



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

**“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE REDONDELES E
INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS PARA MEJORAR LA
CIRCULACIÓN VEHICULAR EN LA CIRCUNVALACIÓN DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA Y PROPUESTA DE DISEÑO
GEOMÉTRICO EN LA INTERSECCIÓN MÁS CRÍTICA”**

AUTORES:

**LUIS MIGUEL CÁRDENAS QUITO
CRISTIAN JAVIER LLAMUCA LLAMUCA**

DIRECTOR:

Ing. ÁNGEL PAREDES GARCÍA:

**RIOBAMBA- ECUADOR
2016**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Ángel Paredes García**, en calidad de tutor de tesis, cuyo tema es: “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE REDONDELES E INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS PARA MEJORAR LA CIRCULACIÓN VEHICULAR EN LA CIRCUNVALACIÓN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA INTERSECCIÓN MÁS CRÍTICA”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al señor **Luis Miguel Cárdenas Quito** y al señor **Cristian Javier Llamuca Llamuca**, para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis

Atentamente,



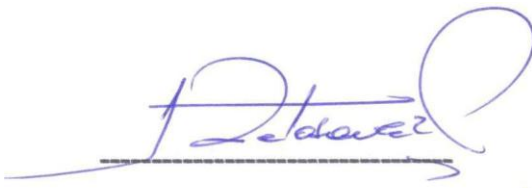
Ing. Ángel Paredes García
TUTOR DE TESIS

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE REDONDELES E INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS PARA MEJORAR LA CIRCULACIÓN VEHICULAR EN LA CIRCUNVALACIÓN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA INTERSECCIÓN MAS CRÍTICA”** presentado por: **Luis Miguel Cárdenas Quito y Cristian Javier Llamuca Llamuca** y dirigida por el: Ing. Ángel Edmundo Paredes García.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor René Velásquez Benavides
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Ángel Edmundo Paredes García
Miembro del Tribunal



Firma

Ing. Oscar Efrén Paredes Peñaherrera
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Luis Miguel Cárdenas Quito y Cristian Javier Llamuca Llamuca y del Ing. Ángel Edmundo Paredes García Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Luis Miguel Cárdenas Quito

C.I. 0603942392



Cristian Javier Llamuca Llamuca

C.I. 0604090928

AGRADECIMIENTO

En primer lugar damos gracias a Dios, Padres y hermanos quienes hicieron posible de una u otra manera la realización de este trabajo; además damos nuestra gratitud al Ing. Ángel Edmundo Paredes García por el apoyo para la realización de la presente investigación, así como por los conocimientos impartidos en los cursos que nos brindó como parte en nuestros estudios.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarnos los conocimientos en toda esta etapa de nuestros estudios.

Luis Miguel Cárdenas Cristian Javier Llamuca

DEDICATORIA

A nuestros padres, por el apoyo continuo durante todo el tiempo de nuestros estudios profesionales y que con sus ejemplos, colaboración y consejos hicieron posible la culminación de este proyecto.

Luis Miguel Cárdenas Cristian Javier Llamuca

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XVII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XX
RESUMEN	XXI
INTRODUCCIÓN:	XXIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1. Tema del trabajo de Grado.....	1
1.2. Ubicación geográfica del Proyecto	1
1.3. Problematicación.....	2
1.4. Análisis Crítico.	3
1.5. Prognosis.....	3
1.6. Delimitación.....	3
1.7. Formulación del problema.	3
1.8. Objetivos.	3
1.8.1. Objetivo general.....	3
1.8.2. Objetivos específicos.	4
CAPITULO II	5
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.	5
ANTECEDENTES	5
2.1. CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO.....	5
2.2. CALLES URBANAS	7
2.2.1. Características de flujo.....	7
2.3. INTERSECCIONES	7
2.3.1. Intersecciones de prioridad.	8
2.4. REDONDELES	8
2.4.1. Tipos de redondeles	10
2.4.2. Movimiento en redondeles.....	11
2.4.3. Análisis de redondeles.	11
2.4.3.1. Capacidad.....	11
2.4.3.2. Intervalo crítico y tiempo continuo	13
2.4.3.3. Flujos conflictivos.....	13
2.4.3.5. Demoras en redondeles.	14
2.5. VOLUMEN DEL TRÁNSITO.	14
2.5.1. Estudios que se realizan para el cálculo del TPDA.....	14
2.5.2. Volumen y tasa de flujo.	15

2.5.3. Demanda y volumen.	15
2.6. INTERSECCIÓN CON SEMÁFOROS	17
2.6.1. Metodología.	18
2.6.2. Términos básicos.....	19
2.6.3. Flujo vehicular.	21
2.6.3.1. Tipos de flujos de tránsito.....	21
2.6.4. Relación de espacio y tiempo entre vehículos	22
2.6.5. Relación entre velocidad, flujo y densidad.	22
2.6.6. Modo de operación de las intersecciones semaforizadas.....	22
2.6.7. Puntos de conflicto en una intersección semaforizada.....	23
2.6.8. Principales características de flujo dentro de una intersección semaforizada.....	24
2.6.9. Tipos de movimientos.....	25
2.6.10. Parte una fase semaforica según el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.	25
2.6.11. Flujo de saturación.....	26
2.6.12. Tratamientos de giros izquierdos.	26
2.6.13. Cálculos de tiempo.....	27
2.6.13.1. Determinar el plan de fases.....	27
2.6.13.2. Determinación del grupo de carriles.....	28
2.6.13.3. Cálculo del flujo de saturación.....	29
2.6.13.3.1. Ajuste por ancho de carril (fw).....	30
2.6.13.3.2. Ajuste por vehículos pesados (fHV).....	30
$fHv = 100100 + \%HV(ET - 1)$	30
2.6.13.3.3. Ajuste por gradiente (fg).....	30
2.6.13.3.4. Ajuste por parqueo (fp).....	31
2.6.13.3.5. Ajuste por bloqueo de buses (fbb).....	31
2.6.13.3.6. Ajuste por tipo de área (fa).....	31
2.6.13.3.7. Ajuste para la utilización del carril (flu).....	31
2.6.13.3.8. Ajustes para giros izquierdos en el grupo de carriles (flT).....	32
2.6.13.3.9. Ajustes por giros a la derecha en el grupo de carriles (fRT).....	32
2.6.13.3.10. Ajustes por peatones ($fLpb, fRpb$).....	32
2.6.13.4. Determinación del grupo crítico.....	33
2.6.13.5. Determinación entre el tiempo de entre verde y tiempo total perdido.....	33
2.6.13.6. Cálculo del tiempo del ciclo óptimo.....	34
2.6.13.7. Cálculo de tiempo de verde.....	34
2.6.13.8. Capacidad y niveles de servicio de una intersección semaforizada.....	34
CAPITULO III.....	36
3, METODOLOGÍA.....	36
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36

3.3. HIPÓTESIS.....	36
3.4. OPERACIÓN DE VARIABLES.	37
3.5. PROCEDIMIENTO	38
3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.	39
3.6.1. Diagnóstico situacional.	39
3.6.1.1. Ubicación geográfica y política.	39
3.6.2. Conteo de tráfico por hora en el sector.	39
3.6.3. Condiciones de semaforización.....	43
3.6.4. Módulo de la tasa de flujo de saturación.....	43
3.6.5. Módulo de análisis de capacidad.	43
3.6.6. Módulo de nivel de servicio.....	44
Cálculo Tipo.....	48
3.6.7Cálculo del flujo de saturación (Fsat).	48
3.6.8. Flujo de saturación de la intersección 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.	51
3.6.9. Flujo de saturación de la intersección 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.	52
3.6.10. Flujo de saturación de la intersección 3: Av. By Pass y Av. Canónigo Ramos.	53
3.6.11. Flujo de saturación de la intersección 4: Av. By Pass y Av. Pedro Vicente Maldonado.	54
3.6.12. Flujo de saturación de la intersección 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José de Araujo.	55
3.6.13. Flujo de saturación de la intersección 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Peralta.	56
3.6.14. Flujo de saturación de la intersección 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.....	57
3.6.15. Flujo de saturación de la intersección 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montreal.....	58
3.6.16. Flujo de saturación de la intersección 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.....	59
3.6.17. Flujo de saturación de la intersección 10: Av. 9 de Octubre y calle S/N.....	60
3.6.18. Flujo de saturación de la intersección 11: Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.....	61
3.6.19. Flujo de saturación de la intersección 12: Av. 9 de Octubre y Av. Juan Félix Proaño.	62
3.6.20. Flujo de saturación de la intersección 13: Av. Leopoldo Freire y 9 de Octubre.....	63
3.6.21. Flujo de saturación de la intersección 14: Av. Costa Rica y Av. 9 de Octubre.	64
3.6.22. Flujo de saturación de la intersección 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla.....	65
3.6.23. Flujo de saturación de la intersección 16: Av. Edelberto Bonilla y Av. Araujo Chiriboga.....	66
3.6.24. Flujo de saturación de la intersección 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.	67
3.6.25. Flujo de saturación de la intersección 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.....	68
3.6.26. Flujo de saturación de la intersección 22: Av. Lizarzaburu y Av. La Prensa.	69
3.6.27. Flujo de saturación de la intersección 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres. ...	70

3.6.28. Flujo de saturación de la intersección 24: Av. Lizarzaburu y Av Saint Amont Montread.....	71
3.6.29. Flujo de saturación de la intersección 25: Av. Lizarzaburu y Av 11 de Noviembre. ...	72
3.6.30. Cálculo teórico de los tiempos de ciclo óptimos para las intersecciones semaforizadas.	74
3.6.31. Cálculo del tiempo del ciclo de verde.....	74
3.6.32. Asignación del tiempo de luz roja.....	75
3.6.33. Cálculo del ciclo óptimo (Co).....	75
3.6.34. Determinación de la capacidad y nivel de servicio del rediseño de fases semaforicas. 78	
3.6.35. Determinación de la capacidad de servicio y nivel de servicio de una intersección con redondel.....	79
3.6.36. Características geométricas de un redondel.	80
3.6.37. Cálculo de la capacidad.....	80
3.6.38. Cálculo de la demora.....	81
3.6.39. Criterio del nivel de servicio para redondeles.....	81
3.6.40. SYNCHRO 8.0.	82
3.6.40.1. Simulación en el SYNCHRO 8.0.....	83
CAPITULO IV.....	86
4. RESULTADOS.....	86
4.1. INFORMACIÓN DE LA CIRCUNVALACIÓN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.	86
4.2. INFORMACIÓN INDIVIDUAL POR INTERSECCIÓN.	86
4.2.1. Intersección 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.	88
4.2.2. Intersección 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.	96
4.2.3. Intersección 3: Av. By Pass y Av. Canónigo Ramos.	104
4.2.4. Intersección 4: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. By Pass.....	112
4.2.5. Intersección 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Araujo.....	120
4.2.6. Intersección 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Peralta.....	128
4.2.7. Intersección 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.....	136
4.2.8. Intersección 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montreal.....	144
4.2.9. Intersección 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.....	152
4.2.10. Intersección 10: Av. 9 de Octubre y calle S/N.....	160
4.2.11. Intersección 11: Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.....	168
4.2.12. Intersección12: Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño.....	176
4.2.13. Intersección 13: Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire.....	184
4.2.14. Intersección 14: Av. 9 de Octubre y Calle Costa Rica.....	192
4.2.15. Intersección 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla.	200
4.2.16. Intersección 16: Av. Edelberto Bonilla y Av. Araujo Chiriboga.	208
4.2.17. Intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez.	216
4.2.18. Intersección 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.	221
4.2.19. Intersección 19: Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroes de Tapi.	229

