



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**  
**CARRERA GESTIÓN DEL TRANSPORTE**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR UN  
SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN EN LA PARROQUIA  
BELISARIO QUEVEDO DEL CANTÓN LATACUNGA.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**LICENCIADO EN GESTIÓN DEL TRANSPORTE**

**AUTOR:**

**JOSÉ LUIS AIMACAÑA GUAMÁN**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**  
**CARRERA GESTIÓN DEL TRANSPORTE**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR UN  
SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN EN LA PARROQUIA  
BELISARIO QUEVEDO DEL CANTÓN LATACUNGA.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**LICENCIADO EN GESTIÓN DEL TRANSPORTE**

**AUTOR:** JOSÉ LUIS AIMACAÑA GUAMÁN

**DIRECTOR:** ING. JOSÉ LUIS LLAMUCA LLAMUCA

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, José Luis Aimacaña Guamán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, José Luis Aimacaña Guamán, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos, Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.


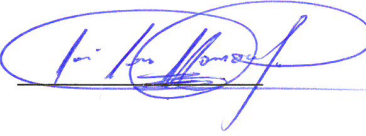

Riobamba, 02 de junio del 2023



**José Luis Aimacaña Guamán.**  
**C.C. 050431339-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**  
**CARRERA GESTIÓN DEL TRANSPORTE**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO DEL CANTÓN LATACUNGA**, realizado por el señor: **JOSÉ LUIS AIMACAÑA GUAMÁN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Ruffo Neptalí Villa Uvidia, Msc <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-06-02
Ing. José Luis Llamuca Llamuca <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-02
Lcda. Viviana Vanessa Yáñez Valle <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-02

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se la dedico a mi madre Augusta Guamán quien es y será mi pilar fundamental, por brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi trayectoria estudiantil por confiar en mí y en mis capacidades, por enseñarme que la vida es una lucha constante y a no rendirme tan fácilmente. A mis hermanos: Juan, Alex y Johana quienes son la inspiración para seguir adelante y en especial a mi esposa Nataly quien me brindó su amor y apoyo incondicional, alentándome a seguir con este proceso hasta lograrlo.

José

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme salud y vida, a mi madre Augusta Guamán por estar conmigo en todo momento dándome sus sabios consejos, apoyándome y motivándome a ser persistente y luchar por mis sueños.

De la misma manera quiero agradecer a cada uno de mis docentes que han sido guías durante mi trayectoria estudiantil, inculcándome valores y brindándome sus conocimientos que me ayudaron a llegar a culminar mi carrera, en especial al Ing. José Luis Llamuca y a la Lcda. Viviana Yáñez quienes me brindaron las herramientas necesarias para poder desarrollar el presente trabajo. También quiero extender mi agradecimiento a la Ing. Nataly Guanoluisa por brindarme su conocimiento y apoyo incondicional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas para poder educarme y poder formarme como un gran profesional.

José

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY/ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1.</b>	<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.</b>	<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.</b>	<b>Formulación del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.</b>	<b>Delimitación del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<i>1.4.1.</i>	<i>Objetivo General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2.</i>	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>3</i>
<b>1.5.</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6.</b>	<b>Idea a defender.....</b>	<b>4</b>
<i>1.6.1.</i>	<i>Interrogantes de estudio.....</i>	<i>5</i>

### CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.</b>	<b>Antecedentes de investigación.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.</b>	<b>Marco referencial.....</b>	<b>7</b>
<i>2.2.1.</i>	<i>Flujo vehicular.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2.2.</i>	<i>Tipos de flujo vehicular.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2.3.</i>	<i>Variables principales del flujo vehicular.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.4.</i>	<i>Infraestructura vial.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.5.</i>	<i>Intersección.....</i>	<i>11</i>
<i>2.2.6.</i>	<i>Tipos de intersecciones.....</i>	<i>11</i>
<i>2.2.7.</i>	<i>Normativa para su instalación.....</i>	<i>13</i>
<i>2.2.8.</i>	<i>Semaforización.....</i>	<i>16</i>
<i>2.2.8.1.</i>	<i>Sistema de semáforos.....</i>	<i>16</i>



2.2.8.2.	<i>Semáforo</i> .....	16
<b>2.2.9.</b>	<b><i>Tipos de semáforos</i></b> .....	16
2.2.9.1.	<i>Semáforos vehiculares</i> .....	16
2.2.9.2.	<i>Semáforos peatonales</i> .....	17
<b>2.2.10.</b>	<b><i>Ciclo semafórico</i></b> .....	17
<b>2.2.11.</b>	<b><i>Fase semafórica</i></b> .....	17
<b>2.2.12.</b>	<b><i>Agrupación de carriles y fases</i></b> .....	18
2.2.12.1.	<i>Diseño de fases</i> .....	18
<b>2.2.13.</b>	<b><i>Combinación típica de fases</i></b> .....	19
<b>2.2.14.</b>	<b><i>Grupos de carriles</i></b> .....	19
<b>2.2.15.</b>	<b><i>Tipos de movimientos</i></b> .....	20
2.2.15.1.	<i>Protegido</i> .....	20
2.2.15.2.	<i>Permitido</i> .....	20
<b>2.2.16.</b>	<b><i>Cálculo del flujo de saturación por el método HCM</i></b> .....	21
2.2.16.1.	<i>Tasa de flujo de saturación (S)</i> .....	21
<b>2.2.17.</b>	<b><i>Análisis de la capacidad</i></b> .....	23
2.2.17.1.	<i>Determinación del grupo critico (Yi)</i> .....	23
<b>2.2.18.</b>	<b><i>Determinación del ciclo del semáforo</i></b> .....	24
2.2.18.1.	<i>Tiempo de entreverde</i> .....	24
2.2.18.2.	<i>Tiempo perdido total</i> .....	24
<b>2.2.19.</b>	<b><i>Cálculo de tiempo de ciclo óptimo</i></b> .....	25
<b>2.2.20.</b>	<b><i>Condiciones del tránsito</i></b> .....	26
2.2.20.1.	<i>Livianos</i> .....	26
2.2.20.2.	<i>Buses</i> .....	26
2.2.20.3.	<i>Pesados (camiones / tráiler)</i> .....	26
<b>2.2.21.</b>	<b><i>Nivel de servicio</i></b> .....	26
2.2.21.1.	<i>Tipos de nivel de servicio</i> .....	27

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	29
<b>3.1.</b>	<b>Enfoque de investigación</b> .....	29
<b>3.2.</b>	<b>Nivel de investigación</b> .....	29
<b>3.3.</b>	<b>Diseño de investigación</b> .....	29
3.3.1.	<i>No experimental</i> .....	29
3.3.2.	<i>Transversal</i> .....	29
<b>3.4.</b>	<b>Tipo de estudio (documental/de campo)</b> .....	30

3.4.1.	<i>Documental</i> .....	30
3.4.2.	<i>De campo</i> .....	30
3.5.	<b>Población y Muestra</b> .....	31
3.6.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	33
3.6.1.	<i>Método</i> .....	33
3.6.1.1.	<i>Método inductivo</i> .....	33
3.6.1.2.	<i>Método deductivo</i> .....	33
3.7.	<b>Técnicas</b> .....	33
3.7.1.	<i>Aforo</i> .....	33
3.7.2.	<i>Observación</i> .....	33
3.7.3.	<i>Libros y apuntes</i> .....	34
3.8.	<b>Instrumentos</b> .....	34
3.8.1.	<i>Ficha de observación</i> .....	34
3.8.2.	<i>Ficha de aforo vehicular</i> .....	34

#### CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ...</b>	35
4.1.	<b>Intersección N.- 01, Calle 24 de mayo y Bethlemitas</b> .....	37
4.1.1.	<i>Características geométricas de la vía</i> .....	37
4.1.2.	<i>Condiciones del tránsito de la intersección N.- 01: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo</i> .....	42
4.1.3.	<i>Cálculo del flujo de saturación (F<sub>sat</sub>)</i> .....	45
4.1.3.1.	<i>Ajuste por ancho de carril (f<sub>w</sub>)</i> .....	45
4.1.3.2.	<i>Ajuste por vehículos pesados (f<sub>Hw</sub>)</i> .....	45
4.1.3.3.	<i>Gradiente</i> .....	45
4.1.3.4.	<i>Ajuste por gradiente (f<sub>g</sub>)</i> .....	45
4.1.3.5.	<i>Ajuste por parqueo (f<sub>p</sub>)</i> .....	46
4.1.3.6.	<i>Bloqueo de buses (f<sub>bb</sub>)</i> .....	46
4.1.3.7.	<i>Factor de ajuste por tipo de zona (f<sub>a</sub>)</i> .....	46
4.1.3.8.	<i>Ajuste por utilización de carril, para dos carriles</i> .....	46
4.1.3.9.	<i>Ajuste por giros izquierdos</i> .....	46
4.1.3.10.	<i>Ajuste por giros derechos (f<sub>RT</sub>)</i> .....	47
4.1.3.11.	<i>Cálculo del flujo saturación</i> .....	47
4.1.3.12.	<i>Cálculo del Y<sub>i</sub> crítico</i> .....	47
4.2.	<b>Intersección N.- 02, Calle 24 de mayo y Colaguango</b> .....	52

4.2.1.	<i>Características geométricas de la vía</i> .....	52
4.2.2.	<i>Condiciones del tránsito de la intersección N.- 02: Calle Colaguango y 24 de Mayo</i> .....	56
4.3.	<b>Intersección N.- 03, Calle 24 de mayo y Camino del Inka</b> .....	63
4.3.1.	<i>Características geométricas de la vía</i> .....	63
4.3.2.	<i>Condiciones del tránsito de la intersección N.- 03: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo</i> .....	70
4.4.	<b>Intersección N.- 04, Calle 24 de mayo y 24 de agosto</b> .....	79
4.4.1.	<i>Características geométricas de la vía</i> .....	79
4.4.2.	<i>Condiciones del tránsito de la intersección N.- 04</i> .....	87

## CAPÍTULO V

5.	<b>MARCO PROPOSITIVO</b> .....	98
5.1.	<b>Contenido de la propuesta</b> .....	98
5.1.1.	<i>Tema de la investigación</i> .....	98
5.2.	<b>Objetivos</b> .....	98
5.2.1.	<i>Objetivo General</i> .....	98
5.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	98
5.2.3.	<i>Alcance de la propuesta</i> .....	98
5.2.4.	<i>Desarrollo de la propuesta</i> .....	99
5.3.	<b>Requerimientos</b> .....	99
5.3.1.	<i>Requerimientos técnicos</i> .....	99
5.3.2.	<i>Requerimientos de volúmenes de tránsito</i> .....	100
5.3.3.	<i>Frecuencia de accidentes</i> .....	100
5.4.	<b>Propuesta intersección N.- 1, Calle Bethlemitas y 24 de Mayo</b> .....	102
5.4.1.	<i>Ciclo óptimo</i> .....	103
5.4.2.	<i>Tiempo en verde</i> .....	103
5.4.3.	<i>Gráfica de tiempos</i> .....	104
5.5.	<b>Propuesta intersección N.- 2, Calle Colaguango y 24 de Mayo</b> .....	108
5.5.1.	<i>Ciclo óptimo</i> .....	109
5.5.2.	<i>Tiempo en verde</i> .....	109
5.5.3.	<i>Gráfica de tiempos</i> .....	109
5.6.	<b>Propuesta intersección N.- 3, Calle Camino del Inka y 24 de Mayo</b> .....	113
5.6.1.	<i>Ciclo óptimo</i> .....	113
5.6.2.	<i>Tiempo en verde</i> .....	114
5.6.3.	<i>Gráfica de tiempos</i> .....	115

<b>5.7.</b>	<b>Propuesta intersección N.- 4, Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo</b> .....	119
<b>5.7.1.</b>	<b>Ciclo óptimo</b> .....	119
<b>5.7.2.</b>	<b>Tiempo en verde</b> .....	120
<b>5.7.3.</b>	<b>Gráfica de tiempos</b> .....	120

## **CAPÍTULO VI**

<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	127
<b>6.1.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	127
<b>6.2.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	128

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Distancia mínima entre señales .....	11
<b>Tabla 2-2:</b>	Volúmenes vehiculares mínimos.....	14
<b>Tabla 3-2:</b>	Volúmenes vehiculares mínimos .....	15
<b>Tabla 4-2:</b>	Tasa de flujo de saturación (S) .....	22
<b>Tabla 5-2:</b>	Características de los niveles de servicio para carreteras de dos carriles .....	26
<b>Tabla 6-2:</b>	Demoras por grupo .....	28
<b>Tabla 1-4:</b>	Diagnóstico de la situación actual de las intersecciones .....	36
<b>Tabla 2-4:</b>	Características geométricas de la intersección N.- 01 .....	37
<b>Tabla 3-4:</b>	Detalles técnicos de la infraestructura vial .....	38
<b>Tabla 4-4:</b>	Composición vehicular de la hora de máxima demanda .....	42
<b>Tabla 5-4:</b>	Proporción de vehículos pesados en cada grupo .....	43
<b>Tabla 6-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico.....	44
<b>Tabla 7-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	45
<b>Tabla 8-4:</b>	Diseño de fases.....	47
<b>Tabla 9-4:</b>	Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 01: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo .....	48
<b>Tabla 10-4:</b>	Flujo de saturación de la intersección N.- 01: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo. .....	49
<b>Tabla 11-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	50
<b>Tabla 12-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico.....	51
<b>Tabla 13-4:</b>	Características geométricas de la intersección N.- 02 .....	53
<b>Tabla 14-4:</b>	Detalles técnicos de la infraestructura vial .....	53
<b>Tabla 15-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico.....	57
<b>Tabla 16-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	58
<b>Tabla 17-4:</b>	Composición vehicular .....	58
<b>Tabla 18-4:</b>	Proporción de vehículos pesados en cada grupo .....	59
<b>Tabla 19-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	59
<b>Tabla 20-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico.....	60
<b>Tabla 21-4:</b>	Diseño de fases.....	61
<b>Tabla 22-4:</b>	Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 02: Calle Colaguango y 24 de Mayo .....	61
<b>Tabla 23-4:</b>	Flujo de saturación de la intersección N.- 02: Calle Colaguango y 24 de Mayo .....	62
<b>Tabla 24-4:</b>	Características geométricas de la intersección N.- 03 .....	64

<b>Tabla 25-4:</b>	Detalles técnicos de la infraestructura vial .....	64
<b>Tabla 26-4:</b>	Composición vehicular .....	71
<b>Tabla 27-4:</b>	Proporción de vehículos pesados en cada grupo .....	71
<b>Tabla 28-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	72
<b>Tabla 29-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico .....	73
<b>Tabla 30-4:</b>	Diseño de fases .....	74
<b>Tabla 31-4:</b>	Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 03: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo .....	75
<b>Tabla 32-4:</b>	Flujo de saturación de la intersección N.- 03: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo .....	76
<b>Tabla 33-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	77
<b>Tabla 34-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico .....	78
<b>Tabla 35-4:</b>	Características geométricas de la intersección N.- 03 .....	80
<b>Tabla 36-4:</b>	Detalles de la infraestructura vial .....	80
<b>Tabla 37-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	87
<b>Tabla 38-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico .....	88
<b>Tabla 40-4:</b>	Proporción de vehículos pesados en cada grupo .....	90
<b>Tabla 41-4:</b>	Volumen vehicular por sentido de circulación .....	90
<b>Tabla 42-4:</b>	Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico .....	91
<b>Tabla 43-4:</b>	Diseño de fases .....	92
<b>Tabla 44-4:</b>	Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 04: Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo .....	93
<b>Tabla 45-4:</b>	Flujo de saturación de la intersección N.- 04: Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo .....	94
<b>Tabla 46-4:</b>	Cumplimiento de la norma RTE 004-1:2011 señales verticales en la parroquia Belisario Quevedo .....	95
<b>Tabla 47-4:</b>	Cumplimiento de la norma RTE 004-2:2011 señales horizontales en la parroquia Belisario Quevedo .....	96
<b>Tabla 1-5:</b>	Volúmenes vehiculares mínimos .....	100
<b>Tabla 2-5:</b>	Frecuencia de accidentes .....	101
<b>Tabla 3-5:</b>	Determinación de los Yi críticos .....	102
<b>Tabla 4-5:</b>	Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento .....	103
<b>Tabla 5-5:</b>	Propuesta de la intersección n.- 01: calle Bethlemitas y 24 de mayo .....	105
<b>Tabla 6-5:</b>	Nivel de servicio de la intersección N.- 01: calle Bethlemitas y 24 de mayo.	107
<b>Tabla 7-5:</b>	Determinación de los Yi críticos .....	108
<b>Tabla 8-5:</b>	Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento .....	108
<b>Tabla 9-5:</b>	Propuesta de la intersección n.- 02: calle Colaguango y 24 de mayo .....	110

<b>Tabla 10-5:</b>	Nivel de servicio de la intersección n.- 02: calle Colaguango y 24 de mayo	112
<b>Tabla 11-5:</b>	Determinación de los $Y_i$ críticos .....	113
<b>Tabla 12-5:</b>	Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento .....	113
<b>Tabla 13-5:</b>	Propuesta de la intersección n.- 03: calle camino del Inka y 24 de mayo .....	116
<b>Tabla 14-5:</b>	Nivel de servicio de la intersección n.- 03: calle camino del Inka y 24 de mayo .....	118
<b>Tabla 15-5:</b>	Determinación de los $Y_i$ críticos .....	119
<b>Tabla 16-5:</b>	Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento .....	119
<b>Tabla 17-5:</b>	Propuesta de la intersección n.- 04: calle 24 de agosto y 24 de mayo.....	121
<b>Tabla 18-5:</b>	Nivel de servicio de la intersección n.- 04: calle 24 de agosto y 24 de mayo	123
<b>Tabla 19-5:</b>	Presupuesto referencial por intersecciones.....	124
<b>Tabla 20-5:</b>	Presupuesto referencial de su instalación .....	124
<b>Tabla 21-5:</b>	Cronograma de ejecución del proyecto semafórico.....	126

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Infraestructura Vial .....	9
<b>Ilustración 2-2:</b>	Intersecciones en T (Tres ramales) .....	12
<b>Ilustración 3-2:</b>	Intersecciones en X o + (Cuatro ramales).....	12
<b>Ilustración 4-2:</b>	Intersecciones en Y (Tres ramales).....	12
<b>Ilustración 5-2:</b>	Semáforo con 3 módulos .....	17
<b>Ilustración 6-2:</b>	Semáforo peatonal luz verde y semáforo peatonal luz roja.....	17
<b>Ilustración 7-2:</b>	Diseño de fases .....	18
<b>Ilustración 8-2:</b>	Diseño de fases .....	19
<b>Ilustración 9-2:</b>	Diseño de fases .....	19
<b>Ilustración 10-2:</b>	Diseño de fases .....	20
<b>Ilustración 1-3:</b>	Método de análisis de intersecciones .....	30
<b>Ilustración 2-3:</b>	Intersecciones de estudio de la parroquia Belisario Quevedo.....	31
<b>Ilustración 3-3:</b>	Red Vial de la parroquia Belisario Quevedo .....	32
<b>Ilustración 4-3:</b>	Ubicación Geográfica de la parroquia Belisario Quevedo.....	32
<b>Ilustración 1-4:</b>	Intersección N.- 01, Calle 24 de mayo y Bethlemitas.....	37
<b>Ilustración 2-4:</b>	Volumen total por hora de las calles Bethlemitas y 24 de Mayo.....	42
<b>Ilustración 3-4:</b>	Composición vehicular de la hora de máxima demanda.....	43
<b>Ilustración 4-4:</b>	Conteo vehicular de las calles Bethlemitas y 24 de Mayo.....	50
<b>Ilustración 5-4:</b>	Intersección N.- 02, Calle 24 de mayo y Colaguango .....	52
<b>Ilustración 6-4:</b>	Conteo vehicular de las calles Colaguango y 24 de Mayo .....	56
<b>Ilustración 7-4:</b>	Composición vehicular .....	58
<b>Ilustración 8-4:</b>	Conteo vehicular de las calles Colaguango y 24 de Mayo .....	59
<b>Ilustración 9-4:</b>	Intersección N.- 03, Calle 24 de mayo y Camino del Inka .....	63
<b>Ilustración 10-4:</b>	Conteo vehicular de las calles Camino del Inka y 24 de Mayo .....	70
<b>Ilustración 11-4:</b>	Composición vehicular .....	71
<b>Ilustración 12-4:</b>	Conteo vehicular de las calles Camino del Inka y 24 de Mayo .....	77
<b>Ilustración 13-4:</b>	Intersección N.- 04, Calle 24 de mayo y 24 de agosto.....	79
<b>Ilustración 14-4:</b>	Conteo vehicular de las calles 24 de Agosto y 24 de Mayo .....	87
<b>Ilustración 15-4:</b>	Conteo vehicular de las calles 24 de Agosto y 24 de Mayo .....	89
<b>Ilustración 16-4:</b>	Composición vehicular .....	90



## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** TABULACIÓN DE EL CONTEO VEHICULAR
- ANEXO B:** FICHA DE OBSERVACIÓN CONTEO VEHICULAR
- ANEXO C:** FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
- ANEXO D:** CÁLCULO DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA
- ANEXO E:** CÁLCULO DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA
- ANEXO F:** CÁLCULO DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA
- ANEXO G:** CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN 1
- ANEXO H:** INFRAESTRUCTURA VIAL INTERSECCIÓN 2
- ANEXO I:** CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN 3
- ANEXO J:** CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN 4
- ANEXO K:** INFRAESTRUCTURA VIAL INTERSECCIÓN 3
- ANEXO L:** INFRAESTRUCTURA VIAL INTERSECCIÓN 4

## RESUMEN

El crecimiento del parque automotor y la congestión vehicular en intersecciones ha generado demoras en los tiempos de viaje, desorganización del flujo vehicular y aumento de accidentes de tránsito, por esta razón se realizó el presente Trabajo de Integración Curricular el cual se fue desarrollando mediante un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de semaforización en intersecciones céntricas de la Parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga. En primera instancia tuvo como finalidad diagnosticar la situación actual de la infraestructura vial principalmente de cada intersección de acuerdo con los requerimientos establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 004-01:2011, INEN 004-02:2011, INEN 004:201 parte 5), teniendo como enfoque principal la reducción de conflictos como la congestión y accidentes de tránsito para los actores viales quienes utilizan esta vía. El levantamiento de información se realizó mediante fichas de observación y aforos vehiculares, con la aplicación de estos instrumentos se pudo determinar la geometría de la vía, señalética tanto horizontales como verticales las mismas se encuentran en malas condiciones presentando un deterioro. Mediante la evaluación del flujo vehicular acorde al conteo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano del Instituto Ecuatoriano de Normalización (RTE-INEN 004:2012 parte 5) se realizó un análisis cuantitativo donde se obtuvo valores que cumplen con los requerimientos establecidos en la normativa para la implementación del sistema semafórico, las mismas que estarán provistas con señaléticas complementarias tanto horizontales como verticales y un correcto mantenimiento de la capa asfáltica. En base al estudio realizado se concluye que en las intersecciones se debe implementar el sistema de semaforización la cual contribuirá al mejoramiento del flujo vehicular y de sus actores viales.

**Palabras clave:** <SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN>, <GEOMETRÍA E INFRAESTRUCTURA DE LA VÍA>, <REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO>, <CONGESTIÓN Y ACCIDENTES DE TRÁNSITO>, <FLUJO VEHICULAR>.



26-06-2023

1276-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The growth of the automotive fleet and traffic jams at intersections have resulted in travel delays, disorganization of traffic flow, and increased traffic accidents. For this reason, this research was conducted by a feasibility study to implement a traffic signal system at central intersections in the Belisario Quevedo of Latacunga Canton. The primary goal was to diagnose the current situation of the road infrastructure, particularly at each intersection, following the requirements established in the Ecuadorian Technical Regulation of the Ecuadorian Standardization Institute (INEN 004-01:2011, INEN 004-02:2011, INEN 004:201 Part 5). This diagnosis focused on reducing conflicts such as congestion and traffic accidents for road users. The data collection process included observation records and traffic counts to help determine the road geometry and the condition of both horizontal and vertical signage, which were deteriorated. The Ecuadorian Technical Regulation of the Ecuadorian Standardization Institute (RTE-INEN 004:2012 Part 5) was essential for evaluating the traffic flow by established count using quantitative analysis. As a result, it was possible to determine values that meet the requirements specified in the regulations for implementing the traffic signal system. Consequently, complementary signage, both horizontal and vertical, and proper maintenance of the asphalt layer will be provided. Based on the conducted study, implementing the traffic signal system at the intersections will improve traffic flow and the well-being of road users.

Keywords: <TRAFFIC SIGNAL SYSTEM>, <ROAD GEOMETRY AND INFRASTRUCTURE>, <ECUADORIAN TECHNICAL REGULATION>, <CONGESTION AND TRAFFIC ACCIDENTS>, <TRAFFIC FLOW>.



Lic. Mónica Logroño Becerra

060274953-3

## INTRODUCCIÓN

En el cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo el incremento del parque automotor se ha convertido en uno de los factores principales del comportamiento desordenado del flujo vehicular, la congestión y el incremento de accidentes de tránsito, es por ello por lo que se ha propuesto un “Estudio de factibilidad para implementar un sistema de semaforización en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga”. El presente trabajo de investigación se enfoca principalmente en evaluar el flujo vehicular y diagnosticar la situación actual en cuanto a la infraestructura vial con el objetivo de dar saneamiento al comportamiento vial en beneficio de los actores viales, para la realización de la propuesta se tomó en cuenta la metodología del Manual de la HCM 2000. También para su desarrollo se requirió de un análisis basado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004-2012 parte 5, INEN 004-1; 2011 e INEN 004-2;2011.

El principal objetivo del presente proyecto de investigación es diagnosticar y evaluar el comportamiento vehicular, infraestructura vial y nivel de accidentes de tránsito en las intersecciones de la zona céntrica de la parroquia con la finalidad de reducir el nivel de riesgo en sus aproximaciones con la implementación de semáforos con sus respectivas señaléticas complementarias como lo estipula los reglamentos analizados, para finalmente obtener un buen desenvolvimiento vehicular esto ayudará a precautelar a los actores viales en general. El siguiente proyecto de investigación se encuentra desarrollado en 5 capítulos que se detalla a continuación:

**Capítulo I:** Planteamiento del problema por la cual se va a realizar la investigación juntamente con los objetivos planteados para dar cumplimiento.

**Capítulo II:** Se fundamenta los antecedentes investigativos y el marco teórico de toda la conceptualización técnica de los temas a desarrollar en el proyecto de investigación.

**Capítulo III:** Se establece la metodología la cual está enfocada en el diseño, uso de métodos, técnicas e instrumentos que serán utilizados al momento de realizar el levantamiento de información y aforo vehicular en la zona céntrica de la parroquia.

**Capítulo IV:** Mediante el diagnóstico se planteó la situación actual y posterior a ello el desarrollo de los datos obtenidos para el análisis y la interpretación de resultados.

**Capítulo V:** También se estableció la propuesta de implementación de un sistema semafórico con sus ciclos óptimos y señaléticas complementarias para una excelente funcionalidad.

