:35	10:40	16	4	14:40	14:45	8	5	18:40	18:45	4
10:40	10:45	7	2	14:45	14:50	7	1	18:45	18:50	0
10:45	10:50	16	0	14:50	14:55	3	1	18:50	18:55	1
10:50	10:55	7	1	14:55	15:00	10	3	18:55	19:00	0
10:55	11:00	17	2					TOTAL		1199
										455

Fuente: Propia

### Conteo general del cruce peatonal 4

Periodo c/5 minutos	Sentido 1	Sentido 2											
			11:00	11:05	26	33	15:00	15:05	27	20			
7:00	7:05	8	11:05	11:10	23	18	15:05	15:10	15	17			
7:05	7:10	9	11:10	11:15	15	25	15:10	15:15	8	3			
7:10	7:15	24	11:15	11:20	14	23	15:15	15:20	12	1			
7:15	7:20	20	11:20	11:25	18	12	15:20	15:25	10	11			
7:20	7:25	15	11:25	11:30	17	29	15:25	15:30	9	13			
7:25	7:30	16	11:30	11:35	9	20	15:30	15:35	10	7			
7:30	7:35	16	11:35	11:40	11	10	15:35	15:40	7	18			
7:35	7:40	16	11:40	11:45	10	17	15:40	15:45	8	4			
7:40	7:45	13	11:45	11:50	9	23	15:45	15:50	7	2			
7:45	7:50	10	11:50	11:55	10	17	15:50	15:55	9	8			
7:50	7:55	26	11:55	12:00	16	25	15:55	16:00	5	10			
7:55	8:00	33	12:00	12:05	14	22	16:00	16:05	3	11			
8:00	8:05	18	12:05	12:10	22	9	16:05	16:10	12	29			
8:05	8:10	21	12:10	12:15	10	20	16:10	16:15	14	18			
8:10	8:15	8	12:15	12:20	12	31	16:15	16:20	7	5			
8:15	8:20	12	12:20	12:25	14	13	16:20	16:25	8	12			
8:20	8:25	11	12:25	12:30	22	18	16:25	16:30	12	16			
8:25	8:30	15	12:30	12:35	13	26	16:30	16:35	5	7			
8:30	8:35	8	12:35	12:40	7	14	16:35	16:40	5	4			
8:35	8:40	20	12:40	12:45	9	25	16:40	16:45	6	13			
8:40	8:45	21	12:45	12:50	19	12	16:45	16:50	6	7			
8:45	8:50	28	12:50	12:55	24	18	16:50	16:55	4	1			
8:50	8:55	12	12:55	13:00	25	20	16:55	17:00	5	9			
8:55	9:00	20	13:00	13:05	9	24	17:00	17:05	10	12			
9:00	9:05	17	13:05	13:10	14	22	17:05	17:10	3	1			
9:05	9:10	21	13:10	13:15	13	19	17:10	17:15	9	2			
9:10	9:15	21	13:15	13:20	8	12	17:15	17:20	3	7			
9:15	9:20	20	13:20	13:25	21	14	17:20	17:25	2	0			
9:20	9:25	25	13:25	13:30	13	9	17:25	17:30	5	2			
9:25	9:30	21	13:30	13:35	31	10	17:30	17:35	4	9			
9:30	9:35	35	13:35	13:40	26	4	17:35	17:40	0	3			
9:35	9:40	42	13:40	13:45	31	11	17:40	17:45	3	3			
9:40	9:45	24	13:45	13:50	30	15	17:45	17:50	8	4			
9:45	9:50	26	13:50	13:55	14	11	17:50	17:55	8	9			
9:50	9:55	29	13:55	14:00	31	22	17:55	18:00	9	6			
9:55	10:00	20	14:00	14:05	24	17	18:00	18:05	4	12			
10:00	10:05	14	14:05	14:10	8	6	18:05	18:10	3	4			
10:05	10:10	19	14:10	14:15	12	6	18:10	18:15	4	8			
10:10	10:15	42	14:15	14:20	21	5	18:15	18:20	2	0			
10:15	10:20	8	14:20	14:25	13	12	18:20	18:25	7	9			
10:20	10:25	20	14:25	14:30	11	20	18:25	18:30	2	5			
10:25	10:30	17	14:30	14:35	9	10	18:30	18:35	0	5			
10:30	10:35	22	14:35	14:40	9	7	18:35	18:40	3	2			
10:35	10:40	14	14:40	14:45	25	3	18:40	18:45	2	13			
10:40	10:45	30	14:45	14:50	21	12	18:45	18:50	6	1			
10:45	10:50	20	14:50	14:55	10	10	18:50	18:55	13	8			
10:50	10:55	29	14:55	15:00	14	9	18:55	19:00	9	8			
10:55	11:00	21					TOTAL		2077	1810			