4.2.20. Intersección 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.	235
4.2.21. Intersección 21: Av. La Prensa y Calle Gonzalo Dávalos.	243
4.2.22. Intersección 22: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu.	248
4.2.23. Intersección 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres.	256
4.2.24. Intersección 24: Av. Lizarzaburu y Av. Saint Amont Montread.	264
4.2.25. Intersección 25: Av. Lizarzaburu y Av. 11 de Noviembre.	272
CAPITULO V	280
5. DISCUSIÓN.	280
CAPITULO VI.....	290
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	290
6.1. Conclusiones.	290
6.2. Recomendaciones.....	294
CAPITULO VII	295
7. PROPUESTA.....	295
7.1. Título de la propuesta.....	295
7.2. Introducción.	295
7.3. OBJETIVOS.	295
7.3.1. Objetivo general.....	295
7.3.2. Objetivo específico.	295
7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TEÓRICA.	296
7.4.1. Intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez (redondel de la Vasija).	296
7.4.2. Pasos e intersecciones a desnivel.	296
7.4.2.1. Pasos inferiores.	296
7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.	297
7.5.1. Alternativa 1: Semaforización y aumento a 3 carriles en sus aproximaciones.	297
7.5.1.1. Datos ingresados para la modelación.	297
7.5.2. Alternativa 2: Paso deprimido.....	299
7.5.2.1. Datos ingresados para la modelación.	299
7.5.3. Alternativa escogida.....	302
7.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL.	303
7.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.	304
CAPITULO VIII.....	305
8. BIBLIOGRAFÍA.	305
CAPITULO IX.....	307
9. ANEXOS.	307
9.1. ANEXO 1: FORMATO DEL CONTEO VEHICULAR.	307
9.2. ANEXO 2: PLANO 1 PROPUESTA PASO DEPRIMIDO EN EL SECTOR DE LA VASIJA-RIOBAMBA.	308
9.3. ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS.	309

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Intervalos críticos y tiempos continuos.	13
Tabla 2: Valores mínimos de productos de cruce recomendado.	27
Tabla 3: Tipos de movimientos.....	31
Tabla 4: Criterios de nivel de servicio.	35
Tabla 5: Operación de variables.	37
Tabla 6: Volumen de tráfico por hora pico de intersecciones semaforizadas de la circunvalación.	40
Tabla 7: Relación entre tipo de arribo y razón de grupo (Rp).	43
Tabla 8: Factores de ajuste de progresión (PF).....	46
Tabla 9: Criterio de nivel de servicio para intersecciones semaforizadas.	48
Tabla 10: Intersección 1. Flujo de saturación.	51
Tabla 11: Intersección 2. Flujo de saturación.	52
Tabla 12: Intersección 3. Flujo de saturación.	53
Tabla 13: Intersección 4. Flujo de saturación.	54
Tabla 14: Intersección 5. Flujo de saturación.	55
Tabla 15: Intersección 6. Flujo de saturación.	56
Tabla 16: Intersección 7. Flujo de saturación.	57
Tabla 17: Intersección 8. Flujo de saturación.	58
Tabla 18: Intersección 9. Flujo de saturación.	59
Tabla 19: Intersección 10. Flujo de saturación.	60
Tabla 20: Intersección 11. Flujo de saturación.	61
Tabla 21: Intersección 12. Flujo de saturación.	62
Tabla 22: Intersección 13. Flujo de saturación.	63
Tabla 23: Intersección 14. Flujo de saturación.	64
Tabla 24: Intersección 15. Flujo de saturación.	65
Tabla 25: Intersección 16. Flujo de saturación.	66
Tabla 26: Intersección 18. Flujo de saturación.	67
Tabla 27: Intersección 20. Flujo de saturación.	68
Tabla 28: Intersección 22. Flujo de saturación.	69
Tabla 29: Intersección 23. Flujo de saturación.	70
Tabla 30: Intersección 24. Flujo de saturación.	71
Tabla 31: Intersección 25. Flujo de saturación.	72
Tabla 32: Niveles de servicio actuales.	73
Tabla 33: Nivel de servicio del rediseño de fases.	78
Tabla 34: Volumen de tráfico por hora pico de intersecciones con redondeles de la circunvalación.	80
Tabla 35: Capacidad de redondeles.	81
Tabla 36: Criterios sobre el nivel de servicio para redondeles.	82
Tabla 37: Nivel de servicio.	82
Tabla 38: Intersección 1. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	89
Tabla 39: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	90
Tabla 40: Sincronización semafórica actual.	91
Tabla 41: Intersección 1. Capacidad y nivel de servicio actual.	92
Tabla 42: Intersección 1. Razón de flujo crítico Ycr.	93

Tabla 43 Intersección 1. Cálculo del ciclo óptimo.	93
Tabla 44 Intersección 1. Cálculo del verde efectivo.	93
Tabla 45 Intersección 1. Nueva sincronización semafórica.	93
Tabla 46 Intersección 1. Capacidad de la propuesta.	95
Tabla 47 Intersección 2. Características geométricas y condiciones semafóricas.	97
Tabla 48: Intersección 2. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	98
Tabla 49: Intersección 2. Sincronización semafórica actual.	99
Tabla 50: Intersección 2. Capacidad y nivel de servicio actual.	100
Tabla 51: Intersección 2. Razón de flujo crítico Y_{cr}	101
Tabla 52: Intersección 2. Cálculo del ciclo óptimo.	101
Tabla 53: Intersección 2. Cálculo del verde efectivo.	101
Tabla 54: Intersección 2. Nueva sincronización semafórica.	101
Tabla 55: Intersección 2. Capacidad de la propuesta.	103
Tabla 56: Características geométricas y condiciones semafóricas.	105
Tabla 57: Intersección 3. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	106
Tabla 58: Intersección 3. Sincronización semafórica actual.	107
Tabla 59: Intersección 3. Capacidad y nivel de servicio actual.	108
Tabla 60: Intersección 3. Razón de flujo crítico Y_{cr}	109
Tabla 61: Intersección 3. Cálculo del ciclo óptimo.	109
Tabla 62: Intersección 3. Cálculo del verde efectivo.	109
Tabla 63: Intersección 3. Nueva sincronización semafórica.	109
Tabla 64: Intersección 3. Capacidad de la propuesta.	111
Tabla 65: Características geométricas y condiciones semafóricas.	113
Tabla 66: Intersección 4. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	114
Tabla 67: Intersección 4. Sincronización semafórica actual.	115
Tabla 68: Intersección 4. Capacidad y nivel de servicio actual.	116
Tabla 69: Intersección 4. Razón de flujo crítico Y_{cr}	117
Tabla 70: Intersección 4. Cálculo del ciclo óptimo.	117
Tabla 71: Intersección 4. Cálculo del verde efectivo.	117
Tabla 72: Intersección 4. Nueva sincronización semafórica.	117
Tabla 73: Intersección 4. Capacidad de la propuesta.	119
Tabla 74: Características geométricas y condiciones semafóricas.	121
Tabla 75: Intersección 5. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	122
Tabla 76: Intersección 5. Sincronización semafórica actual.	123
Tabla 77: Intersección 5. Capacidad y nivel de servicio actual.	124
Tabla 78: Intersección 5. Razón de flujo crítico Y_{cr}	125
Tabla 79: Intersección 5. Cálculo del ciclo óptimo.	125
Tabla 80: Intersección 5. Cálculo del verde efectivo.	125
Tabla 81: Intersección 5. Nueva sincronización semafórica.	125
Tabla 82: Intersección 5. Capacidad de la propuesta.	127
Tabla 83: Características geométricas y condiciones semafóricas	129
Tabla 84: Intersección 6: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	130
Tabla 85: Intersección 6. Sincronización semafórica actual.	131
Tabla 86: Intersección 6. Capacidad y nivel de servicio actual.	132
Tabla 87: Intersección 6. Razón de flujo crítico Y_{cr}	133
Tabla 88: Intersección 6. Cálculo del ciclo óptimo.	133
Tabla 89: Intersección 6. Cálculo del verde efectivo.	133
Tabla 90: Intersección 6. Nueva sincronización semafórica.	133
Tabla 91: Intersección 6. Capacidad de la propuesta.	135
Tabla 92: Características geométricas y condiciones semafóricas.	137