**Capítulo VI:** Finalmente está compuesta por conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema:

La congestión de tránsito ha ido aumentando en gran parte del mundo, con una visión de crecimiento constituyendo de cierto modo un peligro en la calidad de vida urbana. El explosivo incremento del sistema automotor y el deseo de usarlos ya sea por razones de comodidad o de status social especialmente en los países en desarrollo ejerciendo una creciente presión sobre la capacidad de las vías públicas existentes, es por ello que se ha creado medidas que originen una movilidad segura y sustentable, siendo el control en intersecciones una de las metodologías más importantes que ayudan a disminuir los accidentes de tránsito.

De acuerdo a investigaciones existen varias maneras de disminuir los accidentes de tránsito pues las intersecciones son los lugares más conflictivos en una red vial al ser la conexión de varias vías donde una de ellas tiene la preferencia convirtiéndola en principal y la otra en secundaria pues al no respetar esta jerarquía se producen incidentes con pérdidas humanas, materiales y obra civil, por lo tanto la semaforización es una de las metodologías más efectivas para guiar los flujos vehiculares asociada con una excelente optimización de sus fases la cual se convierte en eficaz y eficiente para los actores viales que necesitan un control efectivo.

La falta de una óptima organización, planificación y regulación de la movilidad es la causa principal por la cual se ve afectada la fluidez vehicular, para ello se propone la implementación de un sistema de semaforización, el cual tiene como finalidad la regularización de la circulación vehicular y peatonal de manera eficaz y más segura.

El crecimiento de la población y la implementación de entidades públicas como: El centro de Revisión Técnica Vehicular y la ESPE ha generado mayor crecimiento y demanda de vehículos, con un parque automotor aproximadamente a 25000 y usuarios los cuales hacen uso diario de los servicios de transporte tales como: buses, taxis y vehículos de carga mixta, por ende el flujo vehicular ha aumentado provocando congestionamiento e incluso ocasionando accidentes de tránsito lo cual pone en riesgo la vida de los peatones, debido a la inexistencia de semáforos en intersecciones críticas de la parroquia.

Cabe recalcar también que el Ecuador es considerado el segundo país de Sudamérica con un elevado número de pérdidas humanas, según las estadísticas nacionales planteadas todas estas pérdidas son por los accidentes de tránsito, ya que es la primera causa de muerte en el Ecuador. La Agencia Nacional de Tránsito (ANT) registra que el 50,09% de accidentes se debe a la imprudencia de los conductores, a la falta de semaforización y señalización.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuáles son los parámetros, normativas, reglamentos y metodologías que deberían cumplirse para la implementación de un Sistema Semafórico en intersecciones críticas como parte del mejoramiento del Flujo Vehicular y la calidad de vida de sus Actores Viales?

## **1.3. Delimitación del Problema**

El presente proyecto de investigación se delimitó bajo los siguientes parámetros:

**Objeto de estudio:** Estudio de factibilidad para implementar un sistema de semaforización en la Parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga.

**Campo de Acción:** Gestión de Transporte Terrestre.

**Localización:** Parroquia Belisario Quevedo del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

**Tiempo:** Periodo del año 2022-2023

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

Realizar un estudio de factibilidad utilizando técnicas y normativas de movilidad para la implementación de un sistema de semaforización en intersecciones críticas, con la finalidad de controlar el flujo vehicular de la Parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- ❖ Diagnosticar la situación actual del flujo vehicular e infraestructura de las intersecciones de la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga.
- ❖ Evaluar la información obtenida para la determinación del flujo vehicular de cada brazo.
- ❖ Proponer la implementación del sistema semafórico con sus fases y ciclos apropiados para mejorar la fluidez vehicular.

## **1.5. Justificación**

El proyecto tiene como propósito realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de semaforización en la parroquia Belisario Quevedo debido al crecimiento acelerado de la población y por el cambio de actividades del sector como: comercial, educativa, turística y gestión de entidades públicas, también por ser considerado un punto estratégico del cantón Latacunga por su ubicación geográfica se ve la necesidad de proponer un sistema semafórico en intersecciones críticas principalmente las que unen a las unidades educativas (escuela, colegio y universidad), entidad pública (Revisión técnica vehicular GAD Latacunga) y la parte céntrica de la parroquia.

Uno de los aportes principales de este sistema es el control del tránsito vehicular y mitigación del nivel de riesgo actual y futuro, con ello se lograría una mejor convivencia entre los actores viales como: peatones, ciclistas, conductores y motorizados precautelando la integridad de los mismos, el impacto social será de gran relevancia ya que se atenderá oportunamente las necesidades de los habitantes de esta parroquia.

El estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de semaforización en la parroquia Belisario Quevedo permitirá una mejora en la gestión de tránsito y contribuirá a la concientización de los peatones y conductores mejorando la seguridad vial.

Los principales beneficiarios directos de esta investigación serán todas las personas que habitan en la parroquia Belisario Quevedo y los usuarios que hacen uso del servicio de transporte ya sea que acuden al centro de Revisión técnica vehicular, estudiantes de la ESPE y turistas que visitan el lugar.

## **1.6. Idea a defender**

Al realizar el estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de semaforización en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga, se podrá mejorar el flujo vehicular y la movilidad en las intersecciones.

### ***1.6.1. Interrogantes de estudio***

¿Qué técnicas, normativas y metodologías se utiliza para llevar a cabo una implementación de un sistema de semaforización en intersecciones criticas para controlar el flujo vehicular de la parroquia?

¿Cuál es el comportamiento actual del flujo vehicular y su infraestructura vial en intersecciones céntricas de la parroquia?

¿Qué factores intervienen para la evaluación del flujo vehicular de cada brazo?

¿De qué manera se beneficiará la población en general con la implementación de un sistema semafórico con sus fases y ciclos apropiados en la parroquia?



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

El primer semáforo de la historia se instaló hace 150 años, en diciembre 1868 en la ciudad de Londres fue el primer semáforo del mundo en el exterior del parlamento británico de Westminster. Utilizando como referencia las señales de ferrocarril, el ingeniero ferroviario John Peake Knight diseñó el primer semáforo utilizado para controlar el tráfico.

El aumento de la necesidad de controlar el tráfico debido al incremento del uso de varios tipos de vehículos y la consiguiente congestión en la circulación propició que la idea del semáforo fuera recuperada a principios del siglo XX. La evolución en la instalación de las primeras farolas eléctricas permitió adaptar la invención de J.P. Knight hacia un diseño eléctrico, más seguro. Así, el primer semáforo eléctrico del mundo se instaló en Cleveland, Estados Unidos, en 1914. El primero de Europa se instaló en Berlín, Alemania, sólo 10 años después.

Con el tiempo y la llegada de nuevas tecnologías, el semáforo ha ido evolucionando a lo que ahora conocemos como “semáforo inteligente”. Por supuesto, hoy en día la gestión del tráfico se realiza desde un centro de control con un software especializado compuesto de complejos algoritmos, capaz de regular el flujo de vehículos (Campos, 2020).

La existencia de los semáforos es vital para la movilidad eficiente de las ciudades cada día más pobladas y con problemas de tráfico crecientes. Barcelona, ciudad pionera en el sector tecnológico dispone de un sistema semaforico complejo. Sin embargo, la exponencial innovación tecnológica y la demanda de los ciudadanos deja en evidencia la obsolescencia del sistema actual.

Este proyecto intenta ofrecer una mejor solución al sistema semaforico actual que, gracias al crecimiento de las nuevas tecnologías, pretende diseñar un nuevo modelo de sistema óptico más eficiente y sostenible (Bosch, 2022).

En la Universidad Autónoma del Estado de México reposa la tesis del autor Manzo Cruz & Arzate Hernández (Manzo Cruz & Arzate Hernández, 2019), denominado “SISTEMA DE SEMÁFOROS INTELIGENTES PARA EL CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR”, el desarrollo de este sistema se basa en una implementación de nuevas tecnologías mediante técnicas

de procesamiento de imágenes y visión artificial usando un lenguaje de programación “Python” (Manzo, 2019).

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo reposa la tesis, para la obtención del título de ingeniería en gestión de transporte de la autora Erica Yesenia (Cobeña, 2019), denominado “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEMÁFOROS EN LAS UNIDADES EDUCATIVAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, su objetivo es diagnosticar la situación actual de los accesos a las instituciones y determinar los requerimientos de las normas técnicas enfocadas en la reducción de problemas de congestión y peligro de quienes transiten por dichos lugares. (Cobeña, 2019).

En la ciudad de Latacunga se ubican semáforos de forma paulatina en las diferentes intersecciones del casco urbano que tiene como objetivo el cumplimiento de las competencias municipales en materia de seguridad vial. Esto ayuda a dar solución al tránsito vehicular en el centro urbano y su respectiva renovación de los dispositivos semáforos en lugares que ya existen, también el proyecto consta de un centro equipado para la verificación y monitoreo del mayor flujo vehicular y poder descongestionar el tránsito ya que el sistema está diseñado para no caotizar (Yupangui, 2022).

## **2.2. Marco referencial**

### **2.2.1. Flujo vehicular.**

“Es la manera como circulan los vehículos en un tramo de cualquier tipo de vía y con ello podemos determinar el nivel de eficiencia de la operación” (Cal, Reyes , & Cardenas James, 2012).

### **2.2.2. Tipos de flujo vehicular.**

❖ Flujo ininterrumpido o continuo:

Estos tipos de infraestructuras no cuentan con elementos fijos, tales como los semáforos, que sean externos al flujo y que lo puedan interrumpir. Los escenarios de circulación son el resultado de las interacciones entre los vehículos en el flujo y las características geométricas y de entorno de la carretera. Aquí se incluyen autopistas, vías multicarril, vías de dos carriles (Ramón, 2012).

❖ Flujo interrumpido:

Las infraestructuras de este tipo tienen elementos fijos que pueden interrumpir el flujo vehicular. Estos elementos comprenden intersecciones de prioridad, intersecciones semaforizadas y paradas de buses. Estos dispositivos exigen a parar el tránsito en forma repetida para reducir significativamente la velocidad, independiente de la dimensión del tránsito (Ramón, 2012).

**2.2.3. Variables principales del flujo vehicular.**

❖ Velocidad ( $v$ ):

Distancia o longitud de segmento dividida por el intervalo de tiempo transcurrido en el desplazamiento (Sarango & Dias, 2019).

❖ Densidad ( $k$ ):

Número de vehículos que ocupan una determinada sección o segmento de carril en un instante en particular (Sarango & Dias, 2019).

❖ Intervalo ( $h_i$ ):

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par de vehículos (Highway Capacity Manual, 2000).

❖ Volumen:

Cantidad de vehículos que transitan en un determinado espacio durante un determinado tiempo. La unidad de medición para el volumen es simplemente vehículos o vehículos por unidad de tiempo (Ramón, 2012).

#### 2.2.4. Infraestructura vial.



**Ilustración 1-2:** Infraestructura Vial

**Fuente:** Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre, 2013.

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

Para (Villavicencio, 2021), los componentes de la vía son:

- a) Plataforma: Es la zona de la vía formada por calzada y bermas dedicada al uso de vehículos.
- b) Calzada: Es la parte de la vía destinada a la circulación de vehículos. Cuando ésta presenta señalización horizontal precisando carriles de circulación se le denomina calzada señalizada.
- c) Berma: Es la franja longitudinal pavimentada o afirmada, contigua a la calzada, no destinada al uso de automóviles a no ser en circunstancias especiales.
- d) Carril: Es cada una de las bandas longitudinales en que queda dividida la calzada después de la señalización. Se caracteriza por tener una anchura suficiente para permitir la circulación de una fila de automóviles.
- e) Cuneta: Es la franja existente a cada lado de la vía para recoger las aguas de las lluvias.
- f) Intersección: Es el área común de dos o más vías que se cruzan a un mismo nivel.
- g) Acera: Es una zona longitudinal de la vía que puede estar elevada o no para marcar el tránsito de los peatones.
- h) Bordillo: Es una parte de la vía que separa la acera del arcén y en otros casos de la calzada.
- i) Reductor de velocidad: Tiene el propósito de reducir la velocidad de vehículos motorizados al ingresar a una zona de conflicto, asegurando que circulen con una velocidad controlada, lo cual permitirá un tránsito vehicular seguro disminuyendo los riesgos de ocurrir un accidente y creando una armonía entre los usuarios de la vía y el entorno.
- j) Señales horizontales: También llamadas marcas viales o demarcaciones, estas señales de tránsito son las marcas o franjas que se posicionan en el pavimento para guiar el tráfico vehicular y peatonal, indicando acciones, normativas y movimientos a efectuar mediante líneas, leyendas y figuras.

- ❖ Líneas de separación de flujos opuestos.
  - ❖ Líneas de separación de carriles.
  - ❖ Líneas de borde de calzada.
  - ❖ Líneas de transición (reducción o ampliación de carriles).
  - ❖ Líneas de pare.
  - ❖ Líneas de ceda el paso.
  - ❖ Líneas de detención.
  - ❖ Líneas de cruce peatonal tipo cebra.
  - ❖ Resalto. (Villavicencio, 2021, pág. 45).
- k) Señales verticales: Son todas aquellas que requieren de una base o poste para hacerse visible en una vía, entre estas señales podemos mencionar las del tipo informativas, preventivas, reglamentarias, transitorias, etc.
- ❖ Señales regulatorias, su fin es comunicar a los usuarios viales las prioridades, prohibiciones, obligaciones, restricciones y autorizaciones que existen en las vías.
  - ❖ Señales preventivas, su función es de advertir de algún peligro presente en la vía más adelante o en zonas adyacentes a los usuarios viales.
  - ❖ Señales informativas, tiene como fin servir de guía a los usuarios viales, para que lleguen a sus destinos de forma segura. Su función es visualizar información de nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios, entre otros (Villavicencio, 2021, págs. 43-44)

#### **Requisitos para líneas de separación de flujos opuestos:**

- ❖ Para vías urbanas donde el ancho de calzada es menor a 6 m. y la velocidad máxima permitida sea igual o inferior a 60 km/h., se emplea la línea continua simple.
- ❖ Las líneas deben ser de color amarillo.
- ❖ Cuando la velocidad máxima permitida es igual o menor que 50 km/h. el ancho de la línea es de 100 m. m.
- ❖ Cuando la velocidad máxima permitida es mayor que 50 km/h. el ancho de la línea es de 150 m. m. (Villavicencio, 2021, págs. 45-46)

**Tabla 1-2:** Distancia mínima entre señales

Distancia según precedencia (m).	Velocidad (km/h)					
	100-90		80-60		50-30	
	Mínima		Mínima		Mínima	
	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada
Regulatoria o preventiva	50	65	30	50	20	30
Regulatoria o preventiva – Informativa	80	105	60	80	40	50
Informativa – Regulatoria o preventiva	50	75	40	60	30	40
Informativa – informativa	90	115	70	90	50	60

Fuente: (Villavicencio, 2021).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

### 2.2.5. *Intersección.*

Es el área geométrica donde se integran dos o más ramales y en ellas se producen movimientos de tráfico.

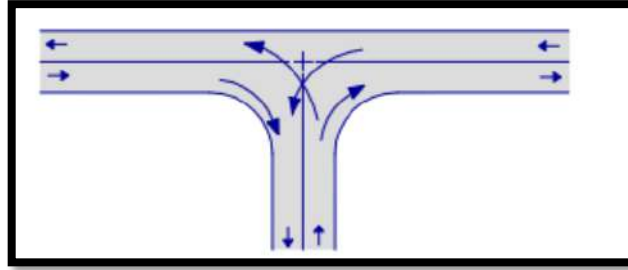
### 2.2.6. *Tipos de intersecciones.*

a) Intersecciones sin sistemas de regulación:

Son aquellas de libre circulación de tránsito a un mismo nivel, este tipo de intersecciones se utiliza en vías de tráfico pequeño y depende de la jerarquía de la vía (Mozota , 2016).

b) Intersecciones en T (Tres ramales):

Se utiliza para cruces de vías secundarias o integración de una vía de bajo volumen de tráfico. Se puede realizar cambios de diseño en sus canalizadores con la finalidad de disminuir el número de conflictos en los giros (Mozota , 2016).

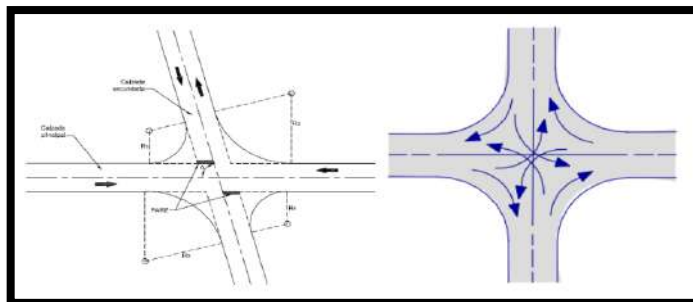


**Ilustración 2-2:** Intersecciones en T (Tres ramales)

Fuente: (Mozota , 2016).

c) Intersecciones en X o + (Cuatro ramales):

Son utilizadas para el cruce de carreteras de menor flujo vehicular o carreteras locales es decir enlazan carreteras secundarias con las principales (Mozota , 2016).

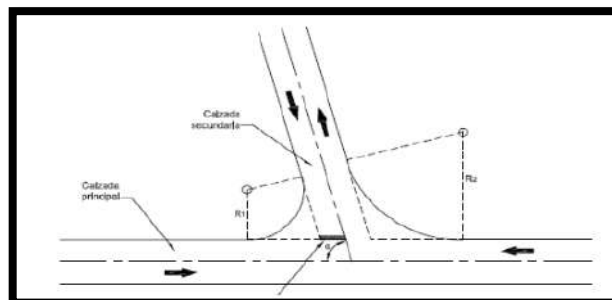


**Ilustración 3-2:** Intersecciones en X o + (Cuatro ramales)

Fuente: (Mozota , 2016).

d) Intersecciones en Y (Tres ramales):

La funcionalidad de una intersección Y contempla una similitud a la intersección T, es decir integran vías de bajo volumen de tráfico (Mozota , 2016).



**Ilustración 4-2:** Intersecciones en Y (Tres ramales)

Fuente: (Mozota , 2016).

- e) Intersección semaforizada:

El control está regulado a base de dispositivos y dependiendo del volumen de tráfico para priorizar los movimiento, flujos vehiculares y modos de desplazamiento mediante la utilización de ciclos que permita una movilidad ordenada (Mozota , 2016).

### **2.2.7. Normativa para su instalación**

Según el **Fuente especificada no válida.**, menciona lo siguiente:

Art. 4.2 Un dispositivo de control de tránsito debe cumplir con los requisitos básicos como:

- a) Efectuar y satisfacer una necesidad.
- b) Propiciar visibilidad y sobre todo llamar la atención al usuario vial.
- c) Transmitir un mensaje claro y simple.
- d) Infundir respeto.
- e) Ubicarse de manera que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial (RTE-INEN 004-1, 2011).

Art. 4.3 Fallas que podrían tener los dispositivos de control del tránsito para cumplir su función:

- a) No tomar en cuenta las condiciones de clima, condiciones físicas, psicología del conductor y limitaciones de los vehículos.
- b) Falta de mantenimiento.
- c) Falta de respeto causada por el uso excesivo del dispositivo de control de tránsito.
- d) Diseño inadecuado de las facilidades de tránsito de la vía.
- e) Ubicación del dispositivo demasiado cerca a otro dispositivo de control de tránsito.

Según el (RTE INEN 004-5, 2012), menciona lo siguiente:

Art. 4.2 Los sistemas semafóricos deben cumplir entre otras los siguientes aspectos:

- a) Proporcionar los movimientos de tránsito de manera ordenada y segura.
- b) Mejorar los flujos de tránsito en la intersección utilizando medidas de control y diseños apropiados.
- c) Disminuir el número de accidentes de cualquier tipo, especialmente aquellas aproximaciones que forman un ángulo recto.
- d) Proporcionar un movimiento continuo del tránsito manteniendo una velocidad definida durante el tramo de desplazamiento bajo condiciones favorables en la operación.



- e) Detener el flujo vehicular en tiempos apropiados, para permitir el flujo de tránsito vehicular opuesto y cruce de peatonal en la vía pública.
- f) Brindar seguridad para vehículos y peatones (RTE INEN 004-5, 2012)

Según (RTE INEN 004-5, 2012), Art. 4.2.1 La implementación de un sistema semafórico sin que se cumplan los requisitos mínimos o un mal diseño, colocados de manera inadecuada, operado empíricamente o, tienen un escaso mantenimiento, da como resultado lo siguiente:

- a) Generar demoras excesivas.
- b) Promover a la desobediencia de las luces.
- c) Influir al uso de vías alternas, para obviar las vías con semáforos.
- d) Incrementar los accidentes de distintos tipos, principalmente los choques por alcance.
- e) Costos innecesarios.
- f) Disminuir el nivel de servicio de la intersección (RTE INEN 004-5, 2012).

Art. 5.1 Requisitos básicos para instalar semáforos.

Factores que influyen para proporcionar semáforos en una intersección son:

- a) Volúmenes de tránsito.

El requisito se satisface si durante 4 horas para controladores actuados por los vehículos y, 8 horas para controladores de tiempo fijo de un día típico, se consideran los siguientes volúmenes de tránsito:

**Tabla 2-2:** Volúmenes vehiculares mínimos

Número de carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía mayor volumen (Total en ambas direcciones).	Vehículos por hora acceso de mayor volumen De la vía menor (una sola dirección).
Vía mayor	Vía menor		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Fuente: (RTE INEN 004-5, 2012).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Los volúmenes de la vía mayor y menor son para las mismas 4 u 8 horas del estudio. Mediante esas 4 u 8 horas, la dirección del volumen más grande en la vía menor puede ser en un acceso por varias horas y en el acceso opuesto durante otras horas (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

Si la velocidad de circulación segura de la vía mayor exceda de 55 km/h, o cuando la intersección objeto del estudio se encuentre dentro del límite urbano de una población aislada con una cantidad menor de 10.000 de habitantes, el requerimiento de volumen vehicular mínimo es el 75% de los requerimientos detallados anteriormente (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

b) Acceso a vías principales.

El requerimiento se cumple cuando durante 4 u 8 horas de un día laborable, los volúmenes de tránsito superan a los indicados en la siguiente tabla y la instalación de semáforos no obstruye seriamente al tránsito; y, si no existen otras intersecciones semaforizadas cercanas las cuales pueden ser usadas por el tránsito de la vía menor (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

**Tabla 3–2:** Volúmenes vehiculares mínimos

Número de carriles en cada acceso		Vehículos por hora En la vía de mayor volumen. (Total en ambas direcciones).	Vehículos por hora Acceso de mayor volumen de la vía menor. (Una sola dirección)
Vía mayor	Vía menor		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100

**Fuente:** (RTE INEN 004-5, 2012).

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

Los volúmenes de la vía mayor y menor son para las mismas 4 u 8 horas del estudio: Durante las 4 u 8 horas, la dirección del volumen más grande en la vía menor puede ser en un acceso por varias horas y el opuesto durante otras horas (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

Cuando la velocidad de circulación segura de la vía mayor exceda de 55 km/h, o cuando la intersección objeto del estudio se encuentre dentro del límite urbano de una población aislada con un número menor a 10.000 habitantes, el requisito de acceso a vías principales será el 75% de los volúmenes indicados (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

c) Volúmenes peatonales.

Se satisface este requisito cuando existen mayor o igual a 150 peatones que cruzan por hora a través de la vía mayor, el análisis se debe realizar durante 4 horas de cualquier día laborable.

d) Frecuencia de accidentes.

Cuando hayan ocurrido 5 o más siniestros de tránsito dados en un periodo contiguo de 12 meses, los cuales son idóneos a correcciones con la instalación semafórica (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

Si ha suscitado 3 o más siniestros de tránsito cada año durante el lapso de 3 años seguidos y, estos pueden ser descartados utilizando semáforos (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

e) Combinación de requisitos.

En casos particulares se puede fundamentar la instalación de semáforos, aunque no cumpla ninguno de los requisitos mencionados, siempre y cuando 2 o más de los requisitos a, b y c se cumplan en un mínimo equivalente al 80% de lo establecido (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

### **2.2.8. *Semaforización***

#### **2.2.8.1. *Sistema de semáforos***

La administración de tráfico empieza desde el control de los sentidos de circulación del tránsito vehicular, su orden variará desde la colocación de señales restrictivas, agentes de tránsito e isletas. Al agotar estas medidas de control de tránsito se opta por la implementación de semáforos. El sistema semáforo depende de variables de calibración como, comportamiento vehicular, peatonal, condiciones geométricas, rutina de usuario y velocidad (Jacobo, 2015).

#### **2.2.8.2. *Semáforo***

Es un módulo de señalización luminosa utilizada para el control y seguridad vial, mediante el cual se sistematiza los movimientos de peatones y vehículos en la vía pública, con luces de color rojo amarillo y verde, símbolos e integrados con sonidos acústicos (RTE INEN 004-5, 2012).

### **2.2.9. *Tipos de semáforos:***

#### **2.2.9.1. *Semáforos vehiculares.***

Secciones o módulos para semáforos vehiculares. Están compuestos en forma estándar por tres módulos que conforman una unidad comprendida como un semáforo. Si se incorpora giros

exclusivos, se pueden adaptar tres módulos más hasta obtenerse un máximo de 6 módulos que conforman una nueva unidad (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).



**Ilustración 5-2:** Semáforo con  
3 módulos

**Fuente:** (RTE INEN 004-5, 2012).

#### 2.2.9.2. *Semáforos peatonales.*

Estos semáforos pueden disponer de lentes de forma rectangular, cuadrados o circulares, que se utilizan con el propósito de controlar con seguridad los cruces de peatones a través de una calzada.



**Ilustración 6-2:** Semáforo peatonal luz verde  
y semáforo peatonal luz roja

**Fuente:** (RTE INEN 004-5, 2012).

#### 2.2.10. *Ciclo semafórico*

Tempo empleado para que se dé una sucesión completa de indicaciones en los semáforos conectados a un actuador (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

#### 2.2.11. *Fase semafórica.*

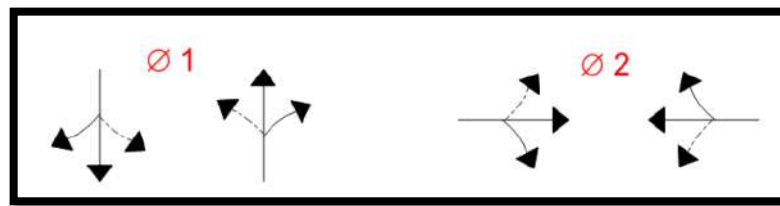
Es el ciclo que permite un movimiento específico o combinación de movimientos la cual no ocasiona conflictivos durante los intervalos (Reglamento Técnico Ecuatoriano, 2012).

## 2.2.12. Agrupación de carriles y fases.

### 2.2.12.1. Diseño de fases.

El diseño de las fases depende principalmente del número de aproximaciones de la intersección y de los giros izquierdos, debido a que éstos son los que más complican el diseño. Como regla general, se deben utilizar el mínimo número posible de fases que permitan un correcto funcionamiento de la intersección.