Fuente: Propia

### Conteo general del cruce peatonal 5

Periodo c/5 minutos	Sentido 1	Sentido 2	11:00	11:05	37	48	15:00	15:05	35	35	
7:00	7:05	36	8	11:05	11:10	19	44	15:05	15:10	19	28
7:05	7:10	50	5	11:10	11:15	30	57	15:10	15:15	4	13
7:10	7:15	37	9	11:15	11:20	31	65	15:15	15:20	18	16
7:15	7:20	72	17	11:20	11:25	13	56	15:20	15:25	34	42
7:20	7:25	45	15	11:25	11:30	31	44	15:25	15:30	11	34
7:25	7:30	32	8	11:30	11:35	9	38	15:30	15:35	16	27
7:30	7:35	34	15	11:35	11:40	19	38	15:35	15:40	31	40
7:35	7:40	44	21	11:40	11:45	27	55	15:40	15:45	16	32
7:40	7:45	35	25	11:45	11:50	9	57	15:45	15:50	15	29
7:45	7:50	24	11	11:50	11:55	20	39	15:50	15:55	5	21
7:50	7:55	48	11	11:55	12:00	11	47	15:55	16:00	13	28
7:55	8:00	44	13	12:00	12:05	13	55	16:00	16:05	13	18
8:00	8:05	49	27	12:05	12:10	27	50	16:05	16:10	11	37
8:05	8:10	46	13	12:10	12:15	23	82	16:10	16:15	10	47
8:10	8:15	19	19	12:15	12:20	7	39	16:15	16:20	6	21
8:15	8:20	19	48	12:20	12:25	17	39	16:20	16:25	6	13
8:20	8:25	28	35	12:25	12:30	15	51	16:25	16:30	13	42
8:25	8:30	24	23	12:30	12:35	18	35	16:30	16:35	10	39
8:30	8:35	29	48	12:35	12:40	17	58	16:35	16:40	3	28
8:35	8:40	35	44	12:40	12:45	16	17	16:40	16:45	13	27
8:40	8:45	38	27	12:45	12:50	15	21	16:45	16:50	13	16
8:45	8:50	34	30	12:50	12:55	26	36	16:50	16:55	10	16
8:50	8:55	48	21	12:55	13:00	32	30	16:55	17:00	6	5
8:55	9:00	46	44	13:00	13:05	16	48	17:00	17:05	14	19
9:00	9:05	35	58	13:05	13:10	25	29	17:05	17:10	7	19
9:05	9:10	29	34	13:10	13:15	21	25	17:10	17:15	4	14
9:10	9:15	60	45	13:15	13:20	24	31	17:15	17:20	8	15
9:15	9:20	53	40	13:20	13:25	26	18	17:20	17:25	12	4
9:20	9:25	41	30	13:25	13:30	31	18	17:25	17:30	7	5
9:25	9:30	41	36	13:30	13:35	41	10	17:30	17:35	10	20
9:30	9:35	35	38	13:35	13:40	35	19	17:35	17:40	0	9
9:35	9:40	55	26	13:40	13:45	44	20	17:40	17:45	1	6
9:40	9:45	55	42	13:45	13:50	35	14	17:45	17:50	8	3
9:45	9:50	46	36	13:50	13:55	40	28	17:50	17:55	5	14
9:50	9:55	46	41	13:55	14:00	36	22	17:55	18:00	10	9
9:55	10:00	45	45	14:00	14:05	21	35	18:00	18:05	5	13
10:00	10:05	41	45	14:05	14:10	33	17	18:05	18:10	4	6
10:05	10:10	32	63	14:10	14:15	21	14	18:10	18:15	6	15
10:10	10:15	63	36	14:15	14:20	36	29	18:15	18:20	5	3
10:15	10:20	32	58	14:20	14:25	30	48	18:20	18:25	7	8
10:20	10:25	44	41	14:25	14:30	31	34	18:25	18:30	3	6
10:25	10:30	25	32	14:30	14:35	14	29	18:30	18:35	11	12
10:30	10:35	47	40	14:35	14:40	38	27	18:35	18:40	10	6
10:35	10:40	22	25	14:40	14:45	33	19	18:40	18:45	7	9
10:40	10:45	36	40	14:45	14:50	40	15	18:45	18:50	7	8
10:45	10:50	28	51	14:50	14:55	26	37	18:50	18:55	11	5
10:50	10:55	41	44	14:55	15:00	32	27	18:55	19:00	5	9
10:55	11:00	20	49	14:55	15:00	32	27	TOTAL		3597	4137