Tabla 93: Intersección 7: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	138
Tabla 94: Intersección 7. Sincronización semafórica actual.	139
Tabla 95: Intersección 7. Capacidad y nivel de servicio actual.	140
Tabla 96: Intersección 7. Razón de flujo crítico Ycr.	141
Tabla 97: Intersección 7. Cálculo del ciclo óptimo.	141
Tabla 98: Intersección 7. Cálculo del verde efectivo.	141
Tabla 99: Intersección 7. Nueva sincronización semafórica.	141
Tabla 100: Intersección 7. Capacidad de la propuesta.	143
Tabla 101: Características geométricas y condiciones semafóricas.	145
Tabla 102: Intersección 8: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	146
Tabla 103: Intersección 8. Sincronización semafórica actual.	147
Tabla 104: Intersección 8. Capacidad y nivel de servicio actual.	148
Tabla 105: Intersección 8. Razón de flujo crítico Ycr.	149
Tabla 106: Intersección 8. Cálculo del ciclo óptimo.	149
Tabla 107: Intersección 8. Cálculo del verde efectivo.	149
Tabla 108: Intersección 8. Nueva sincronización semafórica.	149
Tabla 109: Intersección 8. Capacidad de la propuesta.	151
Tabla 110: Características geométricas y condiciones semafóricas.	153
Tabla 111: Intersección 9: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	154
Tabla 112: Intersección 9. Sincronización semafórica actual.	155
Tabla 113: Intersección 9. Capacidad y nivel de servicio actual.	156
Tabla 114: Intersección 9. Razón de flujo crítico Ycr.	157
Tabla 115: Intersección 9. Cálculo del ciclo óptimo.	157
Tabla 116: Intersección 9. Cálculo del verde efectivo.	157
Tabla 117: Intersección 9. Nueva sincronización semafórica.	157
Tabla 118: Intersección 9. Capacidad de la propuesta.	159
Tabla 119: Características geométricas y condiciones semafóricas.	161
Tabla 120: Intersección 10: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	162
Tabla 121: Intersección 10. Sincronización semafórica actual.	163
Tabla 122: Intersección 10. Capacidad y nivel de servicio actual.	164
Tabla 123: Intersección 10. Razón de flujo crítico Ycr.	165
Tabla 124: Intersección 10. Cálculo del ciclo óptimo.	165
Tabla 125: Intersección 10. Cálculo del verde efectivo.	165
Tabla 126: Intersección 10. Nueva sincronización semafórica.	165
Tabla 127: Intersección 10. Capacidad de la propuesta.	167
Tabla 128: Características geométricas y condiciones semafóricas.	169
Tabla 129: Intersección 11: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	170
Tabla 130: Intersección 11. Sincronización semafórica actual.	171
Tabla 131: Intersección 11. Capacidad y nivel de servicio actual.	172
Tabla 132: Intersección 11. Razón de flujo crítico Ycr.	173
Tabla 133: Intersección 11. Cálculo del ciclo óptimo.	173
Tabla 134: Intersección 11. Cálculo del verde efectivo.	173
Tabla 135: Intersección 11. Nueva sincronización semafórica.	173
Tabla 136: Intersección 11. Capacidad de la propuesta.	175
Tabla 137: Características geométricas y condiciones semafóricas.	177
Tabla 138: Intersección 12: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	178
Tabla 139: Intersección 12. Sincronización semafórica actual.	179
Tabla 140: Intersección 12. Capacidad y nivel de servicio actual.	180
Tabla 141: Intersección 12. Razón de flujo crítico Ycr.	181
Tabla 142: Intersección 12. Cálculo del ciclo óptimo.	181

Tabla 143: Intersección 12. Cálculo del verde efectivo.....	181
Tabla 144: Intersección 12. Nueva sincronización semafórica.	181
Tabla 145: Intersección 12. Capacidad de la propuesta.....	183
Tabla 146: Intersección 13. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	185
Tabla 147: Intersección 13: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	186
Tabla 148: Intersección 13. Sincronización semafórica actual.....	187
Tabla 149: Intersección 13. Capacidad y nivel de servicio actual.	188
Tabla 150: Intersección 13. Razón de flujo crítico Ycr.	189
Tabla 151: Intersección 13. Cálculo del ciclo óptimo.	189
Tabla 152: Intersección 13. Calculo del verde efectivo.....	189
Tabla 153: Intersección 13. Nueva sincronización semafórica.	189
Tabla 154: Intersección 13. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	191
Tabla 155: Intersección 14. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	193
Tabla 156: Intersección 14: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	194
Tabla 157: Intersección 14. Sincronización semafórica actual.....	195
Tabla 158: Intersección 14. Capacidad y nivel de servicio actual.	196
Tabla 159: Intersección 14. Razón de flujo crítico Ycr.	197
Tabla 160: Intersección 14. Cálculo del ciclo óptimo	197
Tabla 161: Intersección 14. Calculo del verde efectivo.....	197
Tabla 162: Intersección 14. Nueva sincronización semafórica.	197
Tabla 163: Intersección 14. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	199
Tabla 164: Intersección 15. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	201
Tabla 165: Intersección 15. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	202
Tabla 166: Intersección 15. Sincronización semafórica actual.....	203
Tabla 167: Intersección 15. Capacidad y nivel de servicio actual.	204
Tabla 168: Intersección 15. Razón de flujo crítico Ycr.	205
Tabla 169: Intersección 15. Cálculo del ciclo óptimo.	205
Tabla 170: Intersección 15. Calculo del verde efectivo.....	205
Tabla 171: Intersección 15. Nueva sincronización semafórica.	205
Tabla 172: Intersección 15. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	207
Tabla 173: Intersección 16. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	209
Tabla 174: Intersección 16. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	210
Tabla 175: Intersección 16. Sincronización semafórica actual.....	211
Tabla 176: Intersección 16. Capacidad y nivel de servicio actual.	212
Tabla 177: Intersección 16. Razón de flujo crítico Ycr.	213
Tabla 178: Intersección 16. Cálculo del ciclo óptimo.	213
Tabla 179: Intersección 16. Calculo del verde efectivo.....	213
Tabla 180: Intersección 15. Nueva sincronización semafórica.	213
Tabla 181: Intersección 16. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	215
Tabla 182: Intersección 17. Características geométricas.	217
Tabla 183: Intersección 17. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	218
Tabla 184: Intersección 17. Volumen.	219
Tabla 185: Intersección 17. Datos de la geometría.....	219
Tabla 186: Intersección 17. Capacidad del redondel.	219
Tabla 187: Intersección 17. Volumen.	220
Tabla 188: Intersección 18. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	222
Tabla 189: Intersección 18. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	223
Tabla 190: Intersección 18. Sincronización semafórica actual.....	224
Tabla 191: Intersección 18. Capacidad y nivel de servicio actual.	225
Tabla 192: Intersección 18. Razón de flujo crítico Ycr.	226

Tabla 193: Intersección 18. Cálculo del ciclo óptimo.	226
Tabla 194: Intersección 18. Calculo del verde efectivo.....	226
Tabla 195: Intersección 18. Nueva sincronización semafórica.	226
Tabla 196: Intersección 18. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta	228
Tabla 197: Intersección 19. Características geométricas.	230
Tabla 198: Intersección 19. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	232
Tabla 199: Intersección 19. Volumen.	233
Tabla 200: Intersección 19. Datos de la geometría.	233
Tabla 201: Intersección 19. Capacidad del redondel.	233
Tabla 202: Intersección 17. Volumen.	234
Tabla 203: Intersección 20. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	236
Tabla 204: Intersección 20. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	237
Tabla 205: Intersección 20. Sincronización semafórica actual.....	238
Tabla 206: Intersección 20. Capacidad y nivel de servicio actual.	239
Tabla 207: Intersección 20. Razón de flujo crítico Ycr.	240
Tabla 208: Intersección 20. Cálculo del ciclo óptimo.	240
Tabla 209: Intersección 20. Calculo del verde efectivo.....	240
Tabla 210: Intersección 20. Nueva sincronización semafórica.	240
Tabla 211: Intersección 20. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	242
Tabla 212: Intersección 21. Características geométricas.	244
Tabla 213: Intersección 21. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	245
Tabla 214: Intersección 21. Volumen.	246
Tabla 215: Intersección 21. Datos de la geometría.	246
Tabla 216: Intersección 21. Capacidad del redondel.	246
Tabla 217: Intersección 21. Volumen.	247
Tabla 218: Intersección 22. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	249
Tabla 219: Intersección 22: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	250
Tabla 220: Intersección 22. Sincronización semafórica actual.....	251
Tabla 221: Intersección 22. Capacidad y nivel de servicio actual.	252
Tabla 222: Intersección 22. Razón de flujo crítico Ycr.	253
Tabla 223: Intersección 22. Cálculo del ciclo óptimo.	253
Tabla 224: Intersección 22. Calculo del verde efectivo.....	253
Tabla 225: Intersección 22. Nueva sincronización semafórica.	253
Tabla 226: Intersección 22. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	255
Tabla 227: Intersección 205. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	257
Tabla 228: Intersección 23: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	258
Tabla 229: Intersección 23. Sincronización semafórica actual.....	259
Tabla 230: Intersección 23. Capacidad y nivel de servicio actual.	260
Tabla 231: Intersección 23. Razón de flujo crítico Ycr.	261
Tabla 232: Intersección 23. Cálculo del ciclo óptimo.	261
Tabla 233: Intersección 23. Calculo del verde efectivo.....	261
Tabla 234: Intersección 23. Nueva sincronización semafórica.	261
Tabla 235: Intersección 23. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	263
Tabla 236: Intersección 24. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	265
Tabla 237: Intersección 24: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	266
Tabla 238: Intersección 24. Sincronización semafórica actual.....	267
Tabla 239: Intersección 24. Capacidad y nivel de servicio actual.	268
Tabla 240: Intersección 24. Razón de flujo crítico Ycr.	269
Tabla 241: Intersección 24. Cálculo del ciclo óptimo.	269
Tabla 242: Intersección 24. Calculo del verde efectivo.....	269

Tabla 243: Intersección 24. Nueva sincronización semafórica.	269
Tabla 244: Intersección 24. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	271
Tabla 245: Intersección 25. Características geométricas y condiciones semafóricas.....	273
Tabla 246: Intersección 25: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.	274
Tabla 247: Intersección 25. Sincronización semafórica actual.....	275
Tabla 248: Intersección 25. Capacidad y nivel de servicio actual.	276
Tabla 249: Intersección 25. Razón de flujo crítico Ycr.	277
Tabla 250: Intersección 25. Cálculo del ciclo óptimo.	277
Tabla 251: Intersección 25. Cálculo del verde efectivo.....	277
Tabla 252: Intersección 25. Nueva sincronización semafórica.	277
Tabla 253: Intersección 25. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.	279
Tabla 254: Nivel de servicio y demoras.	291
Tabla 255: Tráfico promedio diario horario.	292
Tabla 256: Comparación de niveles de servicio.	293