- a) El diseño más simple y común que existe es el de dos fases. En el cuál en la primera se permite que el tráfico en el sentido, por ejemplo: Norte-Sur y Sur-Norte prosigan y que los flujos en las direcciones Este-Oeste y Oeste-Este se detengan. Y los giros izquierdos son de tipo permitido, sin tener asignada una fase exclusiva, sino que los vehículos deben aguardar una brecha adecuada para poder cruzar. Y de igual manera ocurre en la segunda fase. Este es el diseño más simple de un semáforo con dos fases con giros izquierdos permitidos (Correa, 2012).

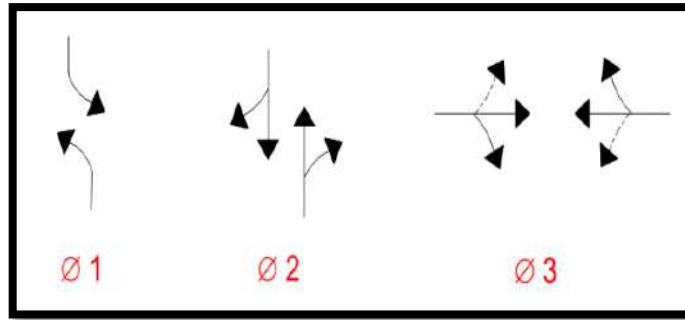


**Ilustración 7-2:** Diseño de fases

**Fuente:** (Correa, 2012, pág. 63).

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

- b) Cuando los volúmenes de tráfico sean mayores y se precisa incorporar una fase de giro izquierdo, entonces se tendría un diseño con tres fases, en la cual en una primera instancia se permite todos los giros izquierdos de la intersección en el sentido Norte-Sur y Sur-Norte, mientras los otros se encuentran detenidos. En una segunda fase se permiten los flujos Norte-Sur y Sur-Norte, y el resto quedan detenidos, al igual que los giros izquierdos ya que ellos tienen una fase propia. Finalmente, en la tercera fase, se permite los giros Este-Oeste y Oeste-Este y los demás quedan detenidos (Correa, 2012).



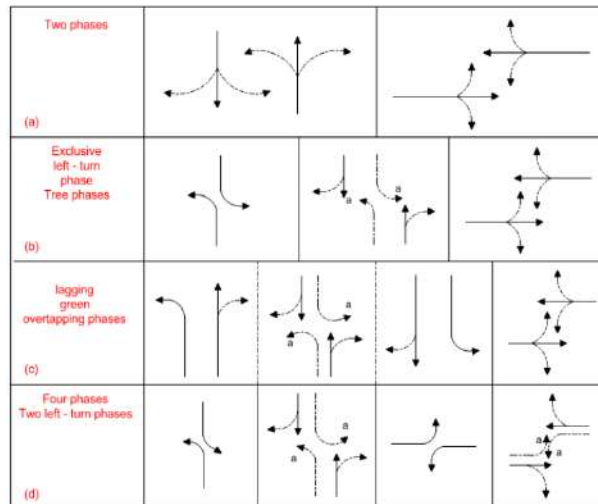
**Ilustración 8-2:** Diseño de fases

**Fuente:** (Correa, 2012, pág. 64).

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

### 2.2.13. Combinación típica de fases.

A continuación, se muestra básicamente los tipos más comunes de fases, pudiendo variar o alternarse dependiendo del número de aproximaciones y de la combinación con giros exclusivos (Highway Capacity Manual, 2000).



**Ilustración 9-2:** Diseño de fases

**Fuente:** (Highway Capacity Manual, 2000).

### 2.2.14. Grupos de carriles.

En cuanto a la asignación de volúmenes a grupos de carriles, se sabe que cuando dos o más carriles sirven a un mismo movimiento vehicular, los volúmenes no se distribuyen de manera igual entre los carriles. Por lo tanto, un carril carga un volumen de tránsito mayor que los demás (Highway Capacity Manual, 2000).

Numero de carriles	Movimientos		Posibilidad de grupos de carriles
1	GI + D + GD		①
2	GI exc		②
	D + GD		
2	GI + D		① OR ②
	D + GD		
3	GI exc		② OR ③
	D		
	D + GD		

**Ilustración 10-2:** Diseño de fases

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2000).

GI = GIRO IZQUIERDO

D = DIRECTO (A TRAVES)

GD = GIRO DERECHO

### 2.2.15. Tipos de movimientos.

#### 2.2.15.1. Protegido:

Se refiere a tener el derecho de paso absoluto sin la necesidad de ceder el paso a otros movimientos conflictivos. El (Highway Capacity Manual, 2000), sostiene que “un movimiento protegido es aquel que se hace sin conflicto, ya sea peatonal, de flujo de bicicletas o flujo vehicular”. También se considera un giro protegido cuando está regulado por medio de un dispositivo en este caso un semáforo.

#### 2.2.15.2. Permitido:

Cede el paso a más de un movimiento vehicular, es decir se puede cruzar con precaución la intersección, y si es el caso se debe permitir el paso al tráfico opuesto o al movimiento peatonal conflictivo. También un giro permitido es aquel que puede girar siempre y cuando no exista obstáculos y primero se permita primero el paso a otros flujos mayores o cuenta con una señalética vertical (Highway Capacity Manual, 2000).

## 2.2.16. Cálculo del flujo de saturación por el método HCM.

### 2.2.16.1. Tasa de flujo de saturación ( $S$ )

Se define como la tasa máxima de flujo en el acceso de grupo de carriles que pasa por la intersección bajo condiciones de tránsito entre la calle y el semáforo, esta expresado en vehículos por hora de luz verde, el cálculo se determina mediante el estudio de campo y analizando cada grupo de carril de la intersección (Ramón, 2012).

$$S = S_o * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

Donde:

$S$  = flujo de saturación ajustado para el grupo de carriles.

$S_o$  = flujo de saturación base 1600 veh/h.

$N$  = número de carriles del grupo.

$f_w$  = ajuste por ancho de carril.

$f_{HV}$  = ajuste por vehículos pesados.

$f_g$  = ajuste por gradiente.

$f_p$  = ajuste por maniobras de parqueo.

$f_{bb}$  = ajuste por paradas de buses.

$f_a$  = ajuste por ubicación zonal.

$f_{LU}$  = ajuste por utilización de carril.

$f_{LT}$  = ajuste por giros izquierdos en el grupo.

$f_{RT}$  = ajuste por giros derechos en el grupo.

$f_{Lpb}$  = ajuste por peatones para giros izquierdos

$f_{Rpb}$  = ajuste por peatones, bicicletas para giro derecho (Highway Capacity Manual, 2000).



**Tabla 4-2:** Tasa de flujo de saturación (S)

FACTOR	FÓRMULA	DEFINICIÓN DE VARIABLES	NOTAS
Ancho de carril.	$f_w = 1 + \frac{(w - 3.6)}{9}$	W = ancho de carril (m)	W ≥ 2.4 m Utilizar la fórmula. Si W ≥ 4.8 m Analizar como dos carriles.
Vehículos pesados.	$f_{HV} = 1 + \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$	%HV = porcentaje de vehículos pesados del grupo.	ET = 2.4 autos /pesados
Pendiente.	$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G = porcentaje de pendiente del acceso.	-6 ≤ %G ≤ +10 Negativa es descensos.
Estacionamiento.	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$	N = número de carriles del grupo. Nm = número de maniobras de estacionamiento/h	0 ≤ Nm ≤ 180 fp ≥ 0.050 fp = 1000 sin estacionamiento.
Bloqueo de buses.	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4Nb}{3600}}{N}$	N = número de carriles del grupo. Nb = número de buses que paran/h	0 ≤ Nb ≤ 250 fbb ≥ 0.050
Tipo de área (zona).	fa = 0.900 en CBD fa = 1 en otras áreas.	CBD = Distrito central de negocios (centro de la ciudad).	
Utilización de carriles.	$f_{LU} = \frac{V_g}{V_g1N}$	Vg = tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril (veh/h) Vg1 = tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo. N = número de carriles del grupo.	
Vueltas a la izquierda.	Fase protegida: <b>Carril exclusivo:</b> fLT = 0.95 <b>Carril compartido:</b> $f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{LT}}$	P <sub>LT</sub> = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles.	
Vueltas a la derecha.	<b>Carril exclusivo:</b> fRT = 0.85 <b>Carril compartido:</b> fRT = 1 - 0.15 P <sub>RT</sub>	P <sub>RT</sub> = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles.	fRT ≥ 0.050

	<b>Carril simple:</b> $f_{RT} = 1 - 0.135 PRT$		
Bloqueo por peatones y bicicletas.	<p><b>Ajuste: LT</b></p> $f_{Lpb} = 1 - PLT (1 - ApbT) (1 - PLTA)$ <p><b>Ajuste: RT</b></p> $f_{Rpb} = 1 - PRT (1 - ApbT) (1 - PRTA)$	<p><math>PLT</math> = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles.</p> <p><math>ApbT</math> = ajuste a la fase permitida.</p> <p><math>PLTA</math> = proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida.</p> <p><math>PRT</math> = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles.</p> <p><math>PRTA</math> = proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida.</p>	

**Fuente:** Cálculo del flujo de saturación por el método HCM.

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

### 2.2.17. Análisis de la capacidad.

#### 2.2.17.1. Determinación del grupo crítico ( $Y_i$ )

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

Donde:

- ❖  $Y_i$  = Razón del flujo.
- ❖  $V$  = Volumen veh/h.
- ❖  $S$  = Flujo de saturación veh/h.

Cabe recalcar que mientras mayor sea la razón del flujo, más congestionada esta, por lo tanto, el  $Y_i$  crítico siempre será el máximo valor de  $Y_i$ .

Cálculo del valor del  $Y_{total}$

$$Y_{total} = \sum Y_i$$

## 2.2.18. Determinación del ciclo del semáforo.

### 2.2.18.1. Tiempo de entreverde.

Básicamente lo que se determina es el tiempo necesario para que la intersección quede libre de vehículos. Normalmente en la mayoría de las intersecciones se utiliza un tiempo de entreverde de alrededor de tres (3) segundos, pero cuando las intersecciones son grandes, se debe realizar este cálculo para evitar que los vehículos se detengan en la mitad del cruce.

$$t_{ev} = T + \left( \frac{V}{2a + 2Gg} \right) + \left( \frac{W + 1}{V} \right)$$

Donde:

- ❖  $T$  = tiempo de percepción-reacción 1s. (esperado).
- ❖  $V$  = velocidad del vehículo kph.
- ❖  $a$  = desaceleración 3.05m/s<sup>2</sup>.
- ❖  $G$  = gradiente (%).
- ❖  $g$  = gravedad 9.8 m/s<sup>2</sup>.
- ❖  $W$  = ancho de intersección m.
- ❖  $I$  = longitud de un vehículo 6.10m (Highway Capacity Manual, 2000).

### 2.2.18.2. Tiempo perdido total

La pérdida total por ciclo es igual a la suma de todos los tiempos de ámbar + suma todos tiempos de rojos. Se sume que las ganancias finales son iguales a las pérdidas iniciales, a menos que se disponga de un estudio específico para este caso. Por lo tanto, el tiempo perdido en la intersección va a ser igual al tiempo de entreverde, sumado por el número de cada fase.

En el caso de tener tres aproximaciones y que el tiempo de entreverde sea de 3 segundos, entonces el tiempo perdido total de la intersección será de 9 segundos. Lo cual se traduce en que durante 9 segundos en el ciclo la intersección no va a ser utilizada.

$$L = \sum_{i=1}^{\emptyset} (Li)$$
$$Li = t_{ev} + ee' - ff'$$

### 2.2.19. Cálculo de tiempo de ciclo óptimo.

Ciclo óptimo es aquel, en el cual se tienen las demoras mínimas en la intersección.

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

Donde:

- ❖  $L$  = tiempo perdido total en el ciclo.
- ❖  $Y_i$  = máxima razón de flujo para cada fase.

Cálculo de tiempos de verde. Método Webster.

Una vez obtenido el tiempo de ciclo óptimo, se debe determinar cuál es el tiempo de verde de cada una de las fases. La demora mínima a todo tráfico en una intersección se produce cuando las relaciones de verdes entre dos fases son igual a la relación entre sus razones de flujo, para lo cual se utiliza la ecuación:

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{y_1}{y_2} \dots \dots \dots$$

Para dos aproximaciones de una misma fase con diferentes razones de flujo la demora mínima se obtiene con la proporción de los  $y_i$  críticos sobre el total de  $y_i$ . Basado en la siguiente formula:

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^{\phi} (Y_i)} (C_o - L)$$

Donde:

- ❖  $g_i$  = verde efectivo.

Grado de saturación.

Rango hasta el 80% se considera que no existe saturación en la vía.

$$C = \sum Y_i * \frac{C_o}{C_o - L_t}$$

Capacidad de cada brazo.

$$C_{i_1} = S_i * \frac{g_1}{C_o}$$

Todo este proceso constituye el diseño de una intersección semafórica, el mismo que constituye una secuencia. Se deben disponer de los flujos, luego se agrupan los carriles, se debe determinan razones de flujo. Con las razones de flujo y el número de fases se determina el tiempo perdido; con éste se determina el ciclo óptimo del semáforo y finalmente reparto el verde entre cada una de las fases; y el resultado final se expresa más fácilmente a través de un gráfico de diagrama barras.

### 2.2.20. Condiciones del tránsito

#### 2.2.20.1. Livianos:

Todos los vehículos con dos ejes y el eje posterior con llanta simple, incluye a motocicletas, automóviles, camionetas y pickups, por otro lado, con una capacidad de hasta 8 pasajeros y que no exceda de los 3.5 T de capacidad.

Según el MTOP, (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 39), establece como vehículos pesados a buses, camiones, tráiler y combinaciones, cuya capacidad de carga sea mayor de 3.5 T

#### 2.2.20.2. Buses:

Vehículos destinados al transporte de pasajeros y tienen eje posterior de doble llanta y pueden ser de dos y tres ejes.

#### 2.2.20.3. Pesados (camiones / tráiler):

Vehículos destinados al transporte de carga y se clasifican por el número de ejes:

- ❖ Camiones de dos ejes, con eje posterior de doble llanta.
- ❖ Camiones de tres ejes (mulas).
- ❖ Camiones de 4 o más ejes (tráiler).
- ❖ Combinación de camiones con más de cuatro toneladas de peso.

### 2.2.21. Nivel de servicio

Es una categorización de la A – F de la calidad del servicio. Son medidas de carácter cualitativo donde se mide las condiciones de operación del flujo vehicular y personas, donde comprende varios factores como: la seguridad, la velocidad, el tráfico vehicular, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra y la comodidad (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 59).

**Tabla 5-2:** Características de los niveles de servicio para carreteras de dos carriles

Nivel de servicio	Condición de flujo	Velocidad máxima de circulación	Volumen del servicio.
A	Flujo libre	100 km/h	500 vph
B	Flujo estable	80 km/h	1200 vph
C	Flujo estable	65 km/h	2000 vph

D	Flujo casi inestable	55 km/h	2400 vph
E	Flujo inestable	45 km/h	2800 vph
F	Flujo forzado	40 km/h	Variable (0 a máx)

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 60).

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

### 2.2.21.1. Tipos de nivel de servicio

#### ❖ Nivel de servicio A

La circulación es flujo libre, sus condiciones son óptimas de circulación, por otro lado, tiene una gran libertad de maniobra y selección de velocidad deseada. El nivel ayuda a proporcionar una comodidad excelente de la circulación del peatón, pasajero y motorista. La demora en segundos es menor a 10 (Highway Capacity Manual, 2000).

#### ❖ Nivel de servicio B

El flujo es estable y se empieza a notar a los diferentes del flujo vehicular ocasionar demoras en los tramos establecidos, pero sin ocasionar demoras y está comprendida de 10-20 (Highway Capacity Manual, 2000).

#### ❖ Nivel de servicio C

El flujo es estable pero la circulación se ve afectada por otros usuarios de la vía. Por otro lado, la libertad de maniobra y la velocidad es afectada por la presencia de otros usuarios y allí donde se empieza a evidenciar la formación de colas poco consistentes, la demora en segundo es 20-35 (Highway Capacity Manual, 2000).

#### ❖ Nivel de servicio D

La densidad del flujo vehicular es elevada pero estable, la libertad de maniobras y la velocidad es afectada y queda restringida, por consiguiente, los pasajeros, motoristas y peatones experimentan un nivel de comodidad bajo, también se evidencia la formación de colas en puntos establecidos y la demora está comprendida de 35-50 (Highway Capacity Manual, 2000).

❖ Nivel de servicio E

El funcionamiento está al límite de su capacidad, la libertad de maniobra y la velocidad se encuentra restringida, la circulación es forzada y solo se da cuando un vehículo, peatón o motorista cede el paso. El nivel de comodidad es bajo y se evidencia colas que imposibilita los adelantamientos. Demoras en segundos de 50-80 (Highway Capacity Manual, 2000).

❖ Nivel de servicio F

El flujo vehicular es forzado, no existe libertad de maniobra ni de velocidad, la restricción es forzada, se evidencia la creación de largas colas y la comodidad es baja y la demora es mayor a 80 (Highway Capacity Manual, 2000).

**Tabla 6-2:** Demoras por grupo

Nombre	Fórmula	Detalle
Demora uniforme	$d_1 = \left( \frac{0.50C * \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X)\left(\frac{g}{C}\right)\right]} \right)$	<p>d1= demora uniforme (s/veh)                      g= verde efectivo (s)                      C=longitud del ciclo(s)                      X=grado de saturación                      Ajuste por tipo de progresión (dispersión)</p> $PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$ <p>PF= Ajuste por tipo de progresión (dispersión).                      P= proporción de vehículos que arriban en verde (AT 3 = 1).  <math>f_{PA}</math>=Ajuste adicional por grupo arribando en verde.</p>
Demora incremental	$d_2 = 900 T \left[ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8KIX}{CT}} \right]$	<p>D2= demora incremental (s/veh)                      T=periodo de análisis (0.25)                      X=grado de saturación para el grupo.                      K=factor que depende del tipo de controlador (0.50 para fillos)                      I=filtro de señales anteriores (1.0 para aisladas)                      C=capacidad del grupo</p>
Demora total en cada intersección.	$d_A = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$	<p><math>d_i</math> = demora de cada grupo  <math>v_i</math> = volumen de cada grupo</p>
Retraso	$d = d_1 * PF + d_2 + d_3$	<b>Seg/veh</b>

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2000).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es Mixto ya que de manera cualitativa se pretende realizar el análisis actual de las características de la vía y de manera cuantitativa al interpretar los resultados obtenidos del flujo vehicular de las intersecciones en la Parroquia Belisario Quevedo.

#### 3.2. Nivel de investigación

El Nivel de Investigación es Exploratoria pues el objetivo de estudio es un tema poco estudiado a nivel Parroquial.

#### 3.3. Diseño de investigación

##### 3.3.1. *No experimental.*

La presente investigación es de tipo no experimental ya que se realiza de manera explícita en el lugar de estudio. Por otro lado, el investigador reconoce la realidad mediante la observación directa del comportamiento del flujo vehicular y el uso de técnicas e instrumentos necesarios para la recolección de información, logrando así evidenciar el problema de una manera real y verídica. También se analiza el fenómeno tal y como es su contexto y no se modificará ninguna variable.

##### 3.3.2. *Transversal.*

El diseño de investigación es transversal ya que recolecta los datos de aforo vehicular en un momento dado en este caso de 06:00 am a 18:00 pm y en un tiempo único de intervalos de 15 minutos o se analiza la interrelación en un momento dado.

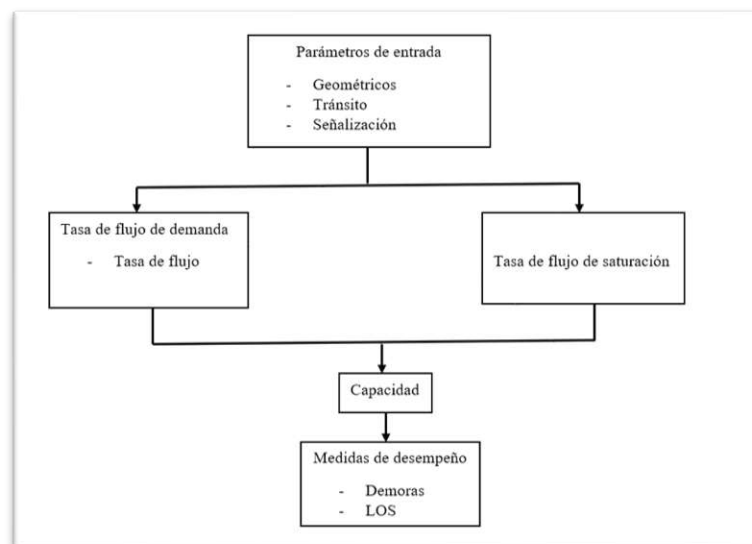


### 3.4. Tipo de estudio (documental/de campo)

#### 3.4.1. Documental.

La investigación campo es la primera etapa del proceso investigativo que proporciona el conocimiento de las investigaciones, documentos, normativas, manuales ya existentes, de un modo sistemático, a través de una amplia búsqueda de: información, conocimientos y técnicas sobre una cuestión determinada.

El manual que propone HCM 2000 como la metodología a seguir para el desarrollo del proyecto de investigación. En el análisis se debe tomar una variedad de condiciones que prevalecen para su factibilidad como: cantidad, distribución, movimientos de tráfico, composición de tráfico, geometría vial y los detalles de cada intersección.



**Ilustración 1-3:** Método de análisis de intersecciones

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 3.4.2. De campo.

Se entiende como investigación de campo cuando se presenta mediante la manipulación de una variable externa no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causas se produce una situación o acontecimiento particular. Se basa en este tipo de investigación debido a que el investigador tendrá que estar en las diferentes intersecciones de la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga para realizar un análisis al principal problema y explicar sus causas y consecuencias.

### 3.5. Población y Muestra.

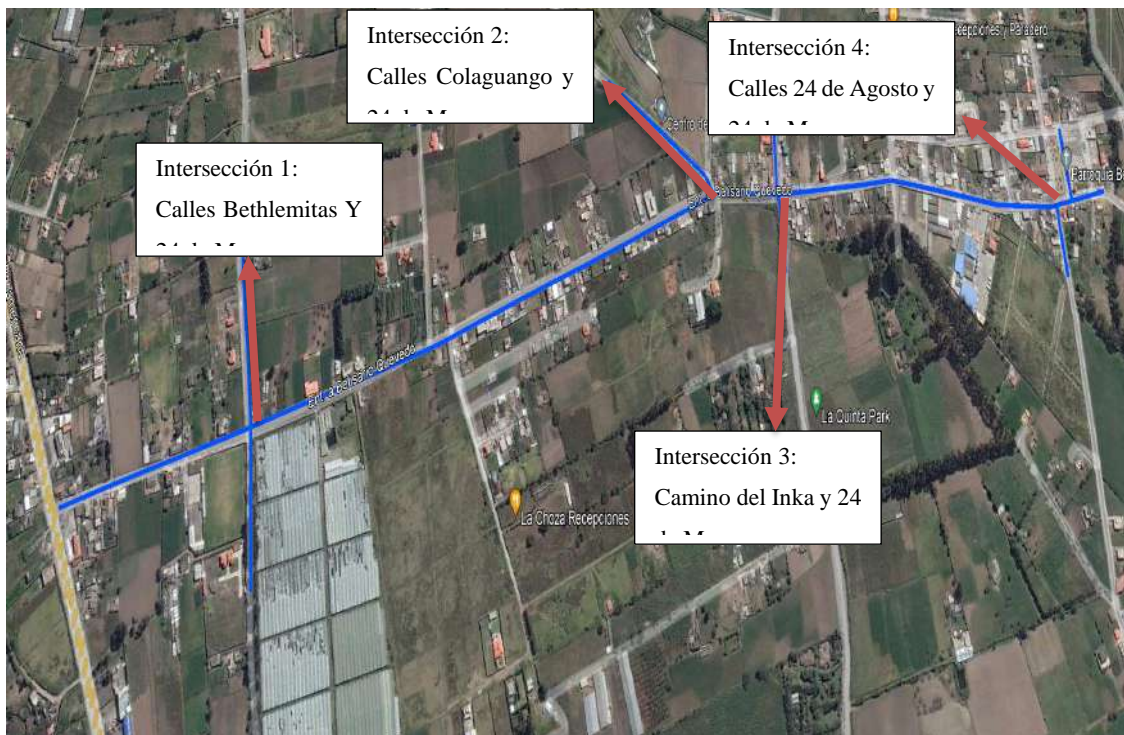
La fuente principal del proyecto de investigación es la observación directa del flujo vehicular en las cuatro intersecciones que funcionan como vías secundarias de ingreso a la parroquia Belisario Quevedo, donde, la vía principal llamada 24 de mayo se encuentra establecida en las siguientes zonas: Barrio Illuchi (calle 24 de mayo) San Miguel (calle 24 de mayo), El Empedrado (calle 24 de mayo y calle Camino del Inca) y Barrio Centro la misma que conecta con las intersecciones céntricas de la parroquia Belisario Quevedo. Con un total de 2.7 km analizados en infraestructura vial.

Intersección N.- 1: Calle 24 de mayo y Bethlemitas.

Intersección N.- 2: Calle 24 de mayo y Colaguango.

Intersección N.- 3: Calle 24 de mayo y Camino del Inca.

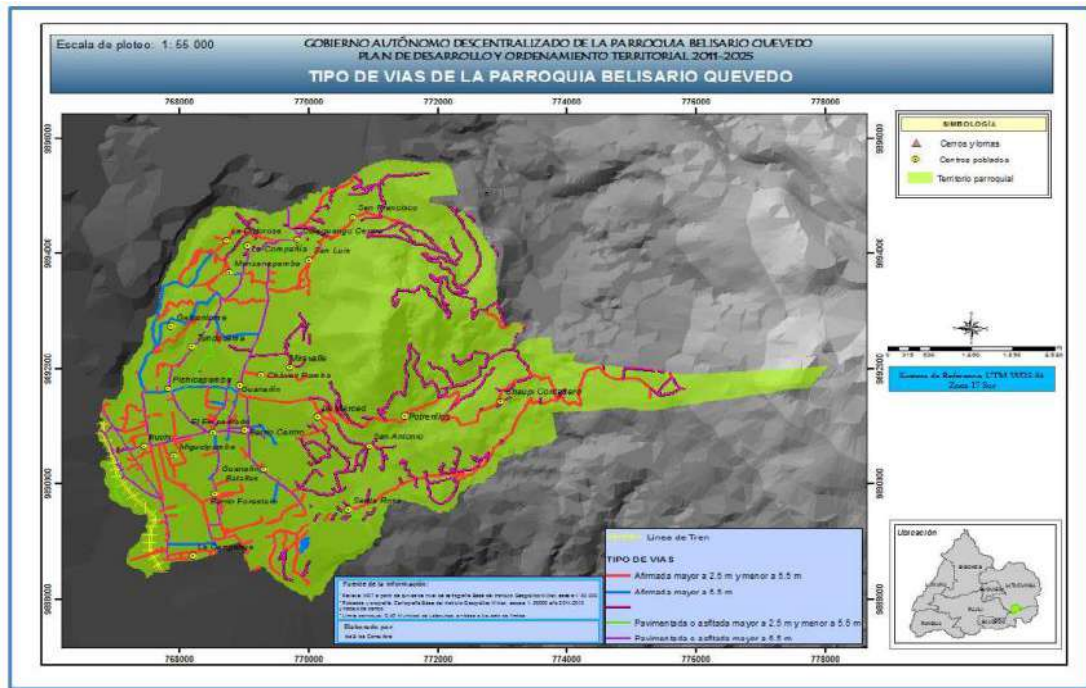
Intersección N.- 4: Calle 24 de mayo y 24 de agosto.