Fuente: Propia

**ANEXO 3**

**Hora de máxima demanda**

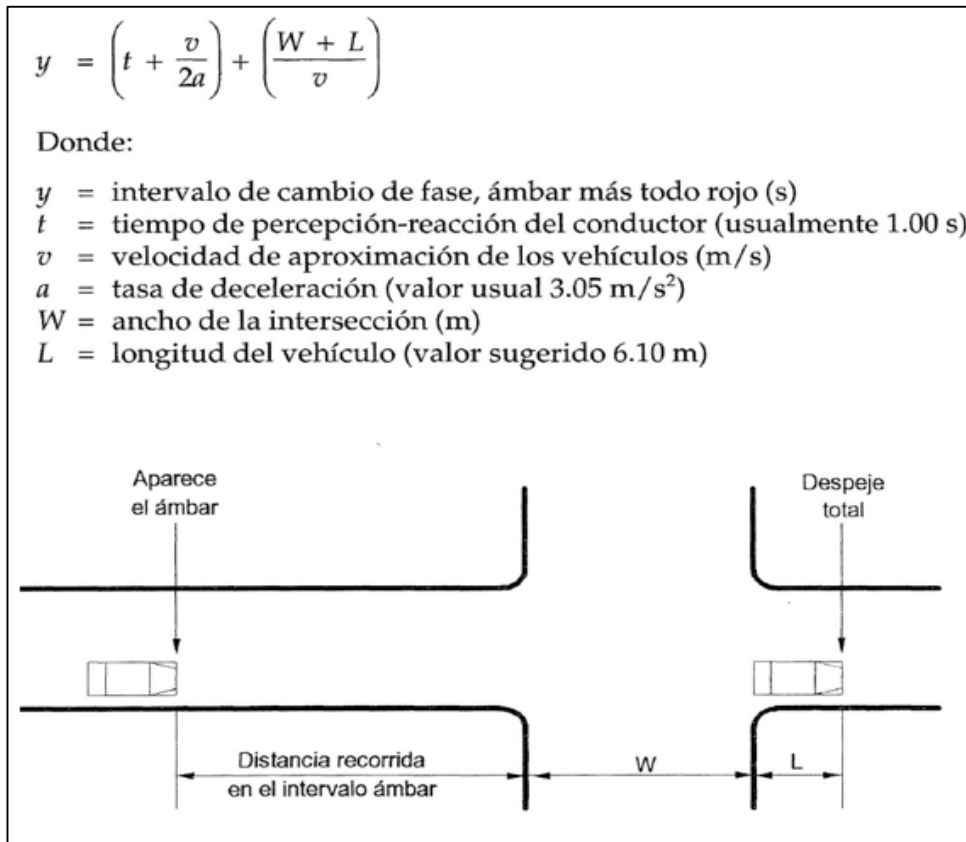
CONTEO VOLUMÉTRICO TOTAL DE LA ZONA ANALIZADA														
DIRECCIÓN:	AVENIDA PARAÍSO, PERÍMETRO DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO													
HORARIO DE CONTEO:	7:00 - 19:00													
FECHA:	25/05/2018													
	PANT 1	PANT 2	PANT 3	PANT 4	PANT 5	PANT 6	PANT 7	PANT 8	PANT 9	PANT 10	PANT 11	TOTAL	SUMA HORARIA	HORA
07:00-07:15	367	110	322	218	169	377	450	432	113	232	63	2853		
07:15-07:30	377	72	246	177	128	262	403	384	86	215	31	2381		
07:30-07:45	398	60	321	193	111	249	363	389	130	223	37	2474		
07:45-08:00	322	72	370	204	97	240	373	414	97	215	43	2447	10155	7:00 - 8:00
08:00-08:15	355	82	307	214	108	235	399	433	86	214	29	2462	9764	7:15 - 8:15
08:15-08:30	337	73	298	167	127	232	351	365	90	216	28	2284	9667	7:30 - 8:30
08:30-08:45	298	64	315	217	108	245	324	348	74	304	32	2329	9522	7:45 - 8:45
08:45-09:00	322	65	283	185	134	257	353	332	71	156	32	2190	9265	8:00 - 9:00
09:00-09:15	272	85	303	180	102	259	325	323	73	222	33	2177	8980	8:15 - 9:15
09:15-09:30	304	64	221	197	123	222	308	318	90	162	31	2040	8736	8:30 - 9:30
09:30-09:45	288	74	241	174	141	223	260	293	93	203	23	2013	8420	8:45 - 9:45
09:45-10:00	281	64	280	180	152	230	260	278	88	196	34	2043	8273	9:00 - 10:00
10:00-10:15	316	68	255	179	127	194	281	323	79	192	34	2048	8144	9:15 - 10:15
10:15-10:30	288	70	233	191	131	202	270	322	59	212	37	2015	8119	9:30 - 10:30
10:30-10:45	234	51	246	178	107	200	224	262	78	176	26	1782	7888	9:45 - 10:45
10:45-11:00	280	46	299	196	107	234	288	295	102	202	41	2090	7935	10:00 - 11:00
11:00-11:15	269	103	296	192	97	235	258	307	82	228	34	2101	7988	10:15 - 11:15
11:15-11:30	345	81	227	143	137	208	246	374	69	169	35	2034	8007	10:30 - 11:30
11:30-11:45	315	71	259	148	134	198	248	353	77	207	32	2042	8267	10:45 - 11:45
11:45-12:00	302	57	243	174	110	182	268	321	88	205	40	1990	8167	11:00 - 12:00
12:00-12:15	355	69	249	146	137	194	295	340	84	207	28	2104	8170	11:15 - 12:15
12:15-12:30	311	67	292	206	127	241	260	348	112	204	35	2203	8339	11:30 - 12:30