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Representación de los niveles de servicio en el diagrama de volumen y velocidad.....	6
Ilustración 2: Características geométricas de un redondel.....	8
Ilustración 3: Colocar señalización adecuada de los límites de velocidad que deben circular los conductores en un redondel.....	10
Ilustración 4: Señalización típica en una intersección con redondel.	10
Ilustración 5: Puntos de conflicto en un redondel y una intersección no semaforizada.	14
Ilustración 6: Metodología de análisis de intersecciones semafóricas.....	19
Ilustración 7: Puntos de conflicto en una intersección semaforizada.	23
Ilustración 8: Divergencias y convergencias.	23
Ilustración 9: Partes de una fase semafórica.	25
Ilustración 10: Plan de fases.	28
Ilustración 11: Grupo de carriles.....	29
Ilustración 12: Geometría de la intersección.	83
Ilustración 13: Imagen del google maps insertada en el SYNCHRO 8.0.....	84
Ilustración 14: Imagen del google maps insertada en el SYNCHRO 8.0.....	84
Ilustración 15: Imagen del google maps insertada en el SYNCHRO 8.0.....	85
Ilustración 16: Imagen del google maps insertada en el SYNCHRO 8.0.....	85
Ilustración 17: Tipos de vehículos.....	87
Ilustración 18: Intersección semaforizada 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.	88
Ilustración 19: Intersección 1. Geometría y tipos de movimientos.....	88
Ilustración 20: Intersección 1. Volúmenes por hora.	91
Ilustración 21: Intersección 1. Diagrama semafórica.....	94
Ilustración 22: Intersección semaforizada 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.	96
Ilustración 23: Intersección 2. Geometría y tipos de movimientos.....	96
Ilustración 24: Intersección 2. Volúmenes por hora.	99
Ilustración 25: Intersección 2. Diagrama semafórica.....	102
Ilustración 26: Intersección semaforizada 3: Av. By Pass y Av. Canónigo Ramos.	104
Ilustración 27: Intersección 3: Geometría y tipos de movimientos.	104
Ilustración 28: Intersección 3. Volúmenes por hora.	107
Ilustración 29: Intersección 3. Diagrama semafórica.....	110

Ilustración 30: Intersección semaforizada 4: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. By Pass.	112
Ilustración 31: Intersección 4. Geometría y tipos de movimientos.	112
Ilustración 32: Intersección 4. Volúmenes por hora.	115
Ilustración 33: Intersección 4. Diagrama semafórica	118
Ilustración 34: Intersección semaforizada 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle José Araujo.	120
Ilustración 35: Intersección 5. Geometría y tipos de movimientos.	120
Ilustración 36: Intersección 5. Volúmenes por hora.	123
Ilustración 37: Intersección 5. Diagrama semafórica	126
Ilustración 38: Intersección semaforizada 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle José Peralta.	128
Ilustración 39: Intersección 6. Geometría y tipos de movimientos.	128
Ilustración 40: Intersección 6. Volúmenes por hora.	131
Ilustración 41: Intersección 6. Diagrama semafórica	134
Ilustración 42: Intersección semaforizada 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.	136
Ilustración 43: Intersección 7. Geometrías y tipos de movimientos.	136
Ilustración 44: Intersección 7. Volúmenes por hora.	139
Ilustración 45: Intersección 7. Diagrama semafórica	142
Ilustración 46: Intersección semaforizada 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montread.	144
Ilustración 47: Intersección 8. Geometría y tipos de movimientos.	144
Ilustración 48: Intersección 8. Volúmenes por hora.	147
Ilustración 49: Intersección 8. Diagrama semafórica	150
Ilustración 50: Intersección semaforizada 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.	152
Ilustración 51: Intersección 9. Características y tipos de movimientos.	152
Ilustración 52: Intersección 9. Volúmenes por hora.	155
Ilustración 53: Intersección 9. Diagrama semafórica	158
Ilustración 54: Intersección semaforizada 10: Av. 9 de Octubre y Calle S/N.	160
Ilustración 55: Intersección 10. Geometría y tipos de movimientos.	160
Ilustración 56: Intersección 10. Volúmenes por hora.	163
Ilustración 57: Intersección 10. Diagrama semafórica	166
Ilustración 58: Intersección semaforizada 11: Av. 9 de Octubre y Calle Carabobo.	168
Ilustración 59: Intersección 11. Geometría y tipos de movimientos.	168
Ilustración 60: Intersección 11. Volúmenes por hora.	171
Ilustración 61: Intersección 11. Diagrama semafórica	174
Ilustración 62: Intersección semaforizada 12: Av. 9de Octubre y Av. Juan Félix Proaño.	176
Ilustración 63: Intersección 12. Geometría y tipos de movimientos.	176
Ilustración 64: Intersección 12. Volúmenes por hora.	179
Ilustración 65: Intersección 12. Diagrama semafórica	182
Ilustración 66: Intersección semaforizada 13: Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire.	184
Ilustración 67: Intersección 13. Geometría y Tipos de movimientos.	184
Ilustración 68: Intersección 13. Volúmenes por hora.	187
Ilustración 69: Intersección 13. Diagrama semafórica	190
Ilustración 70: Intersección semaforizada 14: Av. 9 de Octubre y Calle Costa Rica.	192
Ilustración 71: Intersección 14. Geometría y Tipos de movimientos	192
Ilustración 72: Intersección 14. Volúmenes por hora.	195
Ilustración 73: Intersección 14. Diagrama semafórica	198

Ilustración 74: Intersección semaforizada 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla.	200
Ilustración 75: Intersección 15. Geometría y Tipos de movimientos.	200
Ilustración 76: Intersección 15. Volúmenes por hora.	203
Ilustración 77: Intersección 15. Diagrama semafórica	206
Ilustración 78: Intersección semaforizada 16: Av. Edelberto Bonilla y Av. Araujo Chiriboga.	208
Ilustración 79: Intersección 16. Geometría y Tipos de movimientos.	208
Ilustración 80: Intersección 16. Volúmenes por hora.	211
Ilustración 81: Intersección 16. Diagrama semafórica	214
Ilustración 82: Intersección con redondel 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez.	216
Ilustración 83: Intersección 17. Geometría y Tipos de movimientos.	216
Ilustración 84: Intersección 17. Volúmenes por hora.	217
Ilustración 85: Intersección semaforizada 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.	221
Ilustración 86: Intersección 18. Geometría y tipos de movimientos.	221
Ilustración 87: Intersección 18. Volúmenes por hora.	224
Ilustración 88: Intersección 18. Diagrama semafórica	227
Ilustración 89: Intersección con redondel 19: Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroes de Tapi.	229
Ilustración 90: Intersección 19. Geometría y tipos de movimientos.	229
Ilustración 91: Intersección 19. Volúmenes por hora.	230
Ilustración 92: Intersección semaforizada 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil	235
Ilustración 93: Intersección 20. Geometría y tipos de movimientos.	235
Ilustración 94: Intersección 20. Volúmenes por hora.	238
Ilustración 95: Intersección 20. Diagrama semafórica	241
Ilustración 96: Intersección con redondel 21: Av. La Prensa y Calle Gonzalo Dávalos.	243
Ilustración 97: Intersección 21. Geometría y tipos de movimiento.	243
Ilustración 98: Intersección 21. Volúmenes por hora.	244
Ilustración 99: Intersección semaforizada 22: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu.	248
Ilustración 100: Intersección 22. Geometría y tipos de movimientos.	248
Ilustración 101: Intersección 22. Volúmenes por hora.	251
Ilustración 102: Intersección 22. Diagrama semafórica	254
Ilustración 103: Intersección semaforizada 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres.	256
Ilustración 104: Intersección 23. Geometría y tipos de movimientos.	256
Ilustración 105: Intersección 23. Volúmenes por hora.	259
Ilustración 106: Intersección 23. Diagrama semafórica	262
Ilustración 107: Intersección semaforizada 24: Av. Lizarzabura y Av. Saint Amont Montread.	264
Ilustración 108: Intersección 24. Geometría y tipos de movimientos.	264
Ilustración 109: Intersección 24. Volúmenes por hora.	267
Ilustración 110: Intersección 24. Diagrama semafórica	270
Ilustración 111: Intersección semaforizada 25: Av. Lizarzaburu y Av. 11 de Noviembre.	272
Ilustración 112: Intersección 25. Geometría y tipos de movimientos.	272
Ilustración 113: Intersección 25. Volúmenes por hora.	275
Ilustración 114: Intersección 25. Diagrama semafórica	278
Ilustración 115: Datos ingresados y obtenidos en la simulación en el software SYNCHRO 8.0 de la alternativa 1.	298
Ilustración 116: Alternativa 1. Simulada en el software SYNCHRO 8.0	299

Ilustración 117: Simulación del paso deprimido en el software SYNCHRO 8.0.	300
Ilustración 118: Datos ingresados al software SYNCHRO 8.0 para la alternativa 2.	301
Ilustración 119: Diseño Organizacional.....	303

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Método Británico (TRRL) empírico.	11
Ecuación 2: Constante k	11
Ecuación 3: Agudeza de ensanchamiento S	12
Ecuación 4: Constante X_2	12
Ecuación 5: Constante F	12
Ecuación 6: Constante M	12
Ecuación 7: Constante t_D	13
Ecuación 8: Constante F_c	13
Ecuación 9: Demoras en redondeles	14
Ecuación 10: TPDA.	16
Ecuación 11: TPDM.	16
Ecuación 12: TPDS.....	17
Ecuación 13: Intervalo promedio.....	22
Ecuación 14: Flujo.	22
Ecuación 15: Verde efectivo	24
Ecuación 16.: Amarillo	24
Ecuación 17: Tiempo perdido.....	24
Ecuación 18: Tiempo perdido.....	24
Ecuación 19: Flujo de saturación.....	29
Ecuación 20: Ajuste por ancho de carril.	30
Ecuación 21: Ajuste por vehículos pesados.....	30
Ecuación 22: Ajuste por gradiente.....	30
Ecuación 23: Ajuste por parqueo.....	31
Ecuación 24: Ajuste por bloqueo de buses.	31
Ecuación 25: Ajuste para la utilización del carril.	32
Ecuación 26: Ajustes por giros a la izquierda en el grupo de carriles.	32
Ecuación 27: Ajustes para giros a la derecha.....	32
Ecuación 28: Ajuste por peatones.....	32
Ecuación 29: Razón de flujo.....	33
Ecuación 30: Entre verde-total tiempo perdido.	33
Ecuación 31: Tiempo ciclo óptimo.....	34
Ecuación 32: Tiempo de verde.	34
Ecuación 33: Capacidad de grupo.....	44
Ecuación 34: Cálculo de X	44
Ecuación 35: Cálculo de X_c	44
Ecuación 36: Nivel de servicio.	45
Ecuación 37: Demora uniforme d_1	45
Ecuación 38: Demora incremental d_2	46
Ecuación 39: Demora estimada total.	47
Ecuación 40: Cálculo del ciclo óptimo.	74
Ecuación 41: Verde efectivo.....	74
Ecuación 42: Luz roja.	75
Ecuación 43: Capacidad en redondeles Q_e	81
Ecuación 44: Cálculo de la demora.	81

RESUMEN

El análisis y evaluación del comportamiento de intersecciones en la circunvalación de la ciudad de Riobamba se determinó empleando la metodología de análisis del HCM 2000, la misma que se fundamenta en los principios de la ingeniería de tráfico y han sido desarrolladas empleando información real de campo, con las cuales se estimaron las tasas de flujo de saturación y demoras por control. Los datos de volúmenes y movimientos en las intersecciones fueron obtenidos por medio de aforos que son útiles para el análisis de intersecciones con semáforos y redondeles.