**Ilustración 2-3:** Intersecciones de estudio de la parroquia Belisario Quevedo

**Fuente:** Google Earth.

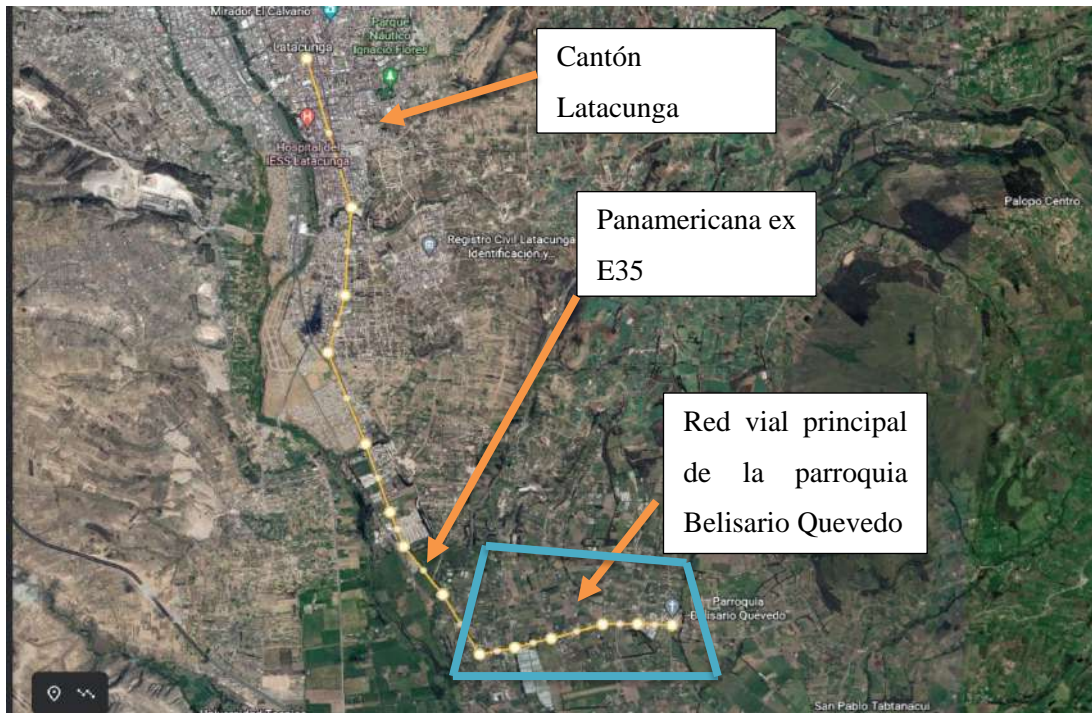
**Realizado por:** Aimacaña J., 2022.



**Ilustración 3-3:** Red Vial de la parroquia Belisario Quevedo

Fuente: PDOT GAD Parroquial, 2019.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Ilustración 4-3:** Ubicación Geográfica de la parroquia Belisario Quevedo

Fuente: Google Earth.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

### **3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.6.1. Método**

Los métodos que se van a aplicar en el desarrollo de la investigación nos facilitarán el entendimiento y nos muestran una perspectiva más clara de lo que se quiere mostrar.

##### **3.6.1.1. Método inductivo**

El método inductivo que hace la investigación ir de lo simple a lo complejo, esto ayuda a llegar a una conclusión general después de partir de ideas específicas.

##### **3.6.1.2. Método deductivo**

La investigación parte de lo general a lo específico, ayudándonos a formular una serie de cuestionamientos para obtener una idea clara y concisa de la investigación.

### **3.7. Técnicas**

Las técnicas primarias para utilizar en la presente investigación son:

#### **3.7.1. Aforo**

Esta técnica tendrá como fin la ejecución del conteo vehicular en las diferentes intersecciones críticas del centro de la parroquia para determinar el flujo vehicular de cada una de las aproximaciones.

#### **3.7.2. Observación**

Está direccionada a la obtención de información de campo de la situación actual de la vía en cuanto a su infraestructura, geometría, señalética horizontal y vertical, de esta manera detectar los hechos significativos que ocurren las intersecciones.

### **3.7.3. Libros y apuntes**

Se utilizará libros de transporte relacionados a la implementación de sistemas semafóricos, también apuntes realizados en clases y estudios o proyectos que estén orientados a dar soluciones a intersecciones conflictivas direccionados con el uso de semáforos.

La implementación del sistema deberá estar ligado en leyes, reglamentos y normativas en el ámbito del transporte utilizados en el territorio ecuatoriano.

El presente trabajo investigativo está basado en el reglamento del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN-004: 2012 parte 5 de semaforización que nos muestra en sus artículos los requisitos que se deben tener presentes para la instalación de un semáforo.

## **3.8. Instrumentos**

El instrumento que se aplicó para el levantamiento de información es una ficha de observación, la misma que servirá de base para la realización de los aforos vehiculares como serían volúmenes y giros, se realizará una por cada día.

### **3.8.1. Ficha de observación**

Se basa específicamente en observar el fenómeno, tomar la información y registrarla para su debido análisis, es un apoyo al investigador para obtener el mayor número de datos que se necesiten de la investigación (ANEXO B).

### **3.8.2. Ficha de aforo vehicular**

Esta técnica consiste firmemente en una toma de datos, tanto del número de vehículos como de peatones que transiten por una vía objeto de estudio en horas pico o valle, también propicia detalles de los giros y tipos de vehículos para el análisis previo a la instalación de un sistema semaforizado en la intersección (ANEXO C).

## **CAPÍTULO IV**

### **4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

El estudio de las aproximaciones se realizó de manera individual, las aproximaciones están enumeradas de norte, sur, este y oeste se consideró pertinente realizar el análisis en la parroquia Belisario Quevedo debido a un crecimiento del parque automotor que ingresa a diario para realizar múltiples gestiones. El conteo se realizó dos días de la semana, un día que sea entre lunes – viernes, por otro lado, también se consideró un día entre sábado – domingo. El primero día se realizó el viernes 10 de junio del 2022, posterior a ello el siguiente día fue el sábado 11 de junio del 2022.

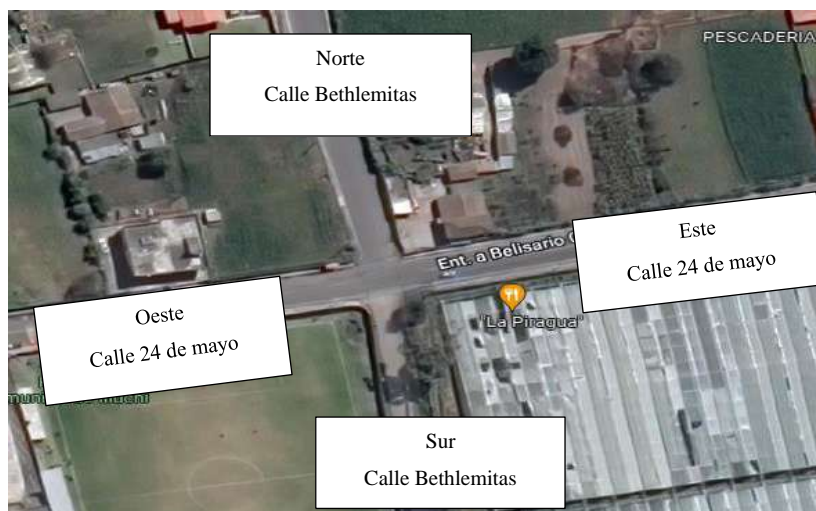
El tiempo considerado fue de 06:00 am – 18:00 pm en intervalos de 15 minutos para los días de conteo vehicular.

**Tabla 1-4:** Diagnóstico de la situación actual de las intersecciones

Diagnóstico de la situación actual de las intersecciones												
Intersección N.-	Sentido de vía / Nombre de calles				Ubicación UTM(x,y)	Intersección semaforizada		Señalética		Situación actual	Instrumento de investigación	Acción de cambio
	Norte	Sur	Este	Oeste		Si	No	Horizontal	Vertical			
1	Bethlemitas		24 de Mayo		-0.988213, - 78.596025		X	Berma, paso cebrá, flechas de dirección, eje de vía, límite de carril.	Parada de bus, pare, límite de velocidad.	Señaléticas tanto horizontales como verticales se encuentran en mal estado deteriorada su pintura, en cuanto a la infraestructura vial la acera y capa asfáltica se encuentra	Ficha de observación	Establecer un sistema semafórico con fases y ciclos óptimos para ordenar el tránsito en horas de máxima demanda, propones nuevas señaléticas horizontales y verticales en las intersecciones.
2	Colaguango		24 de Mayo		-0.985979, - 78.588301		X	Berma, eje de vía, límite de carril.	Parada de bus.	en condiciones regulares (baches y hormigón deteriorado). Por otro lado, las intersecciones cuentan		
3	Camino del Inka		24 de Mayo		-0.985992, - 78.587102		X	Berma, paso cebrá, flechas de dirección, eje de vía, límite de carril.	Preventiva de aproximación a un empalme de vía.	con inconvenientes en las horas pico ya que existe riesgos de accidentes de tránsito por el asentamiento de entidades públicas en la parroquia.		
4	24 de Agosto		24 de Mayo		-0.986152, - 78.582409		X	Berma, paso cebrá, eje de vía, límite de carril, franja de reductor de velocidad.	Sentidos de vías, pare, no estacionar.			

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 4.1. Intersección N.- 01, Calle 24 de mayo y Bethlemitas.



**Ilustración 1-4:** Intersección N.- 01, Calle 24 de mayo y Bethlemitas

**Fuente:** Google Earth.

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

##### 4.1.1. Características geométricas de la vía.

La intersección está ubicada al Noroeste de la parroquia, su característica principal es la unión de la parroquia desde la entrada de la vía antigua E35 por ende une los cantones de Latacunga y Salcedo perteneciente a la provincia de Cotopaxi. Las coordenadas geográficas son las siguientes:  $-0.98827^{\circ}\text{N}$   $-78.59601^{\circ}\text{E}$ , por otro lado, las vías están compuestas de dos carriles, es decir, doble sentido.




**Tabla 2-4:** Características geométricas de la intersección N.- 01




Geometría de la vía				
Nombre de la calle	Bethlemitas		24 de mayo	
Parámetro	Norte	Sur	Este	Oeste
Área	Rural	Rural	Rural	Rural
Número de carriles N	1	1	1	1
Ancho promedio de carriles W(m)	3.40 m	3.40 m	3.70 m	3.70 m
Pendiente G (%)	-3.19	1.65	-1.96	2.45
Existencia de carril exclusivo LT o RT	No existe			
Longitud de bahías LT o RT, Ls (m)	No existe			
Estacionamientos	No existe			




**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.





**Tabla 3-4:** Detalles técnicos de la infraestructura vial

Nombre de la calle	Bethlemitas (Norte)			
Parámetro	Tipo	Observación	Coordenadas UTM (x,y)	Dimensiones
Señalética vertical		Código: R1 – 1A	-0.988140, -78.596075	600 x 600 (mm) Dimensiones serie de letras: 200 Ca
		Leyenda y borde retro reflectivo blanco.		
		Fondo retro reflectivo rojo.		
		Estado de señalética en buenas condiciones, de igual manera su ubicación es visible para los conductores.		
Señalética horizontal		Flecha con dirección a la derecha o izquierda.	-0.988112, -78.596053	Largo: 4.50 m Ancho: 1.50 m
		Paso exclusivo para los peatones. Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.		

<p><b>Berma</b></p>		<p>Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).</p>	<p>-0.988096, - 78.596078</p>	<p>Ancho: 33 cm</p>
<p><b>Cuneta</b></p>		<p>Las cunetas se encuentran en buenas condiciones lo que se muestra que no va a existir estancamiento del agua en la calzada. Están ubicadas a los dos costados de la vía en forma longitudinal en sentido S-N.</p>	<p>-0.988069, - 78.596099</p>	<p>Alto: 30cm Ancho: 80cm Inclinación: 30°</p>
<p><b>Nombre de la calle</b></p>	<p><b>24 de mayo (Este)</b></p>			
<p><b>Señalética vertical</b></p>		<p>Código N.- R4-1A Símbolo y orla negros. Círculo rojo retro reflectivo. Fondo blanco y retro reflectivo. Utilizado para buses. Señal de restricción de límite de velocidad con iluminación reflectiva, está instalada en una zona con características especiales y críticas.</p>	<p>-0.988000, - 78.595360</p>	<p>600 x 600 (mm)  Altura de la señalética tomada desde la superficie de la vía hasta el borde de la leyenda: 2.50m</p>

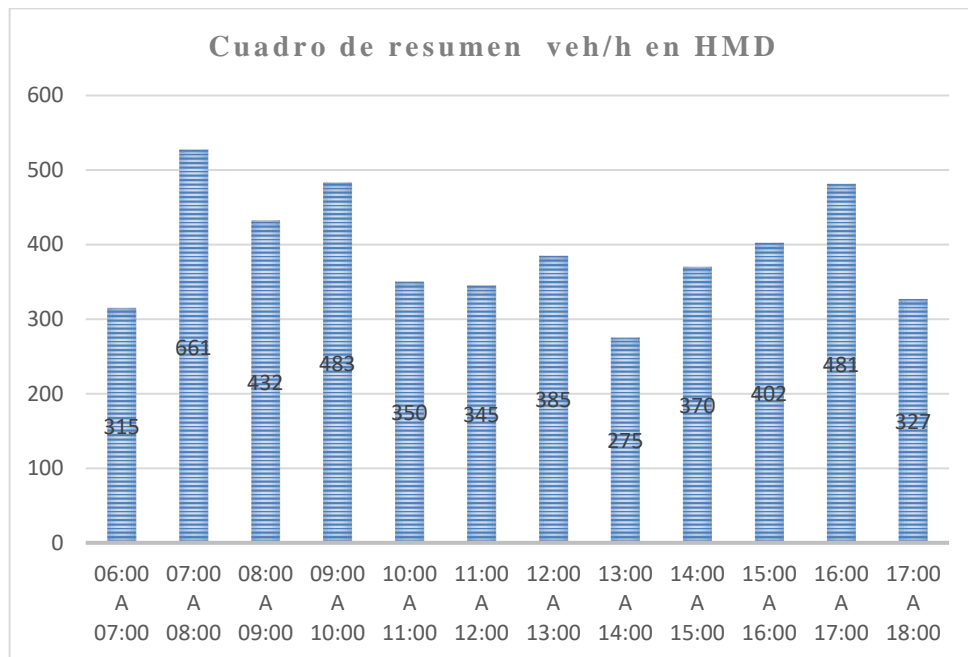
		La orla y el círculo rojo retro reflectivo deteriorada la pintura.		
		Código N.- R5-6	-0.988180, - 78.596087	450 x 600 (mm) Altura: 2.50 m
		Fondo azul retro reflectivo. Símbolo azul retro reflectivo en un fondo blanco retro reflectivo. Orla y letras color blancas.		
		Área donde los buses de transporte público se detienen y toman pasajeros.		
		La señalética se encuentra en condiciones aceptables en cuanto a su funcionalidad visibilidad.		
<b>Señalética horizontal</b>		De frente o a la derecha.	-0.988151, - 78.595830	Largo: 4.60m Ancho: 1.50m
		Da aviso al conductor las posibles direcciones que puede tomar.		
		Condiciones de pintura regular un poco despintada.		
		Paso exclusivo para los peatones. Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.	-0.988186, - 78.595944	Largo: 3m Ancho: 10.12 m

<p><b>Berma</b></p>		<p>Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).</p>	<p>-0.988125, -78.595842</p>	<p>Ancho: 68 cm</p>
<p><b>Acera</b></p>		<p>Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.</p>	<p>-0.988125, -78.595842</p>	<p>Alto: 18 cm Ancho: 1.16 m</p>

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 4.1.2. Condiciones del tránsito de la intersección N.- 01: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo

Conteo realizado el viernes 10 de junio del 2022



**Ilustración 2-4:** Volumen total por hora de las calles Bethlemitas y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

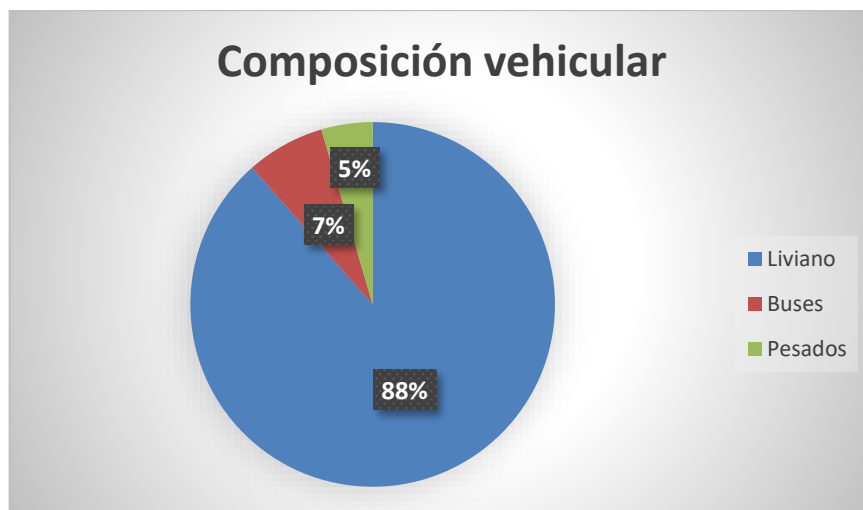
Interpretación:

En base al conteo realizado en esta intersección se pudo determinar que circulan 4826 vehículos al día. Por otro lado, la hora pico de la intersección está comprendida de 07:00 – 08:00 donde transitan 661 vehículos, el conteo se realizó en intervalos de 15 minutos con el fin de determinar la hora pico.

**Tabla 4-4:** Composición vehicular de la hora de máxima demanda

Tipo de vehículo	Número de vehículos
Liviano	585
Buses	46
Pesados	30

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Ilustración 3-4:** Composición vehicular de la hora de máxima demanda

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

De acuerdo con la hora de máxima demanda en un conteo tomado del viernes como día crítico del 100% de los vehículos el 88% corresponde a 585 vehículos livianos, por otro lado, el 7% corresponde a 46 buses y finalmente el 5% correspondiente a 30 vehículos pesados.

**Tabla 5-4:** Proporción de vehículos pesados en cada grupo

Sentido	Norte	Sur	Este	Oeste
Vehículos pesados.	2	0	10	18
Porcentaje pesados.	5%			
Proporción pesados (%)	0,33	0	1,67	3,00













**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

**Tabla 6-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 1: CALLE BETHLEMITAS Y 24 DE MAYO																		
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			10/6/2022															
			07:00 - 07:15			07:15 - 07:30			07:30 - 07:45			07:45 - 08:00			SUB TOTAL			TOTAL
Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Liviano	Buena	Pesado	Liviano	Buena	Pesado	Liviano	Buena	Pesado	Liviano	Buena	Pesado	Liviano	Buena	Pesado	
BETHLEMITA S	NORTE - SUR	DIRECTO	4	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	8	0	0	8
		GIRO IZQUERDA	11	0	1	16	0	0	22	0	0	11	0	0	60	0	2	62
		GIRO DERECHA	9	0	0	18	0	0	22	0	0	22	0	0	71	0	0	71
	SUR - NORTE	DIRECTO	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	5	0	0	5
		GIRO IZQUERDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		GIRO DERECHA	2	0	0	1	0	0	3	0	0	4	0	0	10	0	0	10
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	DIRECTO	48	3	5	37	2	4	66	4	0	38	3	0	189	24	18	231
		GIRO IZQUERDA	6	0	0	3	0	0	11	0	0	5	0	0	25	0	0	25
		GIRO DERECHA	3	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	8	0	0	8
	ESTE - OESTE	DIRECTO	56	4	0	47	1	1	41	3	2	40	3	1	184	22	8	214
		GIRO IZQUERDA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	3
		GIRO DERECHA	3	0	0	3	0	0	5	0	1	11	0	0	22	0	2	24

Realizado por: Aimaña J., 2023.

**Tabla 7-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
											
71	8	62	10	5	0	24	214	3	8	231	25

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**4.1.3. Cálculo del flujo de saturación ( $F_{sat}$ ).**

**4.1.3.1. Ajuste por ancho de carril ( $f_w$ ).**

$$f_w = 1 + \frac{(w - 3.6)}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{(3.40 - 3.6)}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{(3.40 - 3.6)}{9}$$

$$f_w = 0.978$$

**4.1.3.2. Ajuste por vehículos pesados ( $f_{HV}$ ).**

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 0.40\%(2.4 - 1)}$$

$$f_{HV} = 1$$

**4.1.3.3. Gradiente.**

$$G = \frac{\Delta y}{\Delta x} * 100\%$$

$$G = \frac{cota A - cota B}{distancia recorrida} * 100\%$$

$$G = \frac{2749.608 - 2752.801}{100} * 100\%$$

$$G = -3.19\%$$

**4.1.3.4. Ajuste por gradiente ( $f_g$ ).**



$$fg = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$fg = 1 - \frac{-3.19\%}{200} = 1$$

$$fg = 1$$

4.1.3.5. Ajuste por parqueo (**fp**).

Nota: cuando existe una prohibición de parqueo  $fp = 1$

$$fp = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$$

$$fp = \frac{1 - 0.1 - \frac{18(15)}{3600}}{1} = 0.825$$

4.1.3.6. Bloqueo de buses (**fb**).

$$fb = N - \frac{14.4 - \frac{NB}{3600}}{N}$$

$$fb = 1 - \frac{14.4 - \frac{5}{3600}}{1}$$

$$fb = 0.980$$

4.1.3.7. Factor de ajuste por tipo de zona (**fa**).

$fa = 0.9$  para zonas centricas.

$fa = 1$  resto de zonas.

$$fa = 1$$

4.1.3.8. Ajuste por utilización de carril, para dos carriles

$fLU = 0.952$  y para un carril  $fLU = 1$

4.1.3.9. Ajuste por giros izquierdos.

$$fLT = \frac{1}{1 + 0.05PLT}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 * 0.440}$$

$$f_{LT} = 0.978$$

4.1.3.10. Ajuste por giros derechos ( $f_{RT}$ ).

$$f_{RT} = 1 - (0.135)P_{rt}$$

$$f_{RT} = 1 - (0.135)0.504$$

$$f_{RT} = 0.924$$

4.1.3.11. Cálculo del flujo saturación.

Aproximación norte – sur (Calle Bethlemitas y 24 de Mayo).

$$S = So.N. f_w.f_{HV}.f_q.f_p.f_{bb}.f_a.f_{LU}.f_{LT}.f_{RT}$$

$$S = 1600 * 1 * 0.978 * 1 * 1 * 0.825 * 980 * 0.900 * 1 * 0.978 * 0.924$$

$$S = 1029.87 \text{ veh/hora}$$

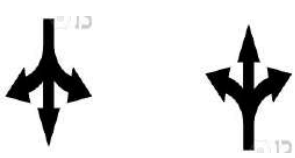

4.1.3.12. Cálculo del  $Y_i$  crítico.

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

$$Y_i = \frac{141}{1029.86}$$

$$Y_i = 0.137$$

**Tabla 8-4:** Diseño de fases

Fase 1	Fase 2
	

Fuente: Manual HCM 2000.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 9-4:** Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 01: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	PLT	PRT	% de pesados	N° de buses	Ancho de carril	Gradiente	Veh Estacionados
<b>BETHLEMITAS</b>	<b>NORTE-SUR</b>	1	GIRO IZQ	G1	62	141	0,440		0,33%	5	3,40	-3,19%	0
			RECTO		8								
			GIRO DER		71		0,504						
	<b>SUR-NORTE</b>	1	GIRO IZQ	G1	0	15	0		0,00%	0	3,40	1,65%	0
			RECTO		5								
			GIRO DER		10		0,667						
<b>24 DE MAYO</b>	<b>OESTE-ESTE</b>	1	GIRO IZQ	G2	25	264	0,095		3,00%	24	3,70	-1,96%	0
			RECTO		231								
			GIRO DER		8		0,030						
	<b>ESTE-OESTE</b>	1	GIRO IZQ	G2	2	241	0,012		1,67%	22	3,70	2,45%	0
			RECTO		204								
			GIRO DER		24		0,100						

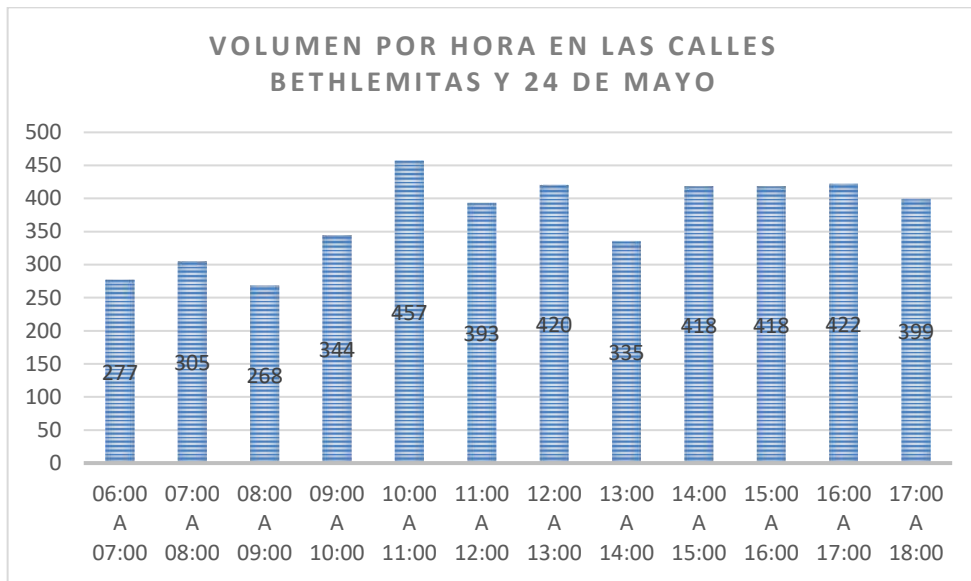
Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla10-4:** Flujo de saturación de la intersección N.- 01: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	N	So	fw	fHV	fg	fp	fb	fa	fLU	fLT	fRT	Fsat	Yi	
BETHLEMITAS	NORTE-SUR	1	GIRO IZQ	G1	62	141	1	1600	0,978	1	1	0,825	0,980	0,9	1	0,978	0,924	1029.86	0,137	
			RECTO		8															
			GIRO DER		71															
	SUR-NORTE	1	1	GIRO IZQ	G1	0	15	1	1600	0,978	1	1	0,855	1	0,9	1	1	0,900	1083.37	0,014
				RECTO		5														
				GIRO DER		10														
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	1	GIRO IZQ	G2	25	264	1	1600	1,011	1	1	0,720	0,904	0,9	1	0,995	0,995	938.63	0,281	
			RECTO		231															
			GIRO DER		8															
	ESTE-OESTE	1	1	GIRO IZQ	G2	2	241	1	1600	1,011	1	1	0,735	0,912	0,9	1	1	0,985	960.47	0,251
				RECTO		214														
				GIRO DER		24														

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Conteo realizado el sábado 11 de junio del 2022.