12:30-12:45	353	55	308	135	123	239	288	347	142	221	53	2264	8561	11:45 - 12:45
12:45-13:00	338	58	338	127	114	262	289	290	157	208	52	2233	8804	12:00 - 13:00
13:00-13:15	241	115	344	191	117	312	263	379	97	209	52	2320	9020	12:15 - 13:15
13:15-13:30	276	102	289	193	114	305	286	379	92	225	49	2310	9127	12:30 - 13:30
13:30-13:45	235	77	338	231	162	337	318	302	80	228	36	2344	9207	12:45 - 13:45
13:45-14:00	322	46	311	174	131	267	371	334	77	212	47	2292	9266	13:00 - 14:00
14:00-14:15	266	66	264	182	143	230	276	293	81	185	32	2018	8964	13:15 - 14:15
14:15-14:30	280	49	290	153	123	198	227	282	77	225	35	1939	8593	13:30 - 14:30
14:30-14:45	320	52	337	195	123	248	302	288	96	225	28	2214	8463	13:45 - 14:45
14:45-15:00	382	56	333	216	138	255	301	316	106	244	31	2378	8549	14:00 - 15:00
15:00-15:15	369	54	332	216	142	258	296	330	107	230	34	2368	8899	14:15 - 15:15
15:15-15:30	368	36	329	188	133	234	289	338	100	249	18	2282	9242	14:30 - 15:30
15:30-15:45	337	39	331	215	131	217	275	344	107	250	24	2270	9298	14:45 - 15:45
15:45-16:00	286	31	352	226	123	260	241	288	112	264	27	2210	9130	15:00 - 16:00
16:00-16:15	365	75	318	192	128	282	325	361	94	232	39	2411	9173	15:15 - 16:15
16:15-16:30	325	83	347	206	103	293	313	338	89	232	48	2377	9268	15:30 - 16:30
16:30-16:45	288	56	312	173	132	247	292	329	103	214	35	2181	9179	15:45 - 16:45
16:45-17:00	326	43	316	154	116	238	266	351	111	251	38	2210	9179	16:00 - 17:00
17:00-17:15	343	55	321	206	128	293	289	360	82	269	44	2390	9158	16:15 - 17:15
17:15-17:30	327	44	287	189	119	254	262	352	83	224	52	2193	8974	16:30 - 17:30
17:30-17:45	312	47	313	179	114	247	247	343	81	224	51	2158	8951	16:45 - 17:45
17:45-18:00	328	37	330	190	123	241	287	338	80	249	49	2252	8993	17:00 - 18:00
18:00-18:15	316	62	238	182	135	250	275	351	63	217	42	2131	8734	17:15 - 18:15
18:15-18:30	277	57	316	200	126	290	269	338	82	232	65	2252	8793	17:30 - 18:30
18:30-18:45	309	45	371	200	128	282	307	342	67	236	49	2336	8971	17:45 - 18:45
18:45-19:00	293	33	369	201	119	256	282	338	94	228	54	2267	8986	18:00 - 19:00
TOTAL	15118	3041	14440	8973	6002	11914	14243	16205	4381	10543	1842	106702	397288	