Los resultados de las propuestas condujeron a una disminución de tiempo de demoras y con ello obtuvimos beneficios significativos de seguridad vial, reduciendo así el riesgo de accidentabilidad de los usuarios de estas intersecciones.

Además, se pudo determinar la intersección más crítica y proponer la solución más óptima para mejorar su condición.

Abstract

The analysis and evaluation of the behavior of the intersections in the circumvallation of Riobamba city. It was determined using the methodology analysis of HCM 2000, the same that is based on the principles of traffic engineering and was developed using real field information, with which were estimated the saturation flow rates and control delays. The data of volumes and movements in the intersections were obtained by means of those used for the analysis of intersections with traffic lights and roundabouts.

The results of the proposals led to a reduction in the time of the delays and with them we obtained significant benefits of road safety, reducing the risk of accident of the users of these intersections.

It was also possible to determine the most critical intersection and propose the most optimal solution to improve its condition.



Reviewed by: Chávez, Maritza

Language Center Teacher



INTRODUCCIÓN:

Las vías urbanas latinoamericanas no tienen la capacidad suficiente para soportar el uso indiscriminado del automóvil particular, y no la van a tener nunca, aunque se tomen las medidas financieras, ambientales y políticamente factibles para ampliarlas. Como lo muestra la experiencia de Caracas y otras urbes grandes que aplicaron esa estrategia. **(Revista de la CEPAL 76, 2002. Pág. 121.)**

Riobamba, como la mayoría de las ciudades de población media en América Latina, en los últimos años ha empezado a presentar serios problemas en su movilidad. Estos inconvenientes han sido generados por varios factores donde sobresale el acelerado crecimiento del parque automotor la cual genera mayor afectación a la circunvalación por donde transitan automóviles que se dirigen a varios puntos de la ciudad y provincia.

Las intersecciones semaforizadas y redondeles de la circunvalación de la ciudad de Riobamba constituyen elementos complejos de este sistema vial. Para analizarlas hay que tener en cuenta una amplia variedad de variables, tales como: capacidad y nivel de servicio, la composición del tránsito, las características geométricas de la vía.

El análisis y evaluación de intersecciones se basa en realizar un conteo de los movimientos que realiza un vehículo al llegar a la intersección, esta información ayuda a los tesisistas a realizar un rediseño óptimo en la intersección, logrando analizar la capacidad y el nivel de servicio que presta a los usuarios para así dar una mejor movilidad y circulación.

El presente tema de tesis “Análisis y evaluación de redondeles e intersecciones semaforizadas para mejorar la circulación vehicular en la circunvalación de la ciudad de Riobamba y propuesta de diseño geométrico en la intersección más crítica”-Provincia de Chimborazo. Se enmarca los parámetros de análisis del Highway Capacity Manual (HCM), además de las normas y especificaciones técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) vigentes y actualizadas que rigen en el país.

La necesidad de realizar el presente estudio de intersecciones y posteriormente su evaluación, es para mejorar la movilidad y los tiempos de viajes, ya que ha sido ignorada por mucho tiempo atrás por las autoridades; con la ayuda del Ministerio de Transporte y Obras Públicas va a ser posible realizarlo.

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1. Tema del trabajo de Grado

Análisis y Evaluación de redondeles e intersecciones semaforizadas para mejorar la circulación vehicular en la circunvalación de la ciudad de Riobamba y propuesta de diseño geométrico en la intersección más crítica.

1.2. Ubicación geográfica del Proyecto

El proyecto a realizarse está ubicado en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en la circunvalación, este proyecto es de vital importancia porque nos permite que los vehículos que circulan por esta vía puedan realizar menores tiempos de viaje a su lugar de destino

Norte	9816414
Este	759570
Altitud	2750 msnm



1.3. Problematización.

La congestión vehicular constituye un grave problema para la sociedad riobambeña, esto se ha agravado en las últimas décadas y en particular en los últimos años por el aumento del parque automotor en la ciudad, generando así consecuencias como el aumento en el tiempo de viaje, demora en la vía, impiden su productividad y desarrollo afectando la economía de esta ciudad.

Debido a la reconstrucción de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, los redondeles e intersecciones semaforizadas en la circunvalación, presenta ciertos inconvenientes en cuanto a su diseño, originando largas colas vehiculares, aumentando el tiempo de viaje y provocando la inconformidad de los conductores. Además se debe mencionar la falta de señalización vertical y horizontal que existe en las aproximaciones de un redondel o semáforo, hace que estos inconvenientes sean más agravantes en cuanto a la circulación vehicular.

En la circunvalación estos dispositivos deben ser analizados y evaluados minuciosamente para trabajar con las condiciones bajo las cuales actuará. Por lo que para su correcto funcionamiento es necesario considerar varios parámetros técnicos de diseño como conocer, volúmenes de tránsito, características geométricas, entre otras.

La circunvalación de la ciudad de Riobamba, fue diseñada con la finalidad de ofrecer nuevas vías rápidas de cruce de la ciudad que eviten ingresar al centro de la urbe. Según MTOP (Ministerios de Transporte y Obras Públicas) por esta avenida de 22 KM, un aproximado de 22 mil vehículos, que según datos de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) circulan por estas zonas de mayor congestión vehicular.

En la circunvalación existen 3 redondeles y 22 intersecciones semaforizadas cada uno de ellos con diferentes características. Los mismos que presentan mala sincronización de tiempos semaforicos y falta de espacio físico en redondeles, los cual genera inconvenientes en la fluidez vehicular, por lo tanto, los índices de servicio que prestan estos dispositivos son bajos para los volúmenes vehiculares que existen en la circunvalación.

1.4. Análisis Crítico.

La colocación de semáforos y redondeles son ubicados en forma empírica y sin ningún tipo de asistencia técnica.

La utilización de redondeles y semáforos es inevitable en los sectores donde se presenta mayor congestión vehicular y esto generalmente se da en intersecciones que se dirigen hacia otros destinos de la provincia.

Para proponer un análisis geométrico de una intersección sea esta un redondel o semáforo se debe conocer un estudio exhaustivo de la intersección para así obtener una solución óptima al problema de tránsito que se genera en una intersección.

1.5. Prognosis.

Los redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba presentan un mal nivel de servicio, debido al incremento del volumen de tráfico que se ha generado durante los últimos años; provocando demoras excesivas en los tiempos de viajes, accidentes de tránsito e inseguridad a los usuarios que transitan por esta vía.

1.6. Delimitación.

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la circunvalación de la ciudad de Riobamba, la misma que cuenta con 22 intersecciones semaforizadas y 3 redondeles que se analizaran y evaluaran para proponer mejoras en el nivel de servicio.

1.7. Formulación del problema.

¿Cómo afecta la disposición de los redondeles e intersecciones semaforizadas en la circulación vehicular de la circunvalación de la ciudad de Riobamba en el año 2016?

1.8. Objetivos.

1.8.1. Objetivo general.

- Analizar y evaluar la circulación vehicular que existe en redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba.

1.8.2. Objetivos específicos.

- Determinar el Tráfico Promedio Diario Horario (TPDH) en cada redondel e intersecciones semaforizadas de la circunvalación.
- Estudiar las condiciones actuales de redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba.
- Proponer los ciclos óptimos de intersecciones semaforizadas para una mejor circulación vehicular.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

ANTECEDENTES

Debido a la gran conglomeración de vehículos en intersecciones de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, se implementó reguladores de tránsito (redondel y semáforo). Con lo que se previó una mejora en el tránsito de los vehículos evitando los problemas ocasionados por el congestionamiento en horas pico sin embargo se ha generado otros problemas por la mala sincronización semafórica y por una ineficiente geometría en redondeles.

La movilidad es un aspecto fundamental para el desarrollo de los conglomerados urbanos que conllevan a grandes complejidades y un sin número de problemas que afecta a los usuarios de esta avenida.

Para el gobierno autónomo del cantón Riobamba, la movilidad se ha constituido en un eje de mayor importancia puesto que es una situación incómoda para la ciudadanía, quienes exigen soluciones inmediatas

Por tal motivo esta solicitud ha sido asignada para tema de tesis para realizar el análisis y su respectiva evaluación de cada uno de los redondeles e intersecciones semaforizadas, cumpliendo las normas y especificaciones regidas por el INEN y HCM. Con el fin de dar una mejor movilidad a los vehículos que transitan por dichos puntos.

2.1. CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO

“Se define capacidad de una sección de carretera como el máximo número de vehículos que tiene una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante un determinado período de tiempo” (Luis Bañón Blázquez, José Beviá García, Manual de carreteras. Volumen 1. Capítulo 6, 2000, pág. 23).

Depende de las características de la vía (geometría y estado del pavimento), del tráfico y de los controles. Además, se deben tener en cuenta las regulaciones de la circulación existente, como limitaciones de velocidad o prohibiciones de adelantamiento, así como las condiciones

ambientales y meteorológicas.

“El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos ya que se considera que el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable” (Transportation Research Board, HCM 2000). Cabe recalcar que la capacidad no se refiere al máximo volumen al que puede darse servicio durante una hora, entonces la capacidad de un sistema vial, es la tasa máxima horaria.

El nivel de servicio, conocidos LOS (por sus siglas en ingles Level Of Service), se define como una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario, (Transportation Research Board, HCM 2000), define 6 niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos, estos niveles están numerados de la A hasta la F en orden de creciente según su nivel de servicio. La ilustración 3 muestra el nivel de servicio en función de la velocidad y volumen.