**Ilustración 4-4:** Conteo vehicular de las calles Bethlehemitas y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

De acuerdo con el conteo realizado en la intersección se determinó que circulan aproximadamente 4456 vehículos en el día. Por otro lado, se puede observar que la hora pico es de 10:00 a 11:00 de la mañana donde circulan 457 vehículos. Cabe mencionar que se utilizó intervalos de 15 minutos con la finalidad de determinar la hora pico.

**Tabla 11-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
33	1	40	0	2	5	22	213	6	2	163	19

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 12-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 1: CALLE BETHLEMITAS Y 24 DE MAYO																		
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			11/6/2022															TOTAL
			10:00 - 10:15			10:15 - 10:30			10:30 - 10:45			10:45 - 11:00			SUB TOTAL			
Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	
<b>BETHLEMITAS</b>	<b>NORTE - SUR</b>	DIRECTO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>1</b>
		GIRO IZQ	9	0	1	9	0	0	9	0	0	11	0	0	38	0	2	<b>40</b>
		GIRO DER	11	0	1	10	0	0	7	0	0	3	0	0	31	0	2	<b>33</b>
	<b>SUR - NORTE</b>	DIRECTO	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	<b>2</b>
		GIRO IZQ	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	<b>5</b>
		GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>24 DE MAYO</b>	<b>OESTE - ESTE</b>	DIRECTO	39	2	1	27	1	2	35	3	2	36	1	1	137	14	12	<b>163</b>
		GIRO IZQ	5	0	0	3	0	0	5	0	0	4	1	0	17	2	0	<b>19</b>
		GIRO DER	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	<b>2</b>
	<b>ESTE - OESTE</b>	DIRECTO	38	1	0	34	2	4	43	11	1	40	7	3	155	42	16	<b>213</b>
		GIRO IZQ	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	2	2	<b>6</b>
		GIRO DER	5	0	0	5	0	1	5	0	0	3	0	1	18	0	4	<b>22</b>

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

## 4.2. Intersección N.- 02, Calle 24 de mayo y Colaguango.



**Ilustración 5-4:** Intersección N.- 02, Calle 24 de mayo y Colaguango

**Fuente:** Google Earth.

**Realizado por:** Aimacaña J., 2022.

### 4.2.1. Características geométricas de la vía.



La intersección está ubicada al Noroeste de la parroquia, su característica principal es la unión de la parroquial con la cabecera cantonal con un alto volumen vehicular, esta vía conecta los sectores de la parroquia urbana de La Laguna por el norte y por el sentido de este – oeste barrios como: Santa Rosa, Espe y la parte céntrica de la parroquia Belisario Quevedo. Las coordenadas geográficas son las siguientes:  $-0.98608^{\circ}\text{N}$   $-78.58826^{\circ}\text{E}$ , por otro lado, las vías están compuestas de dos carriles, es decir, doble sentido en los 3 brazos ya que es una intersección tipo “Y”.

**Tabla 13-4:** Características geométricas de la intersección N.- 02



Geometría de la vía				
Nombre de la calle	Colaguango		24 de Mayo	
Parámetro	Norte	Sur	Este	Oeste
Área	Rural	Rural	Rural	Rural
Número de carriles N	1	1	1	1
Ancho promedio de carriles W(m)	3.17 m	3.17 m	3.50 m	3.50 m
Pendiente G (%)	-0.18%	No existe	3.81%	4.82%
Existencia de carril exclusivo LT o RT	No existe			
Longitud de bahías LT o RT, Ls (m)	No existe			
Estacionamientos	No existe			




Realizado por: Aimacaña J., 2023.


**Tabla 14-4:** Detalles técnicos de la infraestructura vial

Nombre de la calle	Colaguango (Norte)			
Parámetro	Tipo	Observación	Coordenadas UTM (x,y)	Dimensiones
Berma		Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).	-0.985797, - 78.588470	Ancho: 28 cm.
Acera		Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.	-0.985780, - 78.588532	Alto: 30 cm Ancho: 1.50 m



<p><b>Cuneta</b></p>		<p>Las cunetas se encuentran en buenas condiciones lo que se muestra que no va existir estancamiento del agua en la calzada.</p>	<p>-0.985794, - 78.588502</p>	<p>Alto: 20 cm Ancho: 40 cm Inclinación: 90°</p>
<p><b>Nombre de la calle</b></p>		<p>Está ubicada al lado derecho de la vía en forma longitudinal en sentido N-S.</p>		
<p style="text-align: center;"><b>24 de Mayo (Oeste)</b></p>				
<p><b>Parámetro</b></p>	<p><b>Tipo</b></p>	<p><b>Observación</b></p>	<p><b>Coordenadas</b></p>	<p><b>Dimensiones</b></p>
<p><b>Señalética vertical</b></p>		<p>Código N.- R5-6</p> <p>Fondo azul retro reflectivo.</p> <p>Símbolo azul retro reflectivo en un fondo blanco retro reflectivo.</p> <p>Orla y letras color blancas.</p> <p>Área donde los buses de transporte público se detienen y toman pasajeros.</p> <p>La señalética se encuentra tiene un cierto grado de inclinación no aceptable porque disminuye la visibilidad del conductor y su orla se encuentra grafiteada.</p>	<p>-0.986137, - 78.588635</p>	<p>600 x 600 (mm) Dimensiones serie de letras: 200 Ca</p> <p>Altura de la señalética tomada desde la superficie de la vía hasta el borde de la leyenda: 2.50 m.</p>

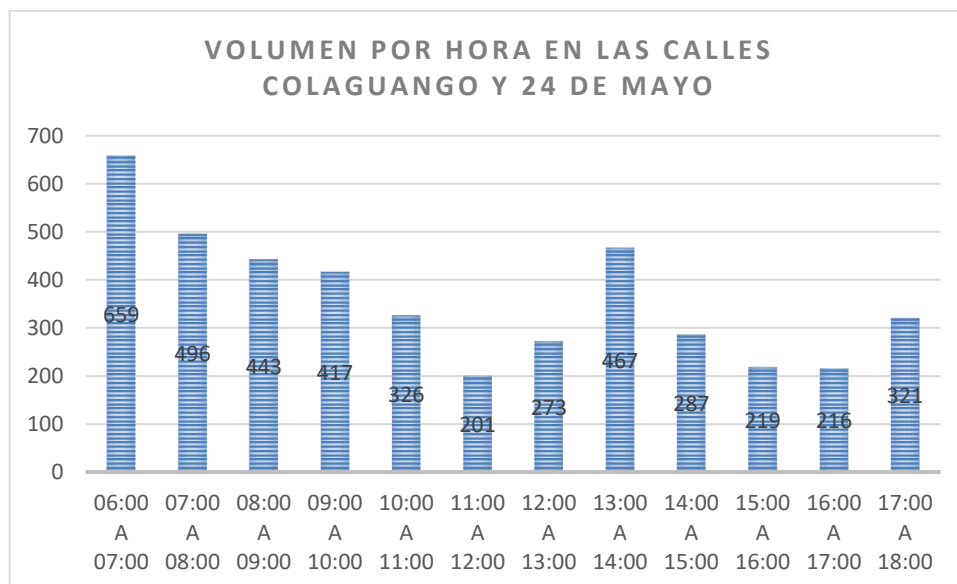
<b>Berma</b>		Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (No visible).	-0.986024, - 78.588216	Ancho: 1.10 m.
<b>Acera</b>		Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.	-0.986008, - 78.588218	Alto: 30 cm Ancho: 1.50 m
<b>Nombre de la calle</b>	<b>24 de Mayo (Este)</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observación</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Berma</b>		Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).	-0.986018, - 78.588164	Ancho: 1.10 m.

<p><b>Acera</b></p>		<p>Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras.</p> <p>El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.</p>	<p>-0.986007, - 78.588192</p>	<p>Alto: 30 cm Ancho: 1.50 m</p>
---------------------	---	--	-----------------------------------	--------------------------------------

Realizado por: Aimaña J., 2023.

#### 4.2.2. Condiciones del tránsito de la intersección N.- 02: Calle Colaguango y 24 de Mayo

Conteo realizado el viernes 10 de junio del 2022.



**Ilustración 6-4:** Conteo vehicular de las calles Colaguango y 24 de Mayo

Realizado por: Aimaña J., 2023.

Interpretación:

El conteo vehicular de esta intersección nos permitió determinar que 4325 vehículos circulan al día. Tomando en cuenta que la hora pico es de 06:00 a 07:00 donde transitan 659 vehículos. Para determinar la hora pico se realizó el conteo en intervalos de 15 minutos.

**Tabla 15-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 2: CALLE COLAGUANGO Y 24 DE MAYO EN PERIODO DE 15 MINUTOS																			
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			10/6/2022																
			06:00 - 06:15			06:15 - 06:30			06:30 - 06:45			06:45 - 07:00			SUB TOTAL			TOTAL	
<i>Avenida / Calle</i>	<i>Sentido</i>	<i>Sentido de Circulación</i>	<i>Liviano</i>	<i>Bus</i>	<i>Pesado</i>	<i>Liviano</i>	<i>Bus</i>	<i>Pesado</i>	<i>Liviano</i>	<i>Bus</i>	<i>Pesado</i>	<i>Liviano</i>	<i>Bus</i>	<i>Pesado</i>	<i>Liviano</i>	<i>Bus</i>	<i>Pesado</i>		
COLAGUANGO	NORTE	DIRECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
		GIRO IZQ	23	0	0	8	0	0	18	0	0	35	1	0	84	2	0	<b>86</b>	
		GIRO DER	15	0	0	16	0	0	12	0	0	21	2	0	64	4	0	<b>68</b>	
24 DE MAYO	OESTE	DIRECTO	56	7	1	23	6	1	63	0	0	45	5	15	187	36	34	<b>257</b>	
		- ESTE	GIRO IZQ	4	0	0	7	0	0	6	0	0	8	0	0	25	0	0	<b>25</b>
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	ESTE - OESTE	DIRECTO	36	5	0	31	5	5	31	4	1	34	4	2	132	36	16	<b>184</b>	
		GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	
		GIRO DER	9	0	5	3	0	0	5	0	0	8	1	1	25	2	12	<b>39</b>	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 16-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

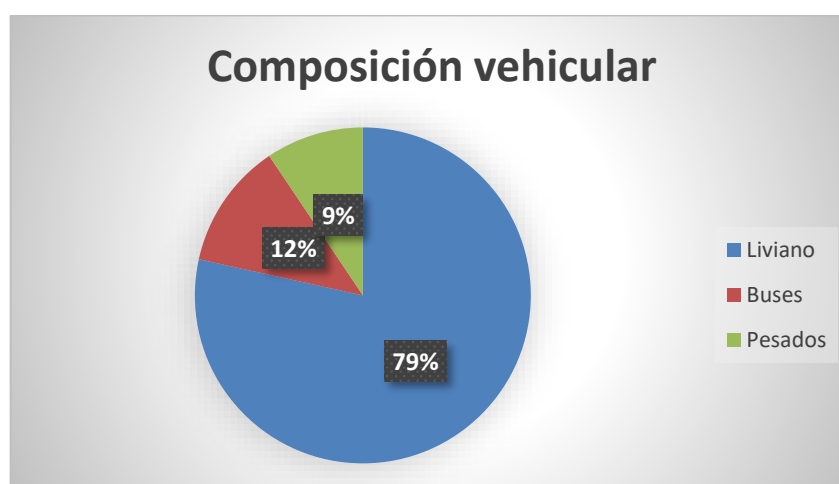
NORTE			ESTE			OESTE		
68	0	86		184	0	0	257	25

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 17-4:** Composición vehicular

Tipo de vehículo	Número de vehículos
Liviano	517
Buses	80
Pesados	62

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Ilustración 7-4:** Composición vehicular

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

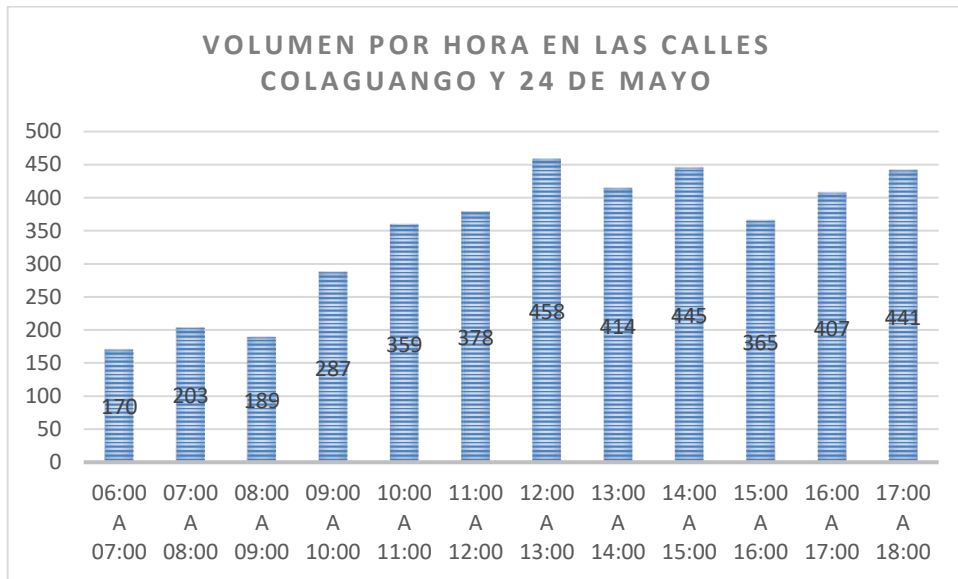
Para la partición modal de la intersección tenemos como resultados que el 79% corresponde a 517 vehículos livianos, mientras que el 12% corresponde a 80 buses y finalmente el 9% que corresponde a 62 vehículos pesados, dando como resultado el 100% de vehículos que transitan en la intersección.

**Tabla 18-4:** Proporción de vehículos pesados en cada grupo

Sentido	Norte	Sur	Este	Oeste
Vehículos pesados.	10	0	28	34
Porcentaje pesados.	9%			
Proporción pesados (%)	0	0	4,06	4,94

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Conteo realizado el sábado 11 de junio del 2022.



**Ilustración 8-4:** Conteo vehicular de las calles Colaguango y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

A través del conteo vehicular en esta intersección circular 4116 durante el día. La hora pico de esta intersección está comprendida entre las 12:00 a 13:00 donde transitan alrededor de 458 vehículos. El conteo vehicular se lo realizó en intervalos de 15 minutos para la determinación de la hora pico.

**Tabla 19-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			ESTE			OESTE		
31	0	26	32	162	0	0	183	24

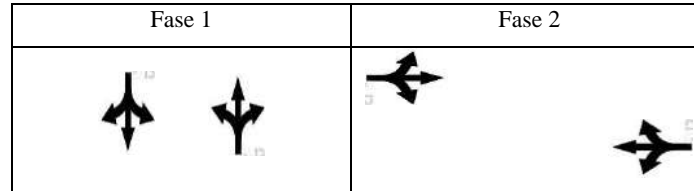
Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 20-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 2: CALLE BETHLEMITAS Y 24 DE MAYO EN PERÍODOS DE 15 MINUTOS																			
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			11/6/2022															TOTAL	
			12:00 - 12:15			12:15 - 12:30			12:30 - 12:45			12:45 - 13:00			SUB TOTAL				
<i>Avenida / Calle</i>	<i>Sentido</i>	<i>Sentido de Circulación</i>	<i>Liviano</i>	<i>Buses</i>	<i>Pesados</i>	<i>Liviano</i>	<i>Buses</i>	<i>Pesados</i>	<i>Liviano</i>	<i>Buses</i>	<i>Pesados</i>	<i>Liviano</i>	<i>Buses</i>	<i>Pesados</i>	<i>Liviano</i>	<i>Bus</i>	<i>Pesado</i>		
COLAGUANGO	NORTE - SUR	DIRECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		GIRO IZQ	7	0	2	7	1	0	2	0	0	4	0	0	20	2	4	26	
	GIRO DER	2	1	1	5	0	0	3	1	1	7	2	1	17	8	6	31		
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	DIRECTO	34	2	3	41	0	5	44	1	0	38	1	1	157	8	18	183	
		GIRO IZQ	5	0	0	3	1	0	7	0	1	5	0	0	20	2	2	24	
		GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ESTE - OESTE	DIRECTO	30	1	3	29	3	0	35	1	4	40	0	2	134	10	18	162	
		GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		GIRO DER	5	0	0	10	0	0	8	0	0	9	0	0	32	0	0	32	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 21-4:** Diseño de fases



Fuente: Manual HCM 2000.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 22-4:** Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 02: Calle Colaguango y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	PLT	PRT	% de pesados	Nº de buses	Ancho de carril	Gradiente	Veh. Estacionados	
COLAGUANGO	NORTE-SUR	1	GIRO IZQ	G1	86	154	0,558		0%	6	3,17	-0,18%	0	
			RECTO		0									
			GIRO DER		68		0,442							
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	1	GIRO IZQ	G2	25	282	0,089		4,94%	36	3,50	4,82%	0	
			RECTO		257									
			GIRO DER		0		0							
	ESTE - OESTE	1		GIRO IZQ	G2	0	223	0,000		4,06%	38	3,50	3,81%	0
				RECTO		184								
				GIRO DER		39		0,175						

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Tabla 23-4.** Flujo de saturación de la intersección N.- 02: Calle Colaguango y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	N	So	fw	fH V	f g	fp	fb	fa	fLU	fLT	fRT	Fsat	Yi	
COLAGUANGO	NORTE - SUR	1	GIRO IZQ	G1	86	154	1	160	0,952	1	1	0,885	0,976	0,9	1	0,973	0,940	1083,54	0,142	
			RECTO		0															
			GIRO DER		68															
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	1	GIRO IZQ	G2	25	282	1	160	1,000	1	1	0,885	0,856	0,9	1	0,996	1	1085,06	0,260	
			RECTO		257															
			GIRO DER		0															
	ESTE - OESTE	1	1	GIRO IZQ	G2	0	223	1	160	1,000	1	1	0,885	0,848	0,9	1	1	0,976	1054,38	0,211
				RECTO		184														
				GIRO DER		39														

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

### 4.3. Intersección N.- 03, Calle 24 de mayo y Camino del Inka.

#### 4.3.1. Características geométricas de la vía.

La intersección está ubicada al Noroeste de la parroquia, su característica principal es la unión de la parroquia desde la entrada de la vía antigua E35, esta vía conecta los sectores de la parroquia urbana de La Laguna por el norte y por el sentido de este – oeste barrios como: Santa Rosa, Espe, revisión técnica vehicular de GAD del cantón Latacunga y la parte céntrica de la parroquia Belisario Quevedo. Las coordenadas geográficas son las siguientes:  $-0.98610^{\circ}\text{N}$   $-78.58716^{\circ}\text{E}$ , por otro lado, las vías están compuestas de dos carriles, es decir, doble sentido en los 4 brazos ya que es una intersección tipo “X”.



**Ilustración 9-4:** Intersección N.- 03, Calle 24 de mayo y Camino del Inka

**Fuente:** Google Earth.



**Realizado por:** Aimacaña J., 2022.



**Tabla 24-4:** Características geométricas de la intersección N.- 03





Geometría de la vía				
Nombre de la calle	Camino del Inka		24 de Mayo	
Parámetro	Norte	Sur	Este	Oeste
Área	Rural	Rural	Rural	Rural
Número de carriles N	1	1	1	1
Ancho promedio de carriles W(m)	3.67 m	3.67 m	3.65 m	3.65 m
Pendiente G (%)	-1.74%	2.94%	-2.64%	-2.58%
Existencia de carril exclusivo LT o RT	No existe			
Longitud de bahías LT o RT, Ls (m)	No existe			
Estacionamientos	Largo: 35 m Ancho: 2 m	No existe		




Realizado por: Aimacaña J., 2023.




**Tabla 25-4:** Detalles técnicos de la infraestructura vial




Nombre de la calle	Camino del Inka (Norte)			
Parámetro	Tipo	Observación	Coordenadas UTM (x,y)	Dimensiones
<b>Berma</b>		Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).	-0.985823, -78.587228	Ancho: 25 cm.
<b>Acera</b>		Uso exclusivo para que se movilen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en deterioro y llenándose de hierbas.	-0.985809, -78.587221	Alto: 2.20 m Ancho: 1.30 m

<b>Señalética horizontal</b>		<p>Paso exclusivo para los peatones.</p> <p>Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.</p>	-0.985979, -78.587193	Largo: 3 m Ancho: 8.50 m
		<p>Estacionamiento exclusivo para la Cia. De carga mixta "Tandanacui"</p> <p>La autorización de estos estacionamientos determina la autoridad competente como terminales de buses, centros comerciales, hospitales y otros lugares.</p> <p>Las condiciones de la señalética son regulares ya que su demarcación está deteriorada y no cuenta con señalética vertical complementaria que determine su uso.</p>	-0.985955, -78.587217	Largo: 35 m Ancho: 2 m
<b>Nombre de la calle</b>	<b>Camino del Inca (Sur)</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observación</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Dimensiones</b>


<p><b>Señalética vertical</b></p>		<p>Intersección en "T" (P2-2) Código: P2-2<sup>a</sup></p> <p>Esta señalética previene al conductor de la aproximación de un empalme de vía es decir la unión de vías, son colocadas en vías como urbanas o rurales.</p> <p>Las condiciones de esta señalética son óptimas ya que fueron colocadas recientemente. Cabe recalcar que se debe analizar de mejor manera su ubicación y tipo de señal ya que adelante tenemos una intersección de cuatro brazos.</p>	<p>-0.986420, - 78.587113</p>	<p>600 x 600 (mm)</p>
<p><b>Berma</b></p>		<p>Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).</p>	<p>-0.986314, - 78.587118</p>	<p>Ancho: 66 cm.</p>
<p><b>Acera</b></p>		<p>Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.</p>	<p>-0.986350, - 78.587096</p>	<p>Alto: 20 cm Ancho: 1.43 m</p>
<p><b>Señalética horizontal</b></p>		<p>Flechas con dirección de frente, izquierda y derecha. Permite que el conductor tome decisiones de dirección. La demarcación de pintura aún es visible.</p>	<p>-0.986317, - 78.587115</p>	<p>Largo: 2.5 m Ancho: 1.50 m</p>

		<p>Flecha con dirección de frente.</p> <p>Permite identificar al conductor de la dirección de sentido que tiene de frente o longitudinal.</p> <p>Las condiciones de su demarcación son óptimas ya que se visualiza en su totalidad.</p>	<p>-0.986375, - 78.587151</p>	<p>Largo: 2.5 m Ancho: 71 cm</p>
		<p>Paso exclusivo para los peatones.</p> <p>Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.</p>	<p>-0.986142, - 78.587140</p>	<p>Largo: 3m Ancho: 9.47 m</p>
<p><b>Nombre de la calle</b></p>	<p><b>24 de Mayo (Este)</b></p>			
<p><b>Parámetro</b></p>	<p><b>Tipo</b></p>	<p><b>Observación</b></p>	<p><b>Coordenadas</b></p>	<p><b>Dimensiones</b></p>
<p><b>Berma</b></p>		<p>Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía.</p> <p>El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).</p>	<p>-0.986025, - 78.586985</p>	<p>Ancho: 1.23 m.</p>

<p><b>Acera</b></p>		<p>Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.</p>	<p>-0.986008, - 78.586945</p>	<p>Alto: 1.6 cm Ancho: 1.45 m</p>
<p><b>Señalética horizontal</b></p>		<p>Paso exclusivo para los peatones. Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.</p>	<p>-0.986044, - 78.587046</p>	<p>Largo: 3m Ancho: 10.28 m</p>
<p><b>Señalética horizontal</b></p>		<p>De frente, derecha o izquierda. Da aviso al conductor las posibles direcciones que puede tomar.</p> <p>Condiciones de pintura regular un poco despintada.</p>	<p>-0.986036, - 78.587014</p>	<p>Largo: 4.60m Ancho: 1.50m</p>
<p><b>Nombre de la calle</b></p>	<p><b>24 de Mayo (Oeste)</b></p>			

Parámetro	Tipo	Observación	Coordenadas	Dimensiones
<b>Berma</b>		Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).	-0.986081, - 78.587441	Ancho: 1.04 m.
<b>Acera</b>		Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.	-0.986095, - 78.587356	Alto: 21 cm Ancho: 1.76 m
<b>Señalética horizontal</b>		Paso exclusivo para los peatones. Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.	-0.986064, - 78.587264	Largo: 3m Ancho: 10.28 m

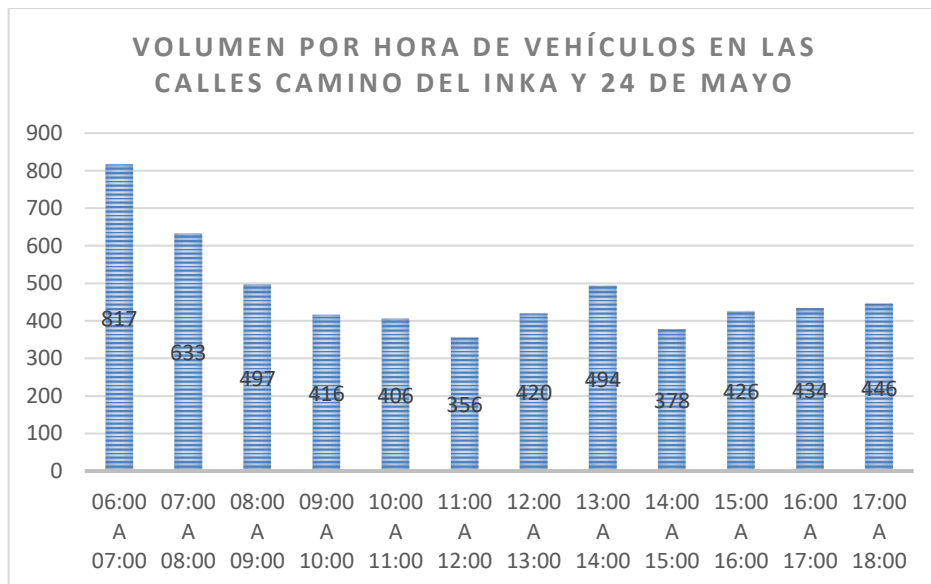


		<p>Flechas con dirección de frente, izquierda y derecha.</p> <p>Permite que el conductor tome decisiones de dirección.</p> <p>La demarcación de pintura aún es visible.</p>	<p>-0.986042, -78.587307</p>	<p>Largo: 2.5 m Ancho: 1.50 m</p>
--	---	---	------------------------------	---------------------------------------

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 4.3.2. Condiciones del tránsito de la intersección N.- 03: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo.