Fuente: Propia

## ANEXO 4

## Cálculo de fases semafóricas

- Intervalo de cambio de fase



Fuente: Ingeniería de tránsito Cal y Mayor & Cárdenas

- Transformación en vehículos equivalentes

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

Donde:

$f_{VP}$  = factor de ajuste por efecto de vehículos pesados  
 $P_C$  = porcentaje de camiones  
 $P_B$  = porcentaje de autobuses  
 $P_R$  = porcentaje de vehículos recreativos  
 $E_C$  = automóviles equivalentes a un camión  
 $E_B$  = automóviles equivalentes a un autobús  
 $E_R$  = automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

Fuente: Ingeniería de tránsito Cal y Mayor & Cárdenas



- Longitud de ciclo

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

Donde:

$C_o$  = tiempo óptimo de ciclo (s)

$L$  = tiempo total perdido por ciclo (s)

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

$\phi$  = número de fases

Fuente: Ingeniería de tránsito Cal y Mayor & Cárdenas

- Verde total de la intersección

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

Donde:

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

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

$L$  = tiempo total perdido por ciclo (s)

Fuente: Ingeniería de tránsito Cal y Mayor & Cárdenas

- Verdes de cada acceso

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

Donde:

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

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

Fuente: Ingeniería de tránsito Cal y Mayor & Cárdenas