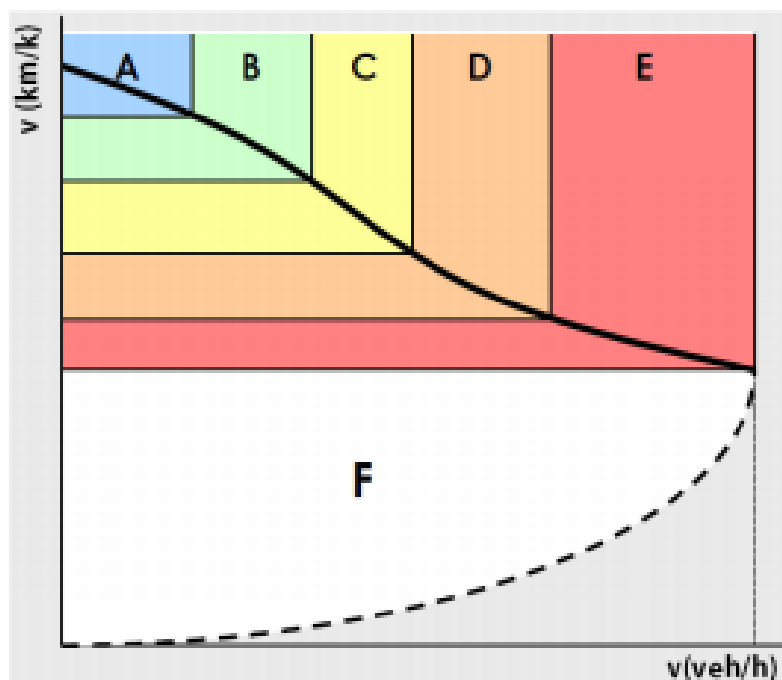


Ilustración 1: Representación de los niveles de servicio en el diagrama de volumen y velocidad.

Fuente: Luis Bañón Blázquez, José Beviá García. Manual de carreteras Volumen 1. Capítulo 7, 2000, pág. 6.

2.2. CALLES URBANAS

Son calles con alta densidad de puntos de acceso, estos son generalmente realizados con zonas de parqueo a lado de la carretera. Tiene mayor volumen vehicular y cuenta con la más alta densidad de señalización. El límite de velocidad es de 50 km/h.

En las calles céntricas se crean discontinuidad de flujo de tráfico por conflictos peatonales y obstrucciones por paradas de taxis, autobuses, pequeños camiones y estacionamientos de vehículos.

La ilustración 1 muestra el nivel de servicio en función de la velocidad y volumen.

2.2.1. Características de flujo

El HCM 2000, señala tres factores que intervienen en las velocidades de los vehículos en vías urbanas los cuales son:

1. El ambiente de la calle donde incluye las características geométricas de la calle, tipo de actividad en la carretera. Por el ambiente refleja el número y anchura de los carriles, tipo de medio, punto de acceso, existencia de estacionamientos, actividad peatonal, límite de velocidad.
2. Las intersecciones entre los vehículos está determinada por la densidad del tráfico, la cantidad de vehículos, buses y autos. Esto afecta en el flujo de los vehículos en intersecciones y entre señales.
3. Control de tráfico (incluida las señales y signos) obliga a una parte de todos los vehículos a reducir la velocidad o detenerse. Los retrasos y cambios de velocidad provocadas por los dispositivos de control de tráfico reducen las velocidades continuas del vehículo; sin embargo, estos controles son necesarios para establecer el derecho de paso (preferencias).

2.3. INTERSECCIONES

Según Juan Cueva (2012, pág. 24.) las intersecciones son básicamente el cruce de dos o más caminos, por lo que son puntos de conflictos entre los vehículos que cruzan. La capacidad de las intersecciones, controla la capacidad de las calles que se intersecan en estas, por esto es importante maximizar su seguridad y capacidad.

Las intersecciones según su forma pueden dividirse básicamente en:

- Intersecciones en T.

- Intersecciones en Y
- Intersecciones en Cruz.
- Escalonada.
- Multivías.

Además se las puede clasificar de la siguiente manera:

- Sin control.
- Con control de prioridad (Pare, Seda el paso).
- Redondeles.
- Controladas por semáforos.
- A desnivel.

2.3.1. Intersecciones de prioridad.

La mayoría de intersecciones en la ciudad de Riobamba son intersecciones de prioridad, estas son controladas por señales de pare en la calle secundaria, ofrecen ventaja de no retrasar al tráfico que viaja por la calle principal, sin embargo solo son aplicables a calles con pequeños flujos de tráfico, si el flujo en la calle principal crece de modo que crea congestión y demoras excesivas será necesario considerar la colocación de semáforos.

2.4. REDONDELES

Fueron introducidos por primera vez en Reino Unido en la década de 1920 y su funcionamiento consistía en que vehículos entrantes y circulantes tenían la misma prioridad.

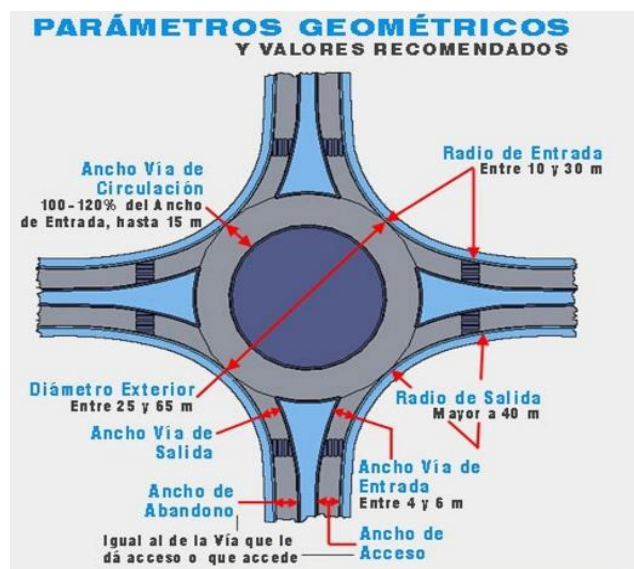


Ilustración 2: Características geométricas de un redondele

Website: <http://www.cadbim3d.com/2015/12/anatomia-de-una-rotonda.html>

En la década de 1960 por los mayores volúmenes de tráfico hubo problemas de bloqueo, se adopta el “cede el paso” obligatorio dando nacimiento a redondeles modernos, la capacidad ya no es gobernada por los enlaces internos.

Los redondeles son intersecciones canalizadas en las cuales los vehículos son guiados en un camino circulatorio de un sentido. Las entradas en estas intersecciones son de prioridad, controladas por señales de ceda el paso, dando prioridad a los vehículos que se encuentran en circulación en el redondel.

Los redondeles permiten un intercambio seguro de tráfico proveniente de diferentes flujos con una mínima demora, la eficiencia sin embargo depende de la habilidad de los conductores para aprovechar los espacios entre los vehículos que se encuentran circulando en el redondel.

El uso de redondeles se considera más efectivo cuando se tienen las siguientes características:

- Altos volúmenes de vehículos que giran a la izquierda.
- Cuando no es practico destacar a una calle como principal y a la otra como secundaria.
- Si se han presentado varios accidentes debido a las vueltas en la intersección
- Si se tiene una intersección de prioridad que resulta en demoras excesivas para la calle de menor tráfico.
- Si es que un redondel resulta en demoras menores que los semáforos
- Si es que hay cambios significativos en el número de carriles de las calles que se intersecan.

Al contrario, el uso de redondeles se considera inadecuado en sitios con las siguientes características:

- Donde no exista suficiente espacio o la topografía no permita la implantación de un redondel.
- Donde los flujos de tráfico sean muy desproporcionados y no se desee causar demoras innecesarias.
- Donde existan volúmenes considerables de peatones y de ciclistas, ya que los redondeles no son apropiados para estos usuarios y se les debería dar prioridad.

- Donde se sepa con anticipación que los carriles puedan ser invertidos durante horas pico.
- Si la intersección de interés se encuentra entre intersecciones con semáforos que pueden crear colas hacia el redondel.

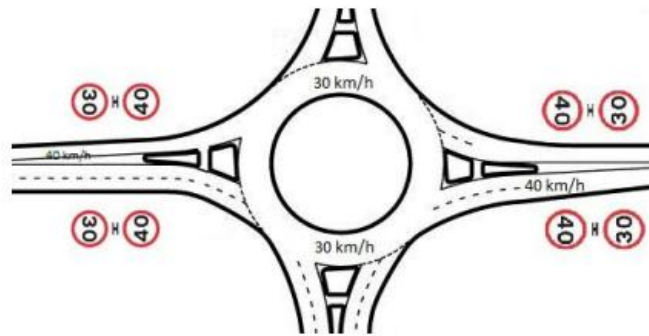


Ilustración 3: Colocar señalización adecuada de los límites de velocidad que deben circular los conductores en un redondel

Fuente: Gráfico (Tesis Juan Cueva, 2012, pág.28).

2.4.1. Tipos de redondeles

En Inglaterra se usan tres tipos de redondeles que son el normal, mini y redondel doble. En nuestro medio se utilizan los redondeles normales que se consideran con un diámetro mínimo de 4m. Se debe tener en la mente de que los redondeles son concebidos como intersecciones de autocontrol, por lo que cualquier medida que se tome para mejorar sus condiciones de operación debe ser escogida tomando este concepto en cuenta.

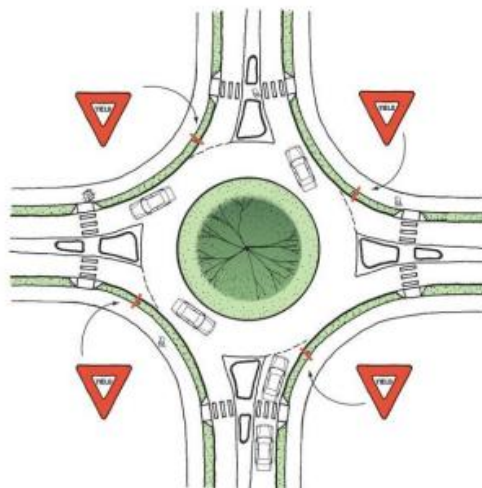


Ilustración 4: Señalización típica en una intersección con redondel.

Fuente: Gráfico (Tesis Juan Cueva, 2012, pág.29).

2.4.2. Movimiento en redondeles.

La circulación de un vehículo dentro de un redondel, genera puntos de conflicto, con otros vehículos así como con peatones y ciclistas los cuales son:

- Puntos de conflicto que se generan con los peatones por lo que se debe señalar apropiadamente el cruce peatonal y concientizar a los conductores sobre la preferencia de los peatones.
- Puntos de conflicto que generan los ciclistas con los peatones y con los vehículos, se considera que los ciclistas deberían circular las mismas restricciones que los vehículos

Dentro de un redondel, según el destino se deberá seguir un determinado carril, estos movimientos podrían ser controlados de modo que no se produzcan conflictos dentro de la intersección.