Conteo realizado el viernes 10 de junio del 2022



**Ilustración 10-4:** Conteo vehicular de las calles Camino del Inka y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

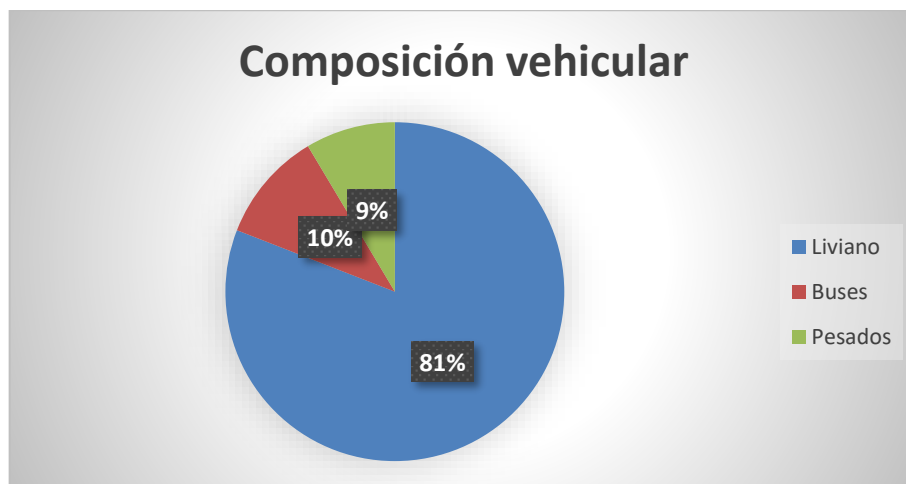
Interpretación:

De acuerdo con el conteo en esta intersección circulan alrededor de 5723 vehículos al día. La hora pico determinada en esta intersección está comprendida de 06:00 a 07:00 donde transitan 817 vehículos. El conteo vehicular se lo realizo en intervalos de 15 minutos para determinación de la hora pico.

**Tabla 26-4:** Composición vehicular

Tipo de vehículo	Número de vehículos
Liviano	661
Buses	86
Pesados	70

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Ilustración 11-4:** Composición vehicular

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:













En cuanto a la partición modal de la intersección podemos observar que del 100% de los vehículos están compuestos de la siguiente manera, el 81% correspondiente a 661 vehículos livianos, el 10% a 86 buses y finalmente el 9% correspondiente a 70 vehículos pesados.

**Tabla 27-4:** Proporción de vehículos pesados en cada grupo

Sentido	Norte	Sur	Este	Oeste
Vehículos pesados.	26	20	0	24
Porcentaje pesados.	9%			
Proporción pesados (%)	3,34	2,57	0	3,09

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 28-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
											
46	32	21	97	60	55	26	113	27	148	153	39

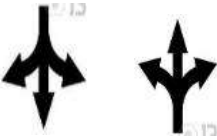
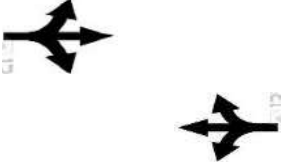
**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

**Tabla 29-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 3: CAMINO DEL INKA Y 24 DE MAYO EN PERÍODOS DE 15 MINUTOS																			
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			10/6/2022																
			06:00 - 06:15			06:15 - 06:30			06:30 - 06:45			06:45 - 07:00			SUB TOTAL			TOTAL	
Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado		
CAMINO DEL INKA	NORTE - SUR	DIRECTO	15	0	0	1	1	0	5	0	0	1	1	3	22	4	6	<b>32</b>	
		GIRO IZQ	6	0	2	2	0	0	3	0	0	2	0	2	13	0	8	<b>21</b>	
		GIRO DER	2	0	1	5	0	0	25	0	0	2	0	5	34	0	12	<b>46</b>	
	SUR - NORTE	DIRECTO	25	0	0	20	2	0	10	0	0	1	0	0	56	4	0	<b>60</b>	
		GIRO IZQ	5	0	1	6	0	2	29	0	0	9	0	0	49	0	6	<b>55</b>	
		GIRO DER	36	2	4	3	2	3	20	2	0	8	2	0	67	16	14	<b>97</b>	
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	DIRECTO	27	1	0	43	4	0	29	0	3	24	4	3	94	18	12	<b>153</b>	
		GIRO IZQ	5	0	1	10	0	2	4	1	0	10	1	0	29	4	6	<b>39</b>	
		GIRO DER	15	2	2	24	3	1	17	0	0	64	6	0	92	22	6	<b>148</b>	
	ESTE - OESTE	DIRECTO	18	0	0	28	3	0	24	3	0	29	1	0	68	14	0	<b>113</b>	
		GIRO IZQ	11	0	0	7	0	0	1	0	0	8	0	0	10	0	0	<b>27</b>	
		GIRO DER	6	0	0	8	0	0	5	0	0	3	2	0	2	4	0	<b>26</b>	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 30-4:** Diseño de fases

Fase 1	Fase 2
	

Fuente: Manual HCM 2000.

Realizado por: Aimacaña., J 2023.

**Tabla 31-4:** Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 03: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	PLT	PRT	% de pesados	N° de buses	Ancho de carril	Gradiente	Veh. Estacionados	
CAMINO DEL INKA	NORTE-SUR	1	GIRO IZQ	G1	21	99	0,212		3,71%	4	3,67	-1,74%	8	
			RECTO		32									
			GIRO DER		46			0,465						
	SUR - NORTE	1		GIRO IZQ	G1	55	212	0,259		2,86%	20	3,67	2,94%	0
				RECTO		60								
GIRO DER				97				0,458						
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	1	GIRO IZQ	G2	39	340	0,115		3,43%	44	3,65	-2,58%	0	
			RECTO		153									
			GIRO DER		148			0,435						
	ESTE - OESTE	1		GIRO IZQ	G2	27	166	0,163		0,00%	18	3,65	-2,64%	0
				RECTO		113								
GIRO DER				26				0,157						

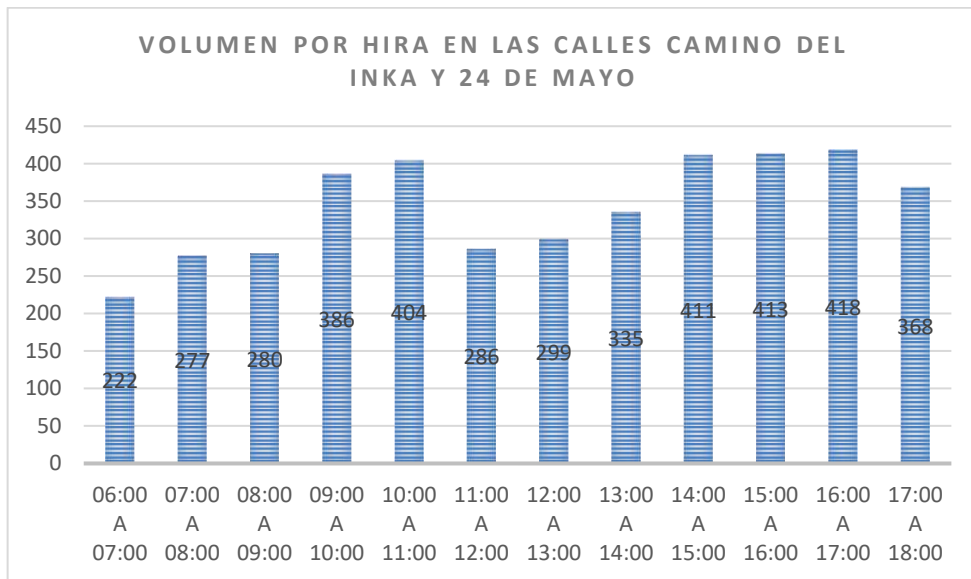
Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 32-4:** Flujo de saturación de la intersección N.- 03: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	N	So	fw	fHV	f g	fp	fb	fa	fLU	fLT	fRT	Fsat	Yi	
CAMINO DEL INKA	NORTE - SUR	1	GIRO IZQ	G1	21	99	1	1600	1	1	1	0,780	0,984	0,9	1	0,990	0,937	1032,56	0,096	
			RECTO		32															
			GIRO DER		46															
	SUR - NORTE	1	1	GIRO IZQ	G1	55	212	1	1600		0,999	1	0,900	0,920	0,9	1	0,987	0,938	1112,33	0,191
				RECTO		60				1										
GIRO DER				97																
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	1	GIRO IZQ	G2	39	340	1	1600		1	1	0,900	0,824	0,9	1	0,994	0,941	1004,62	0,338	
			RECTO		153				1											
			GIRO DER		148															
	ESTE - OESTE	1	1	GIRO IZQ	G2	27	166	1	1600	1	1	1	0,900	0,928	0,9	1	0,992	0,979	1174,40	0,141
				RECTO		113														
GIRO DER				26																

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Conteo realizado el sábado 11 de junio del 2022



**Ilustración 12-4:** Conteo vehicular de las calles Camino del Inka y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

De acuerdo con el conteo se determinó que en la intersección circulan en promedio 4099 vehículos al día. La hora pico determinada en esta intersección es de 16:00 a 17:00 donde circulan alrededor de 418 vehículos. Cabe mencionar que el conteo se realizó en un intervalo de 15 minutos.

**Tabla 33-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
10	5	8	24	10	47	5	117	26	37	119	15

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Tabla 34-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 3: CAMINO DEL INKA Y 24 DE MAYO EN PERÍODOS DE 15 MINUTOS																			
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			10/6/2022															SUB TOTAL	TOTAL
			16:00 - 16:15			16:15 - 16:30			16:30 - 16:45			16:45 - 17:00							
Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado		
CAMINO DEL INKA	NORTE - SUR	DIRECTO	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	5	0	0	5	
		GIRO IZQ	1	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	8	0	0	8	
		GIRO DER	3	0	0	1	0	1	2	0	0	2	0	0	8	0	2	10	
	SUR - NORTE	DIRECTO	5	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4	12
		GIRO IZQ	9	0	0	13	0	1	12	0	0	11	0	0	45	0	2	47	
		GIRO DER	7	0	1	7	0	0	2	1	0	2	0	1	18	2	4	24	
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	DIRECTO	23	1	0	35	1	2	14	1	0	33	1	1	105	8	6	119	
		GIRO IZQ	7	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	15	0	0	15	
		GIRO DER	6	0	1	7	0	0	7	0	0	15	0	0	35	0	2	37	
	ESTE - OESTE	DIRECTO	32	1	0	21	1	0	26	2	0	30	0	0	109	8	0	117	
		GIRO IZQ	6	0	0	8	0	0	5	0	2	3	0	0	22	0	4	26	
		GIRO DER	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0	2	5	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 4.4. Intersección N.- 04, Calle 24 de mayo y 24 de agosto.

##### 4.4.1. Características geométricas de la vía.

La intersección está ubicada al Noroeste de la parroquia, su característica principal es la unión de la parroquia desde la entrada de la vía antigua E35, esta vía conecta los sectores de la parroquia urbana de La Laguna por el norte y por el sentido de este – oeste barrios como: Santa Rosa, Espe, revisión técnica vehicular de GAD del cantón Latacunga y la parte céntrica de la parroquia Belisario Quevedo. Las coordenadas geográficas son las siguientes:  $-0.98618^{\circ}\text{N}$   $-78.58241^{\circ}\text{E}$ , por otro lado, las vías están compuestas de dos carriles, es decir, doble sentido en los 4 brazos ya que es una intersección tipo “X”.



**Ilustración 13-4:** Intersección N.- 04, Calle 24 de mayo y 24 de agosto

**Fuente:** Google Earth.


**Realizado por:** Aimacaña J., 2022.



**Tabla 35-4:** Características geométricas de la intersección N.- 03




Geometría de la vía				
Nombre de la calle	24 de Agosto		24 de Mayo	
Parámetro	Norte	Sur	Este	Oeste
Área	Rural	Rural	Rural	Rural
Número de carriles N	1	1	1	1
Ancho promedio de carriles W(m)	3.70	3.40	3.50	3.27
Pendiente G (%)	-2.03%	0.54%	0.50%	-4.22%
Existencia de carril exclusivo LT o RT	No existe			
Longitud de bahías LT o RT, Ls (m)	No existe			
Estacionamientos	No existe		Largo: 41.90 m Ancho: 2.96 m	No existe

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 36-4:** Detalles de la infraestructura vial

Nombre de la calle	24 de Agosto (Norte)			
Parámetro	Tipo	Observación	Coordenadas UTM (x,y)	Dimensiones
Señalética vertical		<p>Doble vía (R2-2A)</p> <p>Leyenda y fondo negro mate.</p> <p>Flecha y borde blanco retro reflectivo.</p> <p>Utilizada para indicar en una vía el tránsito que puede fluir en direcciones de ambos sentidos.</p> <p>La señalética se encuentra en condiciones óptimas ya que no presenta ningún deterioro.</p> <p>Esta señal está colocada en ambos lados de la calle.</p>	-0.986013, - 78.582060	<p>900 x 300 mm</p> <p>Serie de letras (mm)</p> <p>100 Cm</p> <p>Altura: 2.50m</p>

<p><b>Acera</b></p>		<p>Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras.</p> <p>El estado del hormigón se encuentra en deterioro y llenándose de hierbas.</p>	<p>-0.985981, - 78.582088</p>	<p>Alto: 20 cm Ancho: 1.43 m</p>
<p><b>Nombre de la calle</b></p>	<p><b>24 de Agosto (Sur)</b></p>			
<p><b>Parámetro</b></p>	<p><b>Tipo</b></p>	<p><b>Observación</b></p>	<p><b>Coordenadas UTM (x,y)</b></p>	<p><b>Dimensiones</b></p>
<p><b>Señalética vertical</b></p>		<p>Doble vía (R2-2A)</p> <p>Leyenda y fondo negro mate.</p> <p>Flecha y borde blanco retro reflectivo.</p> <p>Utilizada para indicar en una vía el tránsito que puede fluir en direcciones de ambos sentidos.</p> <p>La señalética se encuentra en condiciones óptimas ya que no presenta ningún deterioro.</p> <p>Esta señal está colocada en ambos lados de la calle.</p>	<p>-0.986204, - 78.582369</p>	<p>900 x 300 mm Serie de letras (mm) 100 Cm Altura: 2.50m</p>
		<p>Código: R1 – 1ª</p> <p>Leyenda y borde retro reflectivo blanco.</p> <p>Fondo retro reflectivo rojo.</p> <p>Estado de señalética en buenas condiciones, de igual manera su ubicación es visible para los conductores.</p>	<p>-0.986242, - 78.582445</p>	<p>600 x 600 (mm) Dimensiones serie de letras: 200 Ca Altura de la señalética tomada desde la superficie de la vía hasta el borde de la leyenda: 2.50m</p>



<b>Berma</b>		Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está en óptimas condiciones deteriorado (visible).	-0.986299, -78.582380	Ancho: 38 cm
<b>Acera</b>		Uso exclusivo para que se movilen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.	-0.986440, -78.582446	Ancho: 92cm Alto: 30cm
<b>Cuneta</b>		Las cunetas se encuentran en buenas condiciones lo que se muestra que no va existir estancamiento del agua en la calzada.	-0.986313, -78.582436	Ancho: 80cm Alto: 30cm
<b>Nombre de la calle</b>	<b>24 de Mayo (Este)</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observación</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Dimensiones</b>

<p><b>Señalética vertical</b></p>		<p>Doble vía (R2-2ª) Leyenda y fondo negro mate. Flecha y borde blanco retro reflectivo. Utilizada para indicar en una vía el tránsito que puede fluir en direcciones de ambos sentidos. La señalética se encuentra en condiciones óptimas ya que no presenta ningún deterioro. Esta señal está colocada en ambos lados de la vía.</p>	<p>-0.986033, - 78.582045</p>	<p>900 x 300 mm Serie de letras (mm) 100 Cm</p>
<p><b>Señalética horizontal</b></p>		<p>Paso exclusivo para los peatones. Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.</p>	<p>-0.986104, - 78.582035</p>	<p>Ancho: 10.45 m Largo: 3m</p>
<p><b>Señalética horizontal</b></p>		<p>Estacionamiento exclusivo para la Cia. De buses Inter cantonal "Belisario Quevedo" La autorización de estos estacionamientos determina la autoridad competente como terminales de buses, centros comerciales, hospitales y otros lugares. Las condiciones de la señalética son regulares ya que su demarcación está deteriorada y no cuenta con señalética vertical</p>	<p>-0.986035, - 78.581928</p>	<p>Ancho: 2.96 m Largo: 41.96 m</p>

		complementaria que determine su uso. Está comprendida con una bahía a lado costado derecho.		
<b>Berma</b>	<b>Sin visibilidad de la franja.</b>	Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está en óptimas condiciones deteriorado (visible).	-0.986117, - 78.581980	Ancho: 1.20 m
<b>Acera</b>		Uso exclusivo para que se movilen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.	-0.986020, - 78.581968	Ancho: 1.56 m Alto: 25 cm
<b>Nombre de la calle</b>	<b>24 de Mayo (Oeste)</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observación</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Señalética vertical</b>		Doble vía (R2-2ª) Leyenda y fondo negro mate. Flecha y borde blanco retro reflectivo. Utilizada para indicar en una vía el tránsito que puede fluir en direcciones de ambos sentidos.	-0.986120, - 78.582485	900 x 300 mm Serie de letras (mm) 100 Cm
		La señalética se encuentra en condiciones óptimas ya que no presenta ningún deterioro. Esta señal está colocada en ambos lados de la calle.		
		R5 – 1ª A		600 x 600 mm

		<p>Símbolo y orla negros. Círculo rojo retro reflectivo. Fondo blanco retro reflectivo.</p> <p>Utilizada para indicar la prohibición de estacionar con sentido de flechas hasta la próxima intersección.</p> <p>La señalética se encuentra en condiciones no aceptables ya que no cumple con las especificaciones técnicas y se encuentra grafitada, también tiene una leve inclinación hacia atrás.</p>	<p>-0.986214, -78.582612</p>	<p>Altura: 2.50 m</p>
<p><b>Señalética horizontal</b></p>		<p>Resalto de reductor de velocidad. Demarcación en todo el elemento de color amarillo con triángulos continuos de color blanco.</p> <p>El resalto en la actualidad se encuentra con un cierto grado de deterioro en cuanto a su pintura (parcialmente visible).</p>	<p>-0.986160, -78.582589</p>	<p>Largo: 3m Ancho: 5.69m</p>
	<p>Paso cebra</p>	<p>Cruce exclusivo para los peatones. Condiciones de pintura regular un poco deteriorada.</p>	<p>-0.986132, -78.582240</p>	<p>Largo: 3m Ancho: 7.46 m</p>

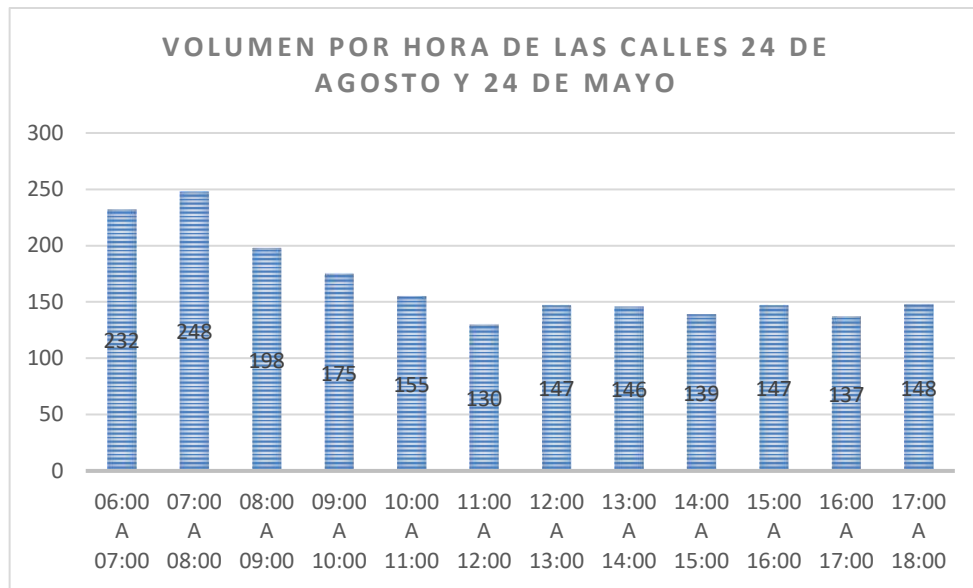


<p><b>Berma</b></p>		<p>Espacio sobrante del ancho de carril entre el bordillo y la franja de vía. El estado de su pintura está deteriorado (Poco visible).</p>	<p>-0.986108, -78.582308</p>	<p>Ancho: 60cm</p>
<p><b>Acera</b></p>		<p>Uso exclusivo para que se movilicen los peatones en condiciones seguras. El estado del hormigón se encuentra en condiciones regulares.</p>	<p>-0.986127, -78.582680</p>	<p>Ancho: 1.50m Alto: 25 cm</p>

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 4.4.2. Condiciones del tránsito de la intersección N.- 04

Conteo realizado el viernes 10 de junio del 2022.



**Ilustración 14-4:** Conteo vehicular de las calles 24 de Agosto y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

En base al conteo realizado en la intersección se puede observar que circulan alrededor de 2002 vehículos durante el día. La hora determinada en esta intersección es de 07:00 a 08:00 en la cual circulan 248 vehículos. Por otro lado, el conteo se realizó con un intervalo de 15 minutos con la finalidad de determinar la hora pico.

**Tabla 37-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
18	23	17	31	18	30	6	48	7	16	29	26

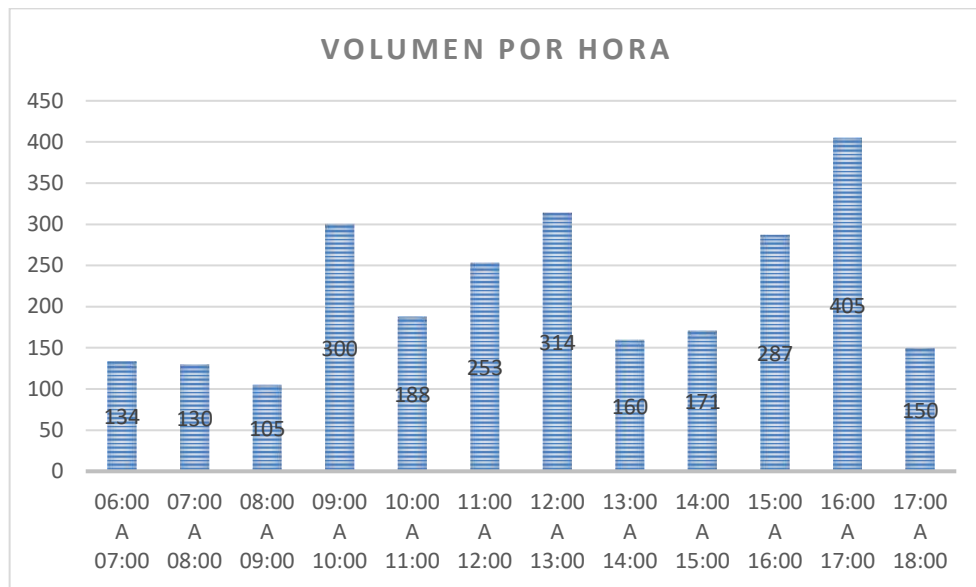
Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 38-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCION 4: CALLE 24 DE AGOSTO Y 24 DE MAYO EN PERÍODOS DE 15 MINUTOS																		
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			10/6/2022												SUB TOTAL			TOTAL
			07:00 - 07:15			07:15 - 07:30			07:30 - 07:45			07:45 - 08:00			Liviano	Bus	Pesado	
Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	TOTAL
24 DE AGOSTO	NORTE - SUR	DIRECTO	9	1	0	8	1	0	1	0	0	1	0	0	19	4	0	23
		GIRO IZQ	3	2	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	9	8	0	17
		GIRO DER	2	1	0	3	1	0	3	0	0	4	1	0	12	6	0	18
	SUR - NORTE	DIRECTO	6	0	1	5	0	0	0	0	0	3	1	0	14	2	2	18
		GIRO IZQ	7	0	0	7	0	0	10	1	2	0	0	0	24	2	4	30
		GIRO DER	6	2	2	6	2	0	2	0	0	3	0	1	17	8	6	31
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	DIRECTO	1	0	0	7	0	1	5	0	3	8	0	0	21	0	8	29
		GIRO IZQ	0	0	0	3	1	0	6	2	0	9	1	0	18	8	0	26
		GIRO DER	0	0	0	2	0	2	7	0	0	3	0	0	12	0	4	16
	ESTE - OESTE	DIRECTO	12	0	0	7	1	1	13	0	0	8	1	1	40	4	4	48
		GIRO IZQ	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	3	0	4	7
		GIRO DER	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	2	6

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Conteo realizado el sábado 11 de junio del 2022.



**Ilustración 15-4:** Conteo vehicular de las calles 24 de Agosto y 24 de Mayo

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

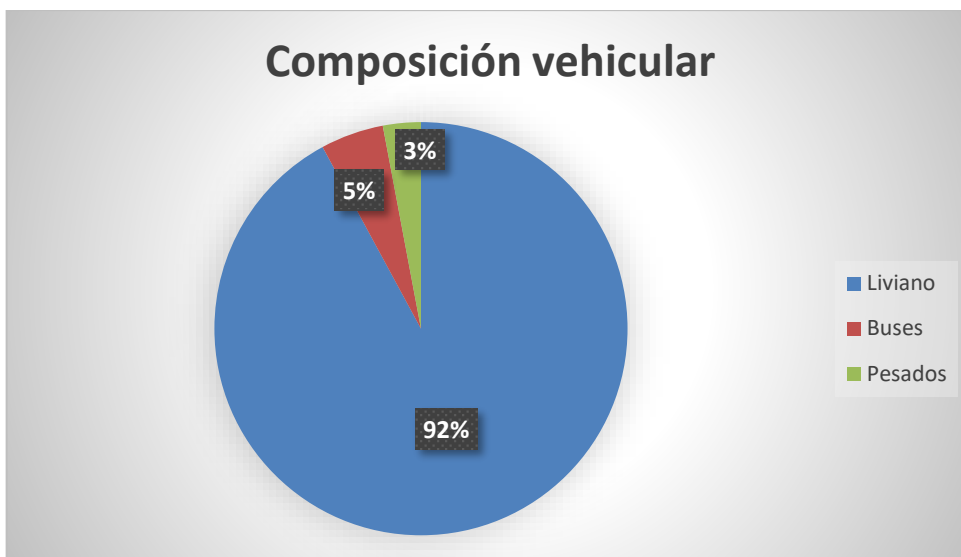
Interpretación:

Acorde al conteo realizado en la intersección se puede visualizar que circulan 2597 vehículos al día. En este caso la hora pico de esta intersección es de 16:00 a 17:00 donde transitan alrededor de 405 vehículos. De la misma manera el conteo se estableció intervalos de 15 minutos para determinar la hora pico.