2.4.3. Análisis de redondeles.

2.4.3.1. Capacidad

La capacidad de aproximación a un redondel puede ser calculada con la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Método Británico (TRRL) empírico.

$$Q_e = k (F - F_c * Q_c)$$

Donde:

Q_e = Capacidad de entrada, vehículos / hora.

Q_c = Flujo circulante en conflicto, vehículos / hora.

F_c , F , k = Constantes que dependen de la geometría de cada rotonda (redondel).

Fórmulas para el cálculo de las constantes F_c , F , k .

Ecuación 2: Constante k .

$$k = 1 - 0.00347 \phi - 30 - 0.978 \frac{l}{r} - 0.05$$

Donde:

ϕ = Ángulo de entrada

r = Radio de entrada.

l= longitud efectiva de ensanchamiento

- **Cálculo de medida de agudeza de ensanchamiento S.**

Ecuación 3: Agudeza de ensanchamiento S.

$$S = 1.6 * \frac{(e - v)}{l}$$

Donde:

e= Ancho de entrada.

v= Ancho medio en aproximación.

- **Cálculo de la constante X₂.**

Ecuación 4: Constante X₂.

$$X_2 = v + \frac{e - v}{1 + 2S}$$

Donde:

e= Ancho de entrada.

v= Ancho medio en aproximación.

S= Medida de agudeza del ensanchamiento.

- **Cálculo de la constante F.**

Ecuación 5: Constante F.

$$F = 303X_2$$

- **Cálculo de la constante M.**

Ecuación 6: Constante M.

$$M = \exp\left(\frac{D - 60}{10}\right)$$

Donde:

D= Diámetro del redondel en metros.

- **Cálculo de la constante t_D .**

Ecuación 7: Constante t_D .

$$t_D = 1 + \frac{0.5}{1 + M}$$

- **Cálculo de la constante F_c .**

Ecuación 8: Constante F_c .

$$F_c = 0.210 t_D (1 + 0.2X_2)$$

2.4.3.2. Intervalo crítico y tiempo continuo

“Los estudios en países desarrollados indican un rango de los valores de rango crítico y el tiempo continuo para el análisis, con estimación razonable de la capacidad de un redondel” (Luis Fernando Díaz Vargas, 2009, pág. 32.), en la tabla 1, se observa los rangos recomendados.

Tabla 1: Intervalos críticos y tiempos continuos.

Geometría de un redondel	Intervalo crítico (s)	Tiempo continuo (s)
Gran diámetro	4.1	2.6
Pequeño diámetro	4.6	3.1

Fuente: Luis Fernando Díaz Vargas, 2009, pág. 32.

2.4.3.3. Flujos conflictivos

Los flujos de conflicto son calculados para evaluar el volumen en un periodo de 15 minutos de los vehículos que pasan frente a los vehículos que entran. Para el caso de redondeles, es necesario convertir los movimientos de giro de la intersección en flujo circular que está dentro del redondel.

Los redondeles pueden ser usados con frecuencia para facilitar los movimientos en “U” en la ilustración 5, se puede observar los puntos conflictivos entre un redondel y una intersección sin semáforo.

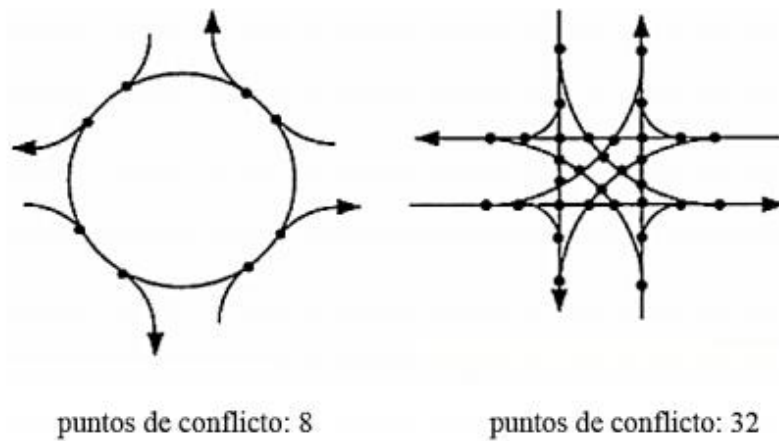


Ilustración 5: Puntos de conflicto en un redondeo y una intersección no semaforizada.

Fuente: Luis Fernando Díaz Vargas, 2009, pág. 23.

2.4.3.5. Demoras en redondeles.

Según el HCM 2000 las demoras pueden ser calculadas con la siguiente fórmula:

Ecuación 9: Demoras en redondeles

$$D = \frac{3600}{C} + 900T * \frac{V}{C} - 1 + \frac{\frac{V}{C} - 1}{\frac{V}{C} - 1}^2 + \frac{\frac{3600}{C} \frac{V}{C}}{450T}$$

Fuente: HCM 2000.

Donde:

D: demora promedio en seg/veh

T: período de modelación (0.25 para 15 minutos).

V: volumen de entrada (brazo de aproximación).

C: capacidad de entrada (brazo de aproximación).

2.5. VOLUMEN DEL TRÁNSITO.

2.5.1. Estudios que se realizan para el cálculo del TPDA.

Para realizar un estudio del volumen de tránsito es necesario tomar en cuenta los factores vehiculares y humanos. Según Transportation Research Board, HCM 2000 indica que existen tres componentes que afectan a conducción: el vehículo, la carretera y el conductor. A continuación se presenta las características de flujo de tráfico.

- Características del motor del vehículo.
- Características del conductor.
- Características de los peatones.
- Características de los ciclistas.
- Características de buses.

2.5.2. Volumen y tasa de flujo.

El volumen y la tasa de flujo son dos medidas que cuantifican la cantidad de tráfico que pasa a un punto en una pista o carretera durante un intervalo de tiempo dado.

Estos términos tienen la siguiente definición:

Volumen.- es el número total de vehículos que pasan por encima de un punto “**p**” sección de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado; los volúmenes se pueden expresar en términos de periodos anuales, todos los días, cada hora o en una sección de hora.

Taza de flujo.- es el número de vehículos que pasa por un punto o sección de una calle o carretera durante un determinado un intervalo de tiempo que sea inferior a una hora, por lo general 15 minutos, que se expresa como una taza como hora equivalente.

2.5.3. Demanda y volumen.

“La demanda a largo plazo se refiere a los vehículos que llegan, mientras que el término de volumen se refiere a los vehículos que salen o descarga de vehículos. La demanda vehicular varía durante los meses del año, las semanas, las horas del día e intervalos de congestión en una hora” (Transportation Research Board, HCM 2000).

El flujo vehicular no es constante por más de una hora cuando se tiene el máximo volumen vehicular, por ello el libro HCM 2000, realiza los cálculos basándose en un periodo de tiempo de 15 minutos.

Volumen de tránsito promedio diario TPD según (Cal y Mayor R, James Cárdenas, 2007, pág. 68.) se define como el número de vehículos que circulan por un punto o sección de una vía en un período de tiempo determinado, dividido por el número de días del período. Dicho período debe ser superior a un día en inferior a un año. Este estudio se realiza con el fin de verificar la calidad del servicio que se presta al usuario.

Según Cal y Mayor R, James Cárdenas (2007, pág. 69.) el tiempo de duración se tiene los siguientes volúmenes absolutos:

Tránsito anual (TA)

Cantidad de vehículos que pasan en un año.

Tránsito mensual (TM)

Cantidad de vehículos que pasan en un mes.

Tránsito semanal (TS)

Cantidad de vehículos que pasan en una semana.

Tránsito diario (TD)

Cantidad de vehículos que pasan en una semana.

Tránsito Horario (TH)

Cantidad de vehículos que pasan en una hora.

De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito:

- Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Ecuación 10: TPDA.

$$TPDA = \frac{TA}{360}$$

- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

Ecuación 11: TPDM.

$$TPDA = \frac{TM}{12}$$

- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

Ecuación 12: TPDS.

$$TPDA = \frac{TS}{7}$$

Los volúmenes de tránsito deben ser considerados como dinámicos donde es fundamental conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de demanda, en las horas del día, en los días de la semana y meses del año. Las variaciones por lo general son rítmicas y repetitivas. Si conocemos sus características podemos relacionar los volúmenes de un tiempo y lugar con otros de otro tiempo y lugar.

2.6. INTERSECCIÓN CON SEMÁFOROS

La semaforización como parte de la rama de ingeniería civil trata sobre la planificación, diseño y operación en tráfico en vías, carreteras y autopistas consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente tanto de personas como de bienes. Es importante mencionar que estos dispositivos fueron diseñados para el control y regulación del tráfico, haciendo así más segura la vía o intersecciones para los usuarios.

Pero para que un sistema semafórico cumpla con su función debe llevarse a cabo una investigación profunda de ingeniería de tránsito, como lo mencionan las normas INEN. Según las normas (INEN, 2012, pág. 8) una intersección semaforizada debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Promover un movimiento ordenado y seguro de tránsito.
- Optimizar los flujos vehiculares en una intersección, cuando se usan las medidas de control y diseño apropiadas.
- Reducir la frecuencia de ciertos tipos de accidentes, especialmente aquellos de ángulo recto.
- Promover un movimiento continuo o progresivo del tránsito a una velocidad definida a lo largo de una ruta.
- Interrumpir volúmenes vehiculares de tránsito a intervalos pertinentes para permitir que el otro tránsito vehicular o peatonal pueda cruzar la intersección.
- Proporcionar seguridad vial y peatonal.

Para la instalación y estudio de semáforos en una intersección, se debe tener en cuenta varios factores, estos deberán incluir un análisis de los factores relacionados con la operación y seguridad existentes en el lugar de estudio y el potencial de mejorar las condiciones entre estos factores tenemos, los volúmenes de tránsito que entran en la intersección, volúmenes clasificados por giros (giro a la derecha, giro a la izquierda y recto), volúmenes peatonales, límites de velocidad, accesos a vías principales, volúmenes peatonales, cruces peatonales escolares, conservación de progresión, frecuencia de accidentes, y diagrama físico de la intersección donde indique toda las características geométricas de la misma.

El sistema convencional de control de tráfico con tiempos fijos es uno de los más populares y viejos sistemas en el mundo. El controlador de este tipo de semáforos repiten tiempos de fases preestablecidos derivados de análisis de patrones de tránsito históricos.