**Tabla 39-4:** Composición vehicular

Tipo de vehículo	Número de vehículos
Liviano	373
Buses	20
Pesados	12

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Ilustración 16-4:** Composición vehicular

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

Interpretación:

Los resultados obtenidos para la partición modal de la intersección más crítica demuestran que el 92% corresponde a 373 vehículos livianos, el 5% a 20 buses y finalmente el 3% que corresponde a 12 vehículos pesados, con ello dándonos el 100% de vehículos.

**Tabla 40-4:** Proporción de vehículos pesados en cada grupo

Sentido	Norte	Sur	Este	Oeste
Vehículos pesados.	2	2	2	6
Porcentaje pesados.	3%			
Proporción pesados (%)	0,50	0,50	0,50	1,50

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 41-4:** Volumen vehicular por sentido de circulación

NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
↙	↓	↘	↙	↓	↘	↙	↓	↘	↙	↓	↘
36	3	14	25	21	56	17	61	13	48	73	38

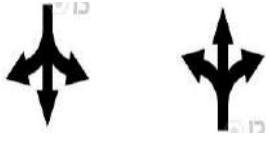

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 42-4:** Conteo volumétrico del tránsito de la hora pico

INTERSECCIÓN 4: CALLE 24 DE AGOSTO Y 24 DE MAYO EN PERÍODOS DE 15 MINUTOS																		
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			11/6/2022															TOTAL
			16:00 - 16:15			16:15 - 16:30			16:30 - 16:45			16:45 - 17:00			SUB TOTAL			
Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	Liviano	Bus	Pesado	
24 DE AGOSTO	NORTE - SUR	DIRECTO	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	0	3
		GIRO IZQ	8	0	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0	14	0	0	14
		GIRO DER	13	0	0	8	0	0	4	0	1	7	1	0	32	2	2	36
	SUR - NORTE	DIRECTO	4	0	0	9	0	0	7	0	0	1	0	0	21	0	0	21
		GIRO IZQ	14	0	0	11	0	0	16	0	1	16	0	0	54	0	2	56
		GIRO DER	7	0	0	9	0	0	6	0	0	3	0	0	25	0	0	25
24 DE MAYO	OESTE - ESTE	DIRECTO	25	1	0	9	1	1	13	1	0	18	0	0	65	6	2	73
		GIRO IZQ	9	0	0	4	0	0	8	0	0	15	1	0	36	2	0	38
		GIRO DER	6	0	0	11	0	0	10	0	1	13	0	1	40	0	4	48
	ESTE - OESTE	DIRECTO	12	0	0	16	1	0	19	1	0	10	0	0	57	4	0	61
		GIRO IZQ	7	0	0	1	0	0	3	0	0	0	1	0	11	2	0	13
		GIRO DER	5	0	0	13	0	0	6	0	1	1	0	0	15	0	2	17

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 43-4:** Diseño de fases

Fase 1	Fase 2
	

**Fuente:** Manual HCM 2000.

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

**Tabla 44-4:** Datos generales para el cálculo del flujo de saturación de la intersección N.- 04: Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	PLT	PRT	% de pesados	N° de buses	Ancho de carril	Gradiente	Veh Estacionados
24 DE AGOSTO	NORTE-SUR	1	GIRO IZQ	G1	14	53	0,264		0,83%	2	3,70	-2,03%	0
			RECTO		3								
			GIRO DER		36			0,679					
	SUR - NORTE	1	GIRO IZQ	G1	56	102	0,549		0,83%	0	3,40	0,54%	0
			RECTO		21								
			GIRO DER		25			0,245					
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	1	GIRO IZQ	G2	38	159	0,239		0,83%	8	3,27	-4,22%	0
			RECTO		73								
			GIRO DER		48			0,302					
	ESTE - OESTE	1	GIRO IZQ	G2	13	91	0,143		2,50%	6	3,50	0,50%	6
			RECTO		61								
			GIRO DER		17			0,187					

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Tabla 45-4:** Flujo de saturación de la intersección N.- 04: Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo

Avenida / Calle	Sentido	Número de Carriles	Sentido de Circulación	Grupo	Volumen por sentido	Volumen por grupo	N	So	fw	fHV	fg	fp	fb	fa	fLU	fLT	fRT	Fsat	Yi	
24 DE AGOSTO	NORTE-SUR	1	GIRO IZQ	G1	14	53	1	1600	1	1	1	0,900	0,992	0,9	1	0,987	0,908	1165,31	0,045	
			RECTO		3															
			GIRO DER		36															
	SUR - NORTE	1	GIRO IZQ	G1	56	102	1	1600	1	0,9999	1	0,900	1,000	0,9	1	0,973	0,967	1192,36	0,086	
			RECTO		21															
GIRO DER			25																	
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	1	GIRO IZQ	G2	38	159	1	1600	1	1	0,900	0,968	0,9	1	0,988	0,959	1145,69	0,139		
			RECTO		73															
			GIRO DER		48															
	ESTE - OESTE	1	GIRO IZQ	G2	13	91	1	1600	1	1	1	0,810	0,976	0,9	1	0,993	0,975	1089,17	0,084	
			RECTO		61															
GIRO DER			17																	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 46-4:** Cumplimiento de la norma RTE 004-1:2011 señales verticales en la parroquia Belisario Quevedo

Requerimientos del RTE INEN 004-1: 2011 señalética vertical																				
Calles	Coordenadas UTM		Señal	Tipo				Rango altura 1.50 m – 2.50 m		Filo de la vía a borde de la señal		Visibilidad de colocación desde la esquina <=50m		Forma y color		Estado de señalética				
	X	Y		Preventiva	Regulatoria	Restrictiva	Informativa	Cumple	No cumple	60cm		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	E	B	R	M	
										Cumple	No cumple									
Bethlemitas y 24 de mayo	767543	9890677	Pare		X			X			X		X		X					
			Límite de velocidad			X		X			X		X					X		
			Parada de bus				X	X			X		X		X				X	
			Ceda el paso			X		X			X		X		X				X	
Colaguango y 24 de mayo	768402	9890914	Parada de bus				X	X		X		X	X					X		
Camino del Inka y 24 de mayo	768532	9890912	Intersección en T	X				X		X		X	X		X					
24 agosto y 24 de mayo	769065	9890903	Doble vía		X			X			X	X		X			X			
			Pare		X				X			X	X		X				X	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 47-4:** Cumplimiento de la norma RTE 004-2:2011 señales horizontales en la parroquia Belisario Quevedo

Requerimientos del RTE INEN 004-2: 2011 señalética horizontal																											
Calles	Coordenadas UTM		Tramo	Líneas cruce peatonal						Flechas de direccionamiento						Línea de separación de flujo		Línea de borde de calzada (10cm)		Berma (1.50m – 2.00m)		Estado de señalética					
	X	Y		Largo (3m-8m)		Ancho (45 cm)		Separación (75cm)		Largo (5m)		Ancho (1.95)		Franja (15cm)		10cm – 15cm		Cumpl	No cumple	Cumple	No cumple	EX	B	R	M		
				cumple	No cumple	cumple	No cumple	Cumple	No cumple	cumple	No cumple	Cumple	No cumple	cumple	No cumple	Cumple	No cumple										
Bethlemitas y 24 de mayo	767543	9890677	N-S	X		X		X		X	X		X		X		X		X				X				
			S-N		X		X		X		X		X		X		X		X		X				X		
			E-O	X		X		X		X	X		X		X		X		X		X				X		
			O-E	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X		
Colagua ngo y 24 de mayo	768402	9890914	N-S	X		X		X		X	X		X		X		X		X					X			
			S-N		X		X		X		X		X		X	X		X		X				X		X	
			E-O		X		X		X		X		X		X	X		X		X					X		X

			O-E		X		X		X		X		X		X		X		X			X			X		
Camino del Inka y 24 de mayo	7685 32	98909 12	N-S	X		X		X		X		X		X		X		X			X		X				
			S-N	X		X		X		X		X		X		X		X			X		X				
			E-O	X		X		X		X		X		X		X		X			X				X		
			O-E	X		X		X		X		X		X		X		X			X				X		
24 agosto y 24 de mayo	7690 65	98909 03	N-S		X		X		X		X		X		X		X		X			X			X		
			S-N		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X			X
			E-O	X		X		X		X		X		X		X		X			X				X		
			O-E	X		X		X		X		X		X		X		X			X				X		

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

## CAPÍTULO V

### 5. MARCO PROPOSITIVO

#### 5.1. Contenido de la propuesta

##### 5.1.1. Tema de la investigación.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO DEL CANTÓN LATACUNGA.

#### 5.2. Objetivos

##### 5.2.1. Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad utilizando técnicas y normativas de movilidad para la implementación de un sistema de semaforización en intersecciones críticas, con la finalidad de controlar el flujo vehicular de la Parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga.

##### 5.2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Diagnosticar la situación actual del flujo vehicular e infraestructura de las intersecciones de la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga.
- ❖ Evaluar la información obtenida para la determinación del flujo vehicular de cada brazo.
- ❖ Proponer la implementación del sistema semafórico con sus fases y ciclos apropiados para mejorar la fluidez vehicular.

##### 5.2.3. Alcance de la propuesta.

El desarrollo de la propuesta para cada una de las intersecciones como caso de estudio en el presente proyecto de investigación se analizarán según el conteo vehicular realizado por el equipo de investigación, para ser evaluada en estricta aplicación de Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012, parte 5 de semaforización, en el que manifiesta las condiciones y parámetros que debe cumplir una intersección para ser controlada por un sistema semaforizado, los volúmenes vehiculares mínimos se detallan en la tabla de la INEN 2011, pág. 9.

Las intersecciones que cumplen con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012, parte 5 de semaforización, deberán estar controladas por un sistema semafórico, caso contrario se propone otro control de intersecciones según el flujo vehicular y geometría de la vía.

#### **5.2.4. *Desarrollo de la propuesta.***

Los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto de investigación fueron logrados satisfactoriamente, partiendo de la información teórica, documental y exploratoria, se realizó la propuesta individualmente para cada intersección, las propuestas están planteadas en base a las normativas, leyes, ordenanzas, manual de la HCM, base de datos del nivel de accidentes en la parroquia Belisario Quevedo y a la planificación del transporte.

### **5.3. *Requerimientos***

#### **5.3.1. *Requerimientos técnicos.***

De acuerdo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012, parte 5 menciona algunos requisitos básicos para ser instalados los semáforos en intersecciones, cabe mencionar que no se deben instalar los semáforos a menos que cumpla con uno o más de los requisitos que se establece en el reglamento (RTE INEN 004-5, 2012).

Para proponer la implementación de un sistema semafórico se debe trabajar con la información obtenida mediante el estudio de campo en este caso con el conteo vehicular y diagnóstico actual de la infraestructura vial. A continuación, detallamos los componentes que influyen en la instalación de semáforos:

- ❖ Volúmenes de tránsito.
- ❖ Acceso a vías principales.
- ❖ Volúmenes peatonales.
- ❖ Cruces peatonales escolares.
- ❖ Conservación de progresión.
- ❖ Frecuencia de accidentes.
- ❖ Sistemas y,
- ❖ Combinación de requisitos (RTE INEN 004-5, 2012).

### 5.3.2. *Requerimientos de volúmenes de tránsito*

El requisito satisface si durante 4 horas para controladores actuados por vehículos y, 8 horas para actuados de tiempo fijo de un día laborable, para la obtención de los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tabla 1-5:** Volúmenes vehiculares mínimos

Número de carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía de mayor volumen (total en ambas direcciones).	Vehículos por hora Acceso de mayor volumen de la vía menor (una sola dirección).
Vía mayor	Vía menor		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

**Fuente:** (RTE INEN 004-5, 2012).

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

### 5.3.3. *Frecuencia de accidentes.*

Uno de los requisitos para la instalación de un sistema semafórico es la frecuencia de accidentes, en este caso este requisito si satisface su instalación ya que ha ocurrido más de 3 accidentes consecutivos en un lapso de 3 años consecutivos, cabe recalcar que el año 2020 tan solo ocurrió un accidente por temas de pandemia todo el sistema de transporte estaba restringido. Por otro lado, en el año 2022 no se encuentran registrados 2 accidentes de tránsito en el repositorio de la Agencia Nacional de Tránsito, estos accidentes únicamente registraron daños materiales y no superaba el monto mínimo, por ellos se optó llegar a un acuerdo internamente con los afectados.

**Tabla 2-5:** Frecuencia de accidentes

Año	Ubicación	Causa	Tipo	Fechas
2019	-0,991911, - 78,597311	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Atropellos.	07/09/2019
2019	-0,966364, - 78,561429	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Pérdida de carril.	08/09/2019
2019	-0,989787, - 78,598515	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Atropellos.	29/12/2019
2020	-0,989728, - 78,598498	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Arrollamientos.	01/03/2020
2021	-0,986048, - 78,588308	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Estrellamientos.	13/6/2021
2021	-0,994132, - 78,595991	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Atropellos.	11/11/2021
2021	-0,991386, - 78,597707	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Choque lateral.	21/11/2021
2022	-0,988198, - 78,596009	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Choque lateral.	11/02/2022
2022	-0,983448, - 78,602321	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Choque frontal.	06/03/2022
2022	-0,986751, - 78,587143	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	Atropello.	19/07/2022

**Fuente:** (Agencia Nacional de Tránsito, 2022).

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.



#### 5.4. Propuesta intersección N.- 1, Calle Bethlemitas y 24 de Mayo.

**Tabla 3-5:** Determinación de los Yi críticos

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Fases	Volumen por sentido	Volumen total	Fsat	Yi
<b>BETHLEMITAS</b>	<b>NORTE-SUR</b>	GIRO IZQ	1	62	141	1029.87	0,137
		RECTO		8			
		GIRO DER		71			
	<b>SUR - NORTE</b>	GIRO IZQ	1	0	15	1083.37	0.014
		RECTO		5			
GIRO DER		10					
<b>24 DE MAYO</b>	<b>OESTE-ESTE</b>	GIRO IZQ	2	25	264	938.70	0,281
		RECTO		231			
		GIRO DER		8			
	<b>ESTE - OESTE</b>	GIRO IZQ	2	3	241	960.51	0,251
		RECTO		214			
GIRO DER		24					

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 4-5:** Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento

Calles	Acceso	VHMD	Volumen total	Requerimiento RTE INEN 004, parte 5	Frecuencia de accidentes (>=3 en 3 años consecutivos)	Acceso a vías principales	Cruces a centros educativos
Bethlemitas	Norte	141	156	150	Cumple	Cumple	Cumple
	Sur	15					
24 de Mayo	Oeste	264	505	500			
	Este	241					

Fuente: (RTE INEN 004-5, 2012).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**5.4.1. Ciclo óptimo:**

$$C_o = \frac{1.5(L) + 5}{1 - \sum Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5(13) + 5}{1 - 0.418}$$

$$= 42.10 \approx 45 S$$

**5.4.2. Tiempo en verde:**

$$g = \frac{Y_i}{\sum Y_i} (C_o - L)$$

**Fase 1:**

$$g_1 = \frac{0.137}{0.418} (45 - 13)$$

$$g_1 = 10.49 S$$

**Fase 2:**






$$g_2 = \frac{0.281}{0.418} (45 - 13)$$

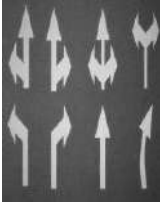


$$g2 = 21.51 S$$

**5.4.3. Gráfica de tiempos:**

Diagrama I				
10.49	4	30.51		
Diagrama II				
14.49	1	21.51	4	4
TR			TR	

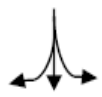



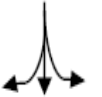



**Tabla 5-5:** Propuesta de la intersección n.- 01: calle Bethlemitas y 24 de mayo

PROPUESTA DE LA INTERSECCIÓN N.- 01: CALLE BETHLEMITAS Y 24 DE MAYO				
Tipo de señal	Nombre	Cantidad	Gráfico	Ubicación
Vertical	Señalética preventiva de aproximación a semáforo en los cuatro brazos o sentidos.	4		
	Semáforos vehiculares estándar con luz tipo LED y lentes de 200 mm. Compuesto por tres módulos en una sola unidad de manera estándar. Tienen tres colores de luces circulares instaladas verticalmente en el siguiente orden: rojo, ámbar y verde.	8		
	Prohibido estacionar. Prohibición de estacionamiento de vehículos 12.00 m antes y 6.00 m después del cruce de peatones.	4		
Horizontal	Pasos cebra. Demarcación de los pasos cebra en las cuatro aproximaciones.	4		

	Flechas de dirección. Demarcación de las flechas de dirección en las cuatro aproximaciones.	4		
	Franjas limitadoras. Demarcación del eje de vía y límite de carril.	2.7km		
Infraestructura vial	Capa asfáltica. Colocación de nueva capa asfáltica en el tramo que comprende las cuatro intersecciones analizadas ya que constituye en el acceso principal a la parroquia.	2.7km		

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 6-5:** Nivel de servicio de la intersección N.- 01: calle Bethlemitas y 24 de mayo

NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN N.- 01: CALLE BETHLEMITAS Y 24 DE MAYO				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fases	1		2	
Grupo de carriles				
Volumen vehicular (veh/h)	141	15	264	241
Flujo de saturación, S (veh/h)	1029,87	1083,37	938,7	960,51
Tiempo perdido I (s)	4	4	4	4
Tiempo de verde efectivo g, (s)	10,49	10,49	21,51	21,51
Tasa de verde G/Co	0,233	0,233	0,478	0,478
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	240	253	449	459
relación volumen - capacidad X	0,587	0,059	0,588	0,525
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,137	0,014	0,281	0,251
Flujo critico de la intersección Yc		0,418		
Tiempo perdido por ciclo L		13		
Volumen relacionado con la capacidad Xc		0,960		
Determinación de la capacidad del grupo de carril, control de retraso, nivel de servicio.				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
volumen vehicular (veh/h)	141	15	264	241
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	240	253	449	459
Relación volumen - capacidad X	0,587	0,059	0,588	0,525
Taza de verde total g/C	0,233	0,233	0,478	0,478
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	15,33	13,42	8,53	8,18
Calibración del incremento de retraso k	0,5	0,5	0,5	0,5
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	10,11	0,45	5,56	4,25
Retraso inicial de la cola vehicular d3. (s/veh)	0	0	0	0
Factor de progresión (PF)	1	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	25,44	13,87	14,09	12,43
Nivel de servicio del grupo de carril	C	B	B	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	25,44	13,87	14,09	12,43
Nivel de servicio de aproximación	C	B	B	C
Taza de flujo de aproximación VA, (veh/h)	141	15	264	241
Retraso de la intersección dI, (s/veh)		15,9		
Nivel de servicio de la intersección		B		

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2000).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

### 5.5. Propuesta intersección N.- 2, Calle Colaguango y 24 de Mayo.

**Tabla 7-5:** Determinación de los Yi críticos

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Fases	Volumen por sentido	Volumen por grupo	Fsat	Yi
COLAGUANGO	NORTE-SUR	GIRO IZQ	1	86	154	1083.54	0,142
		RECTO		0			
		GIRO DER		68			
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	GIRO IZQ	2	25	282	1084.99	0,260
		RECTO		257			
		GIRO DER		0			
	ESTE - OESTE	GIRO IZQ	2	0	223	1054.00	0,212
		RECTO		184			
		GIRO DER		39			

Realizado por: Aimacaña J 2023.

**Tabla 8-5:** Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento

Calles	Acceso	VHMD	Volumen total	Requerimiento RTE INEN 004, parte 5	Frecuencia de accidentes (>=3 en 3 años consecutivos)	Acceso a vías principales	Cruces a centros educativos
Bethlemitas	Norte	154	154	150	Cumple	Cumple	Cumple
	Sur	0					
24 de Mayo	Oeste	282	505	500			
	Este	223					

Fuente: (RTE INEN 004-5, 2012).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

5.5.1. *Ciclo óptimo:*

$$C_o = \frac{1.5(L) + 5}{1 - \sum Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5(13) + 5}{1 - 0.402}$$

$$= 40.96 \approx 45 \text{ S}$$

5.5.2. *Tiempo en verde:*

$$g = \frac{Y_i}{\sum Y_i} (C_o - L)$$

**Fase 1:**

$$g_1 = \frac{0.142}{0.402} (45 - 13)$$

$$g_1 = 11.30 \text{ S}$$

**Fase 2:**

$$g_2 = \frac{0.260}{0.402} (45 - 13)$$





$$g_2 = 20.70 \text{ S}$$


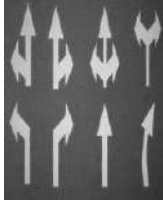


5.5.3. *Gráfica de tiempos:*

Fase I				
11.30	4	29.70		
Fase II				
15.30	1	20.70	4	4
TR				TR






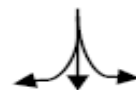


**Tabla 9-5:** Propuesta de la intersección n.- 02: calle Colaguango y 24 de mayo

PROPUESTA DE LA INTERSECCIÓN N.- 02: CALLE COLAGUANGO Y 24 DE MAYO				
Tipo de señal	Nombre	Cantidad	Gráfico	Ubicación
Vertical	Señalética preventiva de aproximación a semáforo en los cuatro brazos o sentidos.	3	 P3-4	
	Semáforos vehiculares estándar con luz tipo LED y lentes de 200 mm. Compuesto por tres módulos en una sola unidad de manera estándar. Tienen tres colores de luces circulares instaladas verticalmente en el siguiente orden: rojo, ámbar y verde.	7		
	Prohibido estacionar. Prohibición de estacionamiento de vehículos 12.00 m antes y 6.00 m después del cruce de peatones.	3	 R5-1	

Horizontal	<p>Pasos cebra. Demarcación de los pasos cebra en las cuatro aproximaciones.</p>	3	
	<p>Flechas de dirección. Demarcación de las flechas de dirección en las cuatro aproximaciones.</p>	3	
	<p>Franjas limitadoras. Demarcación del eje de vía y límite de carril.</p>	2.7km	
Infraestructura vial	<p>Capa asfáltica. Colocación de nueva capa asfáltica en el tramo que comprende las cuatro intersecciones analizadas ya que constituye en el acceso principal a la parroquia.</p>	2.7km	

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 10-5:** Nivel de servicio de la intersección n.- 02: calle Colaguango y 24 de mayo

NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN N.- 02: CALLE COLAGUANGO Y 24 DE MAYO				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fases	1		2	
Grupo de carriles				
Volumen vehicular (veh/h)	154	282	223	
Flujo de saturación, S (veh/h)	1083,54	1084,99	1054	
Tiempo perdido I (s)	4	4	4	
Tiempo de verde efectivo g, (s)	11,3	20,7	20,7	
Tasa de verde G/Co	0,251	0,460	0,460	
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	272	499	485	
relación volumen - capacidad X	0,566	0,565	0,460	
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,142	0,26	0,212	
Flujo crítico de la intersección Yc		0,402		
Tiempo perdido por ciclo L		13		
Volumen relacionado con la capacidad Xc		0,863		
Determinación de la capacidad del grupo de carril, control de retraso, nivel de servicio.				
Grupo de carril	Norte	Este	Oeste	
				
Volumen vehicular (veh/h)	154	282	223	
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	272	499	485	
relación volumen - capacidad X	0,566	0,565	0,460	
Taza de verde total g/C	0,251	0,460	0,460	
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	18,18	11,51	15,56	
Calibración del incremento de retraso k	0,5	0,5	0,5	
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	6,26	1,82	9,83	
Retraso inicial de la cola vehicular d3. (s/veh)	0	0	0	
Factor de progresión (PF)	1	1	1	
Retraso, d (s/veh)	24,44	13,33	25,39	
Nivel de servicio del grupo de carril	C	B	C	
Retraso por aproximación dA (s/veh)	24,44	13,33	25,39	
Nivel de servicio de aproximación	C	B	C	
Taza de flujo de aproximación VA, (veh/h)	154	282	223	
Retraso de la intersección dI, (s/veh)		20,0		
Nivel de servicio de la intersección		B		

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2000).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

## 5.6. Propuesta intersección N.- 3, Calle Camino del Inka y 24 de Mayo.

**Tabla 11-5:** Determinación de los  $Y_i$  críticos

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Fases	Volumen por sentido	Volumen por grupo	Fsat	$Y_i$
CAMINO DEL INKA	NORTE-SUR	GIRO IZQ	1	21	99	1032,56	0,096
		RECTO		32			
		GIRO DER		46			
	SUR - NORTE	GIRO IZQ	1	55	212	1112,33	0,191
		RECTO		60			
		GIRO DER		97			
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	GIRO IZQ	2	39	340	1004,62	0,338
		RECTO		153			
		GIRO DER		148			
	ESTE - OESTE	GIRO IZQ	2	27	166	1174,40	0,141
		RECTO		113			
		GIRO DER		26			

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 12-5:** Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento

Calles	Acceso	VHMD	Volumen total	Requerimiento RTE INEN 004, parte 5	Frecuencia de accidentes ( $\geq 3$ en 3 años consecutivos)	Acceso a vías principales	Cruces a centros educativos
Bethlemitas	Norte	99	311	150	Cumple	Cumple	Cumple
	Sur	212					
24 de Mayo	Oeste	340	506	500			
	Este	166					

Fuente: (RTE INEN 004-5, 2012), semáforos.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

### 5.6.1. Ciclo óptimo:

$$C_o = \frac{1.5(L) + 5}{1 - \sum Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5(13) + 5}{1 - 0.529}$$

$$= 52.01 \approx 55 S$$

5.6.2. *Tiempo en verde:*

$$g = \frac{Y_i}{\sum Y_i} (Co - L)$$

**Fase 1:**

$$g1 = \frac{0.191}{0.529} (55 - 13)$$

$$g1 = 15.16 S$$

**Fase 2:**






$$g2 = \frac{0.338}{0.529} (55 - 13)$$

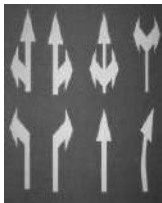


$$g2 = 26.84 S$$

5.6.3. *Gráfica de tiempos:*

Fase I				
15.16	4	35.84		
Fase II				
19.16	1	26.84	4	4
TR				TR

**Tabla 13-5:** Propuesta de la intersección n.- 03: calle camino del Inka y 24 de mayo

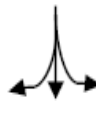







PROPUESTA DE LA INTERSECCIÓN N.- 03: CALLE CAMINO DEL INKA Y 24 DE MAYO				
Tipo de señal	Nombre	Cantidad	Gráfico	Ubicación
Vertical	Señalética preventiva de aproximación a semáforo en los cuatro brazos o sentidos.	4	 P3-4	
	Semáforos vehiculares estándar con luz tipo LED y lentes de 200 mm. Compuesto por tres módulos en una sola unidad de manera estándar. Tienen tres colores de luces circulares instaladas verticalmente en el siguiente orden: rojo, ámbar y verde.	8		
	Prohibido estacionar. Prohibición de estacionamiento de vehículos 12.00 m antes y 6.00 m después del cruce de peatones.	4	 R5-1	
Horizontal	Pasos cebra. Demarcación de los pasos cebra en dos aproximaciones en sentido E-O de la calle 24 de mayo.	2		

	<p>Flechas de dirección.</p> <p>Demarcación de las flechas de dirección en las dos aproximaciones en sentido E-O de la calle 24 de mayo.</p>	2		
	<p>Franjas limitadoras.</p> <p>Demarcación del eje de vía y límite de carril.</p>	2.7km		
Infraestructura vial	<p>Capa asfáltica.</p> <p>Colocación de nueva capa asfáltica en el tramo que comprende las cuatro intersecciones analizadas ya que constituye en el acceso principal a la parroquia.</p>	2.7km		

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.



**Tabla 14-5:** Nivel de servicio de la intersección n.- 03: calle camino del Inka y 24 de mayo

NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN N.- 03: CALLE CAMINO DEL INKA Y 24 DE MAYO				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fases	1		2	
Grupo de carriles				
Volumen vehicular (veh/h)	99	212	166	340
Flujo de saturación, S (veh/h)	1032,56	1112,33	1174,4	1004,62
Tiempo perdido I (s)	4	4	4	4
Tiempo de verde efectivo g, (s)	15,16	15,16	26,84	26,84
Tasa de verde G/Co	0,276	0,276	0,488	0,488
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	285	307	573	490
Relación volumen - capacidad X	0,348	0,691	0,290	0,694
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,096	0,191	0,141	0,338
Flujo critico de la intersección Yc	0,529			
Tiempo perdido por ciclo L	13			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	1,003			
Determinación de la capacidad del grupo de carril, control de retraso, nivel de servicio.				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	99	212	166	340
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	285	307	573	490
Relación volumen - capacidad X	0,348	0,691	0,290	0,694
Taza de verde total g/C	0,276	0,276	0,488	0,488
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	19,57	21,59	23,79	15,32
Calibración del incremento de retraso k	0,5	0,5	0,5	0,5
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	2,09	9	11,52	5,81
Retraso inicial de la cola vehicular d3. (s/veh)	0	0	0	0
Factor de progresión (PF)	1	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	21,66	30,59	35,31	21,13
Nivel de servicio del grupo de carril	C	C	D	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	21,66	30,59	35,31	21,13
Nivel de servicio de aproximación	C	C	D	C
Taza de flujo de aproximación VA, (veh/h)	99	212	166	340
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	26,5			
Nivel de servicio de la intersección	C			

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2000).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

### 5.7. Propuesta intersección N.- 4, Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo.

**Tabla 15-5:** Determinación de los  $Y_i$  críticos

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	Fase	Volumen por sentido	Volumen por grupo	Fsat	$Y_i$
24 DE AGOSTO	NORTE-SUR	GIRO IZQ	1	14	53	1165.31	0,045
		RECTO		3			
		GIRO DER		36			
	SUR - NORTE	GIRO IZQ	1	56	102	1192.36	0,086
		RECTO		21			
		GIRO DER		25			
24 DE MAYO	OESTE-ESTE	GIRO IZQ	2	38	159	1145.69	0,139
		RECTO		73			
		GIRO DER		48			
	ESTE - OESTE	GIRO IZQ	2	13	91	1089.17	0,084
		RECTO		61			
		GIRO DER		17			

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 16-5:** Análisis de volúmenes y requerimientos para su cumplimiento

Calles	Acceso	VHMD	Volumen total	Requerimiento RTE INEN 004, parte 5	Frecuencia de accidentes ( $\geq 3$ en 3 años consecutivos)	Acceso a vías principales	Cruces a centros educativos
Bethlemitas	Norte	53	155	150	Cumple	Cumple	Cumple
	Sur	102					
24 de Mayo	Oeste	159	250	500			
	Este	91					

Fuente: (RTE INEN 004-5, 2012), semáforos.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

#### 5.7.1. Ciclo óptimo:

$$C_o = \frac{1.5(L) + 5}{1 - \sum Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5(13) + 5}{1 - 0.225}$$

$$= 31.61 \approx 35 S$$

5.7.2. *Tiempo en verde:*

$$g = \frac{Y_i}{\sum Y_i} (Co - L)$$

**Fase 1:**

$$g1 = \frac{0.086}{0.225} (35 - 13)$$

$$g1 = 8.41 S$$

**Fase 2:**


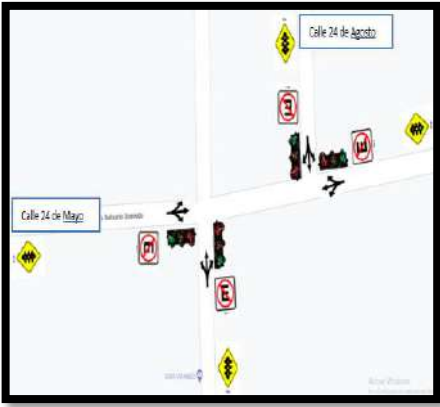




$$g2 = \frac{0.139}{0.225} (35 - 13)$$



$$g2 = 13.59 S$$

5.7.3. *Gráfica de tiempos:*

Fase I				
8.41	4	22.59		
Fase II				
12.41	1	13.59	4	4
TR				TR

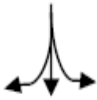


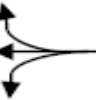
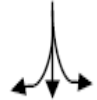



**Tabla 17-5:** Propuesta de la intersección n.- 04: calle 24 de agosto y 24 de mayo

PROPUESTA DE LA INTERSECCIÓN N.- 04: CALLE 24 DE AGOSTO Y 24 DE MAYO				
Tipo de señal	Nombre	Cantidad	Gráfico	Ubicación
Vertical	Señalética preventiva de aproximación a semáforo en los cuatro brazos o sentidos.	4		
	Semáforos vehiculares estándar con luz tipo LED y lentes de 200 mm. Compuesto por tres módulos en una sola unidad de manera estándar. Tienen tres colores de luces circulares instaladas verticalmente en el siguiente orden: rojo, ámbar y verde.	8		
	Prohibido estacionar. Prohibición de estacionamiento de vehículos 12.00 m antes y 6.00 m después del cruce de peatones.	4		
Horizontal	Pasos cebras. Demarcación de los pasos cebras en las cuatro aproximaciones.	4		
	Flechas de dirección. Demarcación de las flechas de dirección en las cuatro aproximaciones.	4		

	<p>Franjas limitadoras. Demarcación del eje de vía y límite de carril.</p>	2.7km		
Infraestructura vial	<p>Capa asfáltica. Colocación de nueva capa asfáltica en el tramo que comprende las cuatro intersecciones analizadas ya que constituye en el acceso principal a la parroquia.</p>	2.7km		

**Realizado por:** Aimacaña J., 2023.

**Tabla 18-5:** Nivel de servicio de la intersección n.- 04: calle 24 de agosto y 24 de mayo

NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN N.- 04: CALLE 24 DE AGOSTO Y 24 DE MAYO				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fases	1		2	
Grupo de carriles				
Volumen vehicular (veh/h)	35	91	85	155
Flujo de saturación, S (veh/h)	1165,31	1192,36	1089,17	1145,69
Tiempo perdido I (s)	4	4	4	4
Tiempo de verde efectivo g, (s)	8,41	8,41	13,59	13,59
Tasa de verde G/Co	0,240	0,240	0,388	0,388
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	280	287	423	445
Relación volumen - capacidad X	0,125	0,318	0,201	0,348
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,045	0,086	0,084	0,139
Flujo critico de la intersección Yc		0,225		
Tiempo perdido por ciclo L		13		
Volumen relacionado con la capacidad Xc		0,509		
Determinación de la capacidad del grupo de carril, control de retraso, nivel de servicio.				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	35	91	85	155
Capacidad del grupo de carril, C (veh/h)	280	287	423	445
Relación volumen - capacidad X	0,125	0,318	0,201	0,348
Taza de verde total g/C	0,240	0,240	0,388	0,388
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	12,27	12,82	12,78	9,57
Calibración del incremento de retraso k	0,5	0,5	0,5	0,5
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0,741	2,54	2,75	1,5
Retraso inicial de la cola vehicular d3. (s/veh)	0	0	0	0
Factor de progresión (PF)	1	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	13,01	15,36	15,53	11,07
Nivel de servicio del grupo de carril	B	B	B	B
Retraso por aproximación dA (s/veh)	13,01	15,36	15,53	11,07
Nivel de servicio de aproximación	B	B	B	B
Taza de flujo de aproximación VA, (veh/h)	35	91	85	155
Retraso de la intersección dI, (s/veh)		13,4		
Nivel de servicio de la intersección		B		

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2000).

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 19-5:** Presupuesto referencial por intersecciones

CANTIDAD DE OBRA Y PRESUPUESTO REFERENCIAL POR INTERSECCIONES					
N.-	NOMBRE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTALES
1	Calle Bethlemitas y 24 de Mayo	Glogal	21000	1	21000
2	Calle Colaguango y 24 de Mayo	Glogal	18040	1	18040
3	Calle Camino del Inka y 24 de Mayo	Glogal	21000	1	21000
4	Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo	Glogal	19050,43	1	19050,43
TOTAL, EQUIPAMIENTO Y SEMAFORIZACIÓN					79090,43
IVA				12%	9490,8516
TOTAL, EQUIPAMIENTO Y SEMAFORIZACIÓN					88581,2816

Fuente: INSEGVIAL S.A, 2022.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

**Tabla 20-5:** Presupuesto referencial de su instalación

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO REFERENCIAL					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	REGULADORES DE SEMÁFOROS				
1.1	Regulador completo de semáforo.	u	4	3250	13000
SUBTOTAL					13000
2	SEMÁFOROS				
2.1	Semáforos de tres módulos de 3/200 para paso de vehículos, en policarbonato completo que incluya pantallas de contraste, vicerias y luminarias LED'S.	u	31	650	20150
SUBTOTAL					20150
3	POSTES Y SOPORTES				
3.1	Báculo completo (incluye columna vertical, curva o ángulo, brazo de 2,5 hasta 7,0 m.) En chapa de acero galvanizado.	u	30	790	23700
3.2	Soporte sencillo/doble con fijación para semáforos, en columnas o báculo.	u	1	75	75
SUBTOTAL					23775
4	CABLES ELÉCTRICOS				
4.1	Bajante con tubería EMT de 2"	m	4	80	320

4.2	Cable eléctrico de 3x12 AWG (incluye tendido)	m	90	3,5	315
4.3	Cable concéntrico 4x16 AWG (incluye tendido)	m	1400	4,2	5880
4.4	Cable flexible número 12 AWG verde (incluye tendido)	m	40	1,25	50
4.5	Conductor de cobre desnudo cableado, calibre 4 AWG	m	75	4,9	367,5
4.6	Varilla de copperweld de 16mm x 180 mm de alta camada	u	10	48	480
SUBTOTAL					7412,5
<b>5 OBRA CIVIL</b>					
5.1	Arena	m3	28,59	30,79	880,29
5.2	Brocas, cinta aislante, capuchones, transporte, etc.	Gl	4	145,84	583,36
5.3	Base de hormigón para báculo.	u	4	148,1	592,40
5.4	Base de hormigón para columna vehicular.	u	4	92,72	370,88
5.5	Pintura para tráfico blanco.	m2	600	7,5	4500,00
5.6	Pintura para tráfico amarillo (ancho =10 cm).	ml	2000	1,25	2500,00
5.7	Capa de rodadura asfáltica.	m3	10	275	2750,00
SUBTOTAL					12176,93
<b>6 SEÑALETICA VERTICAL</b>					
6.1	No estacionar de código R5-1 A de dimensiones 600 x 600 mm.	u	16	86	1376
6.2	Aproximación a semáforo código P3-4A, dimensiones 600 x 600 mm.	u	16	75	1200
SUBTOTAL					2576
TOTAL, EQUIPAMIENTO Y SEMAFORIZACIÓN					79090,43
IVA				12%	9490,85
TOTAL, EQUIPAMIENTO Y SEMAFORIZACIÓN					88581,28

Fuente: INSEGVIAL S.A, 2022.

Realizado por: Aimacaña J., 2023.



**Tabla 21-5:** Cronograma de ejecución del proyecto semafórico

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO																									
ITEM	ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Socialización del proyecto de investigación y entrega a las autoridades del GAD Parroquial y GAD Cantonal.	■																							
2	Asignación del presupuesto.		■																						
3	Adquisición de los insumos para su instalación.			■	■																				
4	Ejecución de las obras civiles para empotrar los postes de acero.					■	■	■	■																
5	Realización de los báculos en cada brazo de la intersección.									■	■	■	■												
6	Empotrar los postes y brazos de soporte para los semáforos.													■	■	■	■								
7	Instalación de los lentes semafóricos.																	■	■	■	■				
8	Instalación de las cajas de control.																					■	■	■	■
9	Tendido de los cables eléctricos.																								
10	Automatización de los ciclos semafóricos.																								
11	Fase de pruebas.																								
12	Funcionamiento e inauguración del proyecto.																								

Realizado por: Aimacaña J., 2023.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- ❖ Durante el conteo se pudo determinar una composición vehicular basada principalmente por vehículos livianos correspondiente al 85%, buses con el 9% y pesados con el 6% dando un total de 17471 vehículos/día que circulan en las vías analizadas de la parroquia. En cuanto a la infraestructura vial consta de dos carriles de doble sentido y presenta múltiples deficiencias en la capa asfáltica deteriorada en un 60%, posterior a ellos el pintado y demarcación de las señaléticas horizontales poco visibles en un 40%, señaléticas verticales incompletas en un 70% y sus gradientes son irregulares debido al tipo de suelo montañosa.
  
- ❖ Según lo estipulado en la normativa del Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 004:2012), parte 5 para su implementación cumple las siguientes intersecciones, 1: Calles Bethlemitas y 24 de Mayo el flujo la vía mayor en ambas direcciones me da como resultado un flujo vehicular de 500 veh/h y el flujo de la vía menor en ambas direcciones me da como resultado 150 veh/h, este caso se repite para la intersección 3: Calles Camino del Inka y 24 de Mayo. Finalmente, para las intersecciones 2: Calle Colaguango y 24 de Mayo, y 4: Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo se cumple el requisito del nivel de accidentes ya que ocurrieron más de 3 accidentes en tres años consecutivos lo que amerita su implementación semafórica.
  
- ❖ Acorde a la geometría e infraestructura vial se propone un diseño de 2 fases para las cuatro intersecciones distribuidas en una fase para dos aproximaciones respectivamente, también sus ciclos semafóricos están distribuidos de la siguiente manera para la intersección 1: Calle Bethlemitas y 24 de Mayo cuenta con un ciclo óptimo de 45 S y alcanza a un nivel de servicio tipo B, intersección 2: Calle Colaguango y 24 de Mayo 45 S con un nivel de servicio tipo B, intersección 3: Calle Camino del Inka y 24 de Mayo 55 S con un nivel de servicio tipo C, finalmente, la intersección 4: Calle 24 de Agosto y 24 de Mayo 35 S con el nivel de servicio tipo B.

## **6.2. Recomendaciones**

- ❖ Es necesario realizar el levantamiento de información tanto del conteo como de las condiciones de la infraestructura y geometría de la vial esto ayudará posteriormente al cálculo para su implementación de no cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN) caso contrario se debe optar por otras alternativas de solución como el mejoramiento de señaléticas horizontales y verticales.
- ❖ Se debe trabajar con la hora de máxima demanda y tomar en cuenta lo que estipula el reglamento para su instalación los criterios deben ser técnicos y demostrables.
- ❖ Para su implementación es recomendable trabajar con las entidades que regulan o administran el transporte según el ámbito de sus competencias tanto el GAD parroquial como la Empresa Pública de Movilidad del cantón Latacunga. Esto también ayudará a la determinación del presupuesto del proyecto de manera eficiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Tránsito. (2022). *Estadísticas de accidentes de tránsito en el Ecuador*. Recuperado de: <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/>
- Bosch, A. (2022). *Diseño de un nuevo concepto de semáforos*. (Trabajo final de grado, Escola Técnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona) Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/367655/dise-o-de-un-nuevo-concepto-de-sem-foros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cal, R., Reyes, M., & Cardenas James. (2012). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. Recuperado de: <https://www.udocz.com/apuntes/61291/ingenieria-de-transito-fundamentos-y-aplicaciones-rafael-cal-y-mayor-reyes-james-cardenas-grisales>
- Campos, G. (2020). *Evaluación para la Implementación de Semáforos*. (Tesis de Pregrado Tecnológico Nacional de México). Recuperado de: <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/2416/1/TESIS%20PERIFERICO%20-%20GEMA%20CAMPOS.pdf>
- Cobeña, E. (2019). *Estudio de Factibilidad para la implementación de semáforos en las unidades educativas del Centro histórico de la ciudad de Riobamba*. (Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/11436>
- Correa, D. (2012). *Propuesta Metodológica para evaluar intersecciones semaforicas*. (Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7904>
- Highway Capacity Manual. (2000). *Teoría del Flujo Vehicular*. Recuperado de: [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)
- Jacobo, A. (2015). *Sistema de Semáforos*. Recuperado de: [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria/vol2num3/Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria\\_Vol2\\_Num3\\_3.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol2num3/Aplicaciones_de_la_Ingenieria_Vol2_Num3_3.pdf)
- Manzo, F. (2019). *Sistema de semáforos inteligentes*. (Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México). Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/99060/FRANCISCO%20MANZO%20CRUZ%20%26%20LUIS%20ARZATE%20HERN%3%81NDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma para Estudios y Diseños Viales*. Recuperado de: [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_3.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf)

- Mozota , A. (2016). *Gestión Técnica de Tráfico* . Recuperado de:  
[https://www.academia.edu/17630140/GESTION\\_TECNICA\\_TRAFICO](https://www.academia.edu/17630140/GESTION_TECNICA_TRAFICO)
- Ramón, A. (2012). *Evaluación del Nivel de Servicio en la autovía "Otavalo-Ibarra" correspondiente al corredor norte*. (Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejercito) Recuperado de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8921/1/AC-CIV-ESPE-048000.pdf>
- Reglamento Técnico Ecuatoriano. (2012). *Señalización Vial SemafORIZACIÓN*. Recuperado de:  
[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\\_reglamento\\_tecnico\\_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n\\_horizontal.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)
- RTE INEN 004-5. (2012). *Señalización Vial SemafORIZACIÓN*. Recuperado de:  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-004-5.pdf>
- RTE-INEN 004-1. (2011). *Señalización Vial*. Quito: Recuperado de:  
[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015\\_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf)
- Sarango , P., & Dias , B. (04 de Junio de 2019). Sistema web y móvil híbrido para la recolección muestral de datos sobre flujo vehicular en la zona de regeneración urbana de la ciudad de Loja. *Espacios*, 4. Recuperado de:  
<https://www.revistaespacios.com/a20v41n08/a20v41n08p04.pdf>
- Villavicencio, L. (2021). *Evaluación Integral del Sistema Vial del Cantón Chambo*. (Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) Recuperado de:  
<http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/15205>
- Yupangui, S. (10 de Marzo de 2022). *Implementación de semáforos en la Ciudad de Latacunga*. Recuperado de: <https://cotopaxinoticias.com.ec/implementan-proyecto-de-semaforizacion-en-casco-urbano-de-latacunga/>





## ANEXO B: FICHA DE OBSERVACIÓN CONTEO VEHICULAR

<span style="font-size: small;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS ESCUELA DE GESTIÓN DEL TRANSPORTE</span>								
FICHA DE OBSERVACIÓN CONTEO VEHICULAR								
1.- INFORMACIÓN GENERAL								
1.1 Tema:	Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de semaforización en la Parroquia Belisario Quevedo del Cantón Latacunga.	1.2 Aforador:	1.3 Fecha:	Ficha N.-			Hora: Inicio: Fin:	
2.- UBICACIÓN								
2.1. Provincia:	Cotopaxi	2.6. Cróquis:						
2.2. Cantón:	Latacunga							
2.3. Parroquia:	Belisario Quevedo							
2.4. Calle principal:								
2.5. Calle secundaria:								
3.- DETALLES DEL CONTEO VEHICULAR								
3.1. Sentido	3.1.1. NORTE	3.4. Tipos de vehículos			3.1.2. SUR			Total
3.2. Hora (Intervalos)	3.3. Giros	3.4.1. Livianos	3.4.2. Buses	3.4.3. Pesados	3.5.1. Livianos	3.5.2. Buses	3.5.3. Pesados	
	DIRECTOS							
	IZQUIERDOS							
	DERECHOS							

<span style="font-size: small;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS ESCUELA DE GESTIÓN DEL TRANSPORTE</span>							
FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL							
1.- INFORMACIÓN GENERAL							
1.1 Tema:	1.2 Observador: <i>José Amalysa</i>	1.3 Fecha: <i>2021/08/13</i>	1.4 Fecha:	Ficha N.-			
2.- UBICACIÓN							
2.1. Provincia:	Cotopaxi	2.6. Cróquis:					
2.2. Cantón:	Latacunga						
2.3. Parroquia:	Belisario Quevedo						
2.4. Calle principal:	<i>29 de mayo</i>						
2.5. Calle secundaria:	<i>24 de agosto</i>						
3.- DETALLES TÉCNICOS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL							
3.1. Pavimento		3.2. Norte (Dirección)			3.3. Sur (Dirección)		
3.1.1. Nombre de la vía	<i>24 de agosto</i>						
3.1.2. Número de carriles N							
3.1.3. Ancho de carriles (v/m)	<i>3m / 2</i>	<i>3 carriles = 24,00m</i>					
3.1.4. Pendiente G (%)	P1 (N) P2 (S)	P1 (N) P2 (S)	P1 (N) P2 (S)	P1 (S) P2 (N)	P1 (S) P2 (N)	P1 (S) P2 (N)	
3.1.5. Existencia de carril exclusivos LT o RT	RT	Dimensiones:	LT	Dimensiones:	RT	Dimensiones:	LT
3.1.6. Longitud de bahías LT o RT, L <sub>1</sub> (m)	RT	Dimensiones:	LT	Dimensiones:	RT	Dimensiones:	LT
3.1.7. Presencia de estacionamientos:	Si	No	Si	No	Si	No	
3.1.8. Presencia de paradas:	Dimensiones			Dimensiones			
	Largo	Ancho		Largo	Ancho		
3.1.9. Presencia de señalética:	Dimensiones			Dimensiones			
	Largo	Ancho		Largo	Ancho		
		Tipo	Observaciones	Coordenadas por GPS			
		Sentido	20 de vía	9,50 m	Latitud	-	-
		vía	30 de vía	-	Longitud	-	-
		-	-	-	Latitud	-	-
		-	-	-	Longitud	-	-





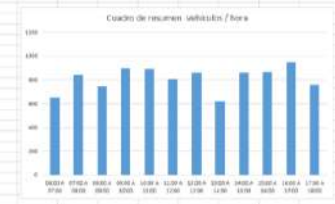
## ANEXO E: CÁLCULO DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA

NORTE										SUR														
Hora (Intervalo)	Génes	Tipo de vehículos			Tipo de vehículos			Total Norte	Total Sur	Total por grupo o intervalo	Total por hora	Hora (Intervalo)	Génes	Tipo de vehículos			Tipo de vehículos			Total Sur	Total Norte	Total por grupo o intervalo	Total por hora	
		Litros	Buses	Pequeños	Litros	Buses	Pequeños							Litros	Buses	Pequeños	Litros	Buses	Pequeños					
6:00:00-06:15	DIRECTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6:00:00-06:15	DIRECTOS	22	2	0	27	3	0	30	25	30	55	83	
6:15:00-06:30	SEÑALADOS	7	0	0	0	0	0	7	0	7	6:15:00-06:30	SEÑALADOS	21	0	0	0	0	0	0	21	0	21	42	63
6:30:00-06:45	SEÑALADOS	24	0	0	0	0	0	24	0	24	6:30:00-06:45	SEÑALADOS	25	2	0	27	1	1	28	25	53	78	84	
6:45:00-07:00	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	2	0	2	6:45:00-07:00	SEÑALADOS	23	0	0	0	0	0	23	0	23	23	58	
7:00:00-07:15	SEÑALADOS	12	0	0	0	0	0	12	0	12	7:00:00-07:15	SEÑALADOS	22	1	0	23	0	0	23	0	23	23	72	
7:15:00-07:30	SEÑALADOS	9	0	0	0	0	0	9	0	9	7:15:00-07:30	SEÑALADOS	20	2	0	22	2	0	24	0	24	24	67	
7:30:00-07:45	SEÑALADOS	1	0	0	0	0	0	1	0	1	7:30:00-07:45	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	64	
7:45:00-08:00	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	2	0	2	7:45:00-08:00	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	71	
8:00:00-08:15	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	2	0	2	8:00:00-08:15	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	68	
8:15:00-08:30	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	3	0	3	8:15:00-08:30	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	68	
8:30:00-08:45	SEÑALADOS	5	0	0	0	0	0	5	0	5	8:30:00-08:45	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	68	
8:45:00-09:00	SEÑALADOS	4	0	0	0	0	0	4	0	4	8:45:00-09:00	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	64	
9:00:00-09:15	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	3	0	3	9:00:00-09:15	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	60	
9:15:00-09:30	SEÑALADOS	13	0	0	0	0	0	13	0	13	9:15:00-09:30	SEÑALADOS	20	0	0	20	0	0	20	0	20	20	67	

## ANEXO F: CÁLCULO DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA

#	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
131	DIRECTOS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	SEÑALADOS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	SEÑALADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	SEÑALADOS	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	SEÑALADOS	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	SEÑALADOS	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
147	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	SEÑALADOS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
149	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	SEÑALADOS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152																								
153																								
154																								
155																								
156																								
157																								
158																								
159																								
160																								
161																								
162																								
163																								
164																								
165																								
166																								
167																								
168																								
169																								
170																								
171																								
172																								
173																								
174																								
175																								
176																								
177																								

Horas	Vehículos
06:00 A 07:00	327
07:00 A 08:00	393
08:00 A 09:00	751
09:00 A 10:00	925
10:00 A 11:00	825
11:00 A 12:00	867
12:00 A 13:00	624
14:00 A 15:00	551
15:00 A 16:00	553
16:00 A 17:00	682
17:00 A 18:00	733



Activar Windows  
para configurar su sistema

**ANEXO G: CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN 1**



**ANEXO H: INFRAESTRUCTURA VIAL INTERSECCIÓN 2**





**ANEXO I: CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN 3**



**ANEXO J: CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN 4**



**ANEXO K: INFRAESTRUCTURA VIAL INTERSECCIÓN 3**



**ANEXO L: INFRAESTRUCTURA VIAL INTERSECCIÓN 4**





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 06 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> JOSÉ LUIS AIMACAÑA GUAMÁN
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
<b>Carrera:</b> GESTIÓN DEL TRANSPORTE
<b>Título a optar:</b> LICENCIADO EN GESTIÓN DEL TRANSPORTE
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> ING. JOSÉ LIZANDRO GRANIZO ARCOS MGRT.



1276-DBRA-UPT-2023