Con el desarrollo de la tecnología, se han desarrollado métodos de programación de semáforos para ajustar los tiempos de señal para diferentes fases conforme a los datos de tránsito en tiempo real.

Según el Manual de capacidad para las carreteras HCM (Transportation Research Board, 2005); el mejoramiento de las señales de tránsito pueden incrementar la capacidad de una intersección. Dicho mejoramiento se puede alcanzar por medio de cambios en las fases de los semáforos y un control de tránsito coordinado

2.6.1. Metodología.

La metodología que propone HCM 2000 se presenta en la ilustración 8, en el análisis se debe tomar en cuenta una amplia variedad de condiciones que prevalecen, incluida la cantidad y distribución de movimientos de tráfico, la composición del tráfico, características geométricas, y los detalles de la intersección.

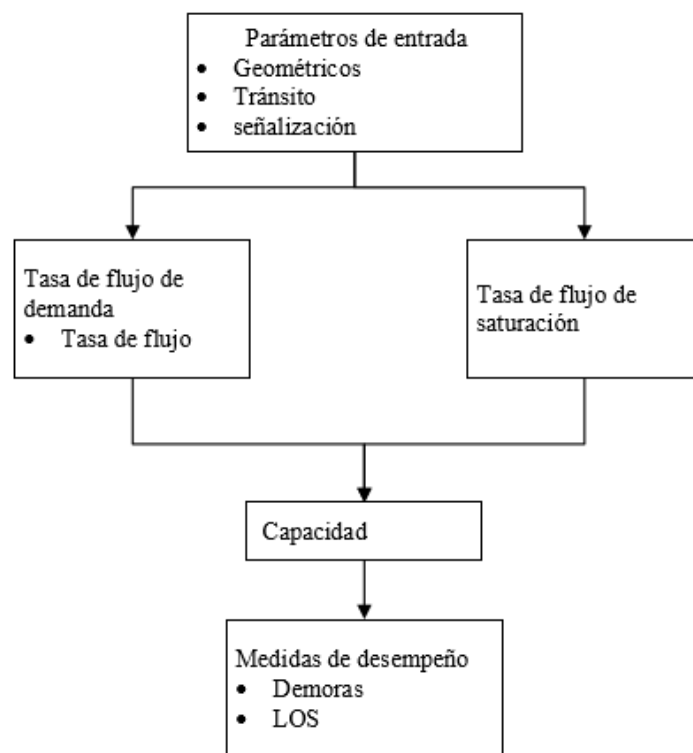


Ilustración 6: Metodología de análisis de intersecciones semafóricas

Fuente: Transportation Research Board, HCM 2000. Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

Para el entendimiento de la metodología a utilizarse en la sincronización de los diseños semafóricos de las intersecciones en estudio de este proyecto es necesario conocer el significado de los términos utilizados en la misma:

2.6.2. Términos básicos

- **Sistema semafórico.-** es el “conjunto de dispositivos de señalización luminosa interconectados y comunicados entre sus elementos y componentes, que sirven para regular el tránsito en forma segura en una red vial” (INEN, 2012, pág. 7).
- **Rojo intermitente.-** los conductores deben de detenerse obligatoriamente y proseguir con precaución a través de la intersección solamente si no hay peligro de colisión con otro vehículo o atropello a peatón.
- **Ciclo semafórico.-** es el tiempo necesario para que se complete una sucesión de indicaciones en los semáforos.
- **Fase semafórica.-** es la parte del ciclo que asignan el derecho de paso a un movimiento o un conjunto de movimientos específicos siempre y cuando estos no sean conflictivos.
- **Intervalos semafóricos.-** son los tiempos sucesivos de las luces de un semáforo.

- **Intervalos semafórico de despeje.-** es el tiempo de determinación de un movimiento en aproximación, comprende el tiempo amarillo más el todo el tiempo rojo.
- **Aproximación.-** es el conjunto de carriles de una intersección que a los que arriban los vehículos para los respectivos movimientos.
- **Grado de aproximación.-** es el grado de una intersección expresado en porcentaje, con valores positivos cuando es ascendente y valores negativos cuando son descendentes.
- **Giro protegido.-** es el que tiene el derecho de paso y no debe ceder el paso a otros movimientos conflictivos como vehículos o peatones.
- **Giro permitido.-** debe ceder el paso al tráfico opuesto o movimientos peatonales conflictivos.
- **Demanda.-** es el número de usuarios que pasan por la vía durante un determinado tiempo, estos pueden ser vehículos o cualquier tipo, bicicletas o peatones es expresada en vehículos sobre hora.
- **Flujo de saturación.-** es la tasa de flujo de cada hora a la cual pueden atravesar los vehículos haciendo cola bajo condiciones prevalecientes y asumiendo que la señal de verde está disponible y no existen pérdidas. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 61).
- **Tasa de flujo.-** “es el número promedio de vehículos que pasan por un punto dado durante un intervalo de tiempo menor que 1 hora, usualmente son 15 minutos. Expresado en vehículos por hora o vehículos por segundo, es importante resaltar que la tasa de flujo no es efectivamente el número de vehículos que pasan durante una hora completa”. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 87).

$$Tasa\ de\ flujo\ q = \frac{Número\ de\ vehículos\ (N)}{Tiempo\ específico\ (15\ min)(T)}$$

- **Flujo hora pico (PHF).-** estos valores se pueden calcular el factor hora pico, esta es la relación el volumen total por hora y la tasa de flujo máximo calculada por hora.

$$PHF = \frac{Volumen\ por\ hora\ (Q)}{Tasa\ de\ flujo\ (hora\ pico)(q)}$$

El HCM 2000 afirma que una vez conocido el PHF se puede a este convertir en volumen hora pico con la siguiente ecuación.

$$Tasa\ de\ flujo\ q\ (para\ 15\ min\ pico) = \frac{Volumen\ por\ hora\ pico}{PHF}$$

- **Velocidad media espacial.-** es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de la vía.

$$V_e = \frac{\text{Distancia } (d)}{\text{Tiempo promedio de recorrido } (t)}$$

- **Densidad.-** es el número de vehículos que ocupa cierta longitud de una carretera se la mide en vehículo por kilómetro.

Es importante señalar que la densidad es más utilizada cuando el flujo vehicular es de tipo continuo o no interrumpido.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Tasa de flujo}}{\text{Promedio de velocidades de viaje}}$$

- **Capacidad vial.-** “el máximo de la tasa de flujo donde los vehículos o personas pueden pasar por un punto o un segmento de carril durante un específico período de tiempo y bajo condiciones preestablecidas, expresada en veh/h”. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 59).
- **Headway.-** es el intervalo de tiempo transcurrido entre el paso de puntos homólogos de vehículos consecutivos, por lo general se mide en segundos (Fernández, 2008, pág. 25).

2.6.3. Flujo vehicular.

El análisis del flujo vehicular describe la manera en como circulan los vehículos en un tramo de cualquier tipo de vía y esto a su vez permite determinar el nivel de eficiencia de la operación de la misma. (Cal y Mayor R, 2012, pág. 232).

2.6.3.1. Tipos de flujos de tránsito.

Según el HCM 2002 existen dos tipos de operación de flujo vehicular el continuo y el discontinuo (pág. 85).

El flujo vehicular continuo es aquel que no presenta paradas obligadas en la vía, como por ejemplo semáforos, redondeles o señales de alto y la única interrupción para la circulación es el tráfico alterno de la vía, es decir la circulación vehicular.

El flujo vehicular discontinuo en cambio es aquel que presenta interrupciones que obligan a los vehículos a detenerse o a reducir significativamente la velocidad independientemente de los volúmenes de tránsito que existan, como se había mencionado anteriormente semáforos, ceda el paso, señales de pare, entre otros. Es importante que el estudio del tipo de flujo

vehicular, en una intersección ya que la capacidad es limitada no solo por el espacio físico de una intersección sino también por el tiempo disponible de movimiento.

2.6.4. Relación de espacio y tiempo entre vehículos

Según el HCM 2000, “Espaciamiento es la distancia entre vehículos sucesivos en un tráfico extremo, medida desde el mismo punto en cada vehículo”, es decir ésta es una distancia y es medida en metros.

Intervalo es el lapso de tiempo entre el paso de los vehículos sucesivos, generalmente expresado en segundos, medido desde el mismo punto en cada vehículo. Según (Cal y Mayor R 2012, pág. 5), para el cálculo del intervalo promedio se puede utilizar la siguiente ecuación.

Ecuación 13: Intervalo promedio.

$$\text{Intervalo promedio} = \frac{1}{\text{tasa de flujo } (q)}$$

2.6.5. Relación entre velocidad, flujo y densidad.

Cualquier flujo de corriente de tránsito puede definirse en término de sus tres variables principales: la tasa de flujo (q), la velocidad (V) y la densidad (K), a estos se los conoce como los principios básicos del flujo de tránsito. “Esta relación se basa en una ecuación fundamental determinada a partir de la ecuación del espacio, y la del intervalo promedio”. (Cal y Mayor R, 2012, pág. 321).

Ecuación 14: Flujo.

$$\text{Flujo } q = \text{velocidad } V * \text{densidad } (K)$$

Según el HCM 2000, para el análisis de una intersección se toma en cuenta a los vehículos que abandonan la intersección, el flujo máximo es el límite de la capacidad de la vía, cuando la demanda excede la capacidad y la cola es creciente es aconsejable el estudio de la vía unos kilómetros antes de la misma (pág. 90).

2.6.6. Modo de operación de las intersecciones semafóricas.

Para los modos de operación de las intersecciones semafóricas se definirá tres tiempos los tiempos fijos, semi-actuados y actuados. (Federal Highway Administrator, 2009, pág. 489). Los tiempos fijos son aquellos que no varían y sus secuencias siempre es la misma, es decir no se toma en cuenta a ningún controlador produciendo un ciclo constante, en cuanto a los tiempos semi-actuados permite la inclusión o exclusión de uno o más movimientos dentro de

la secuencia, estos deben ser estados de tiempo fijo y por último los tiempos actuados son aquellos cuyos tiempos varían dependiendo del volumen de tráfico existente, este trabaja con sensores instalados, es decir la sincronización semafórica de todas las aproximaciones de una intersección, será influenciada por los sensores.

2.6.7. Puntos de conflicto en una intersección semaforizada.

Los puntos de conflicto en una intersección semaforizada se describe en la ilustración 7, en este se puede observar los puntos de conflicto que se produce debido a las divergencias, convergencia y puntos de cruce que experimentan los vehículos dentro de una intersección.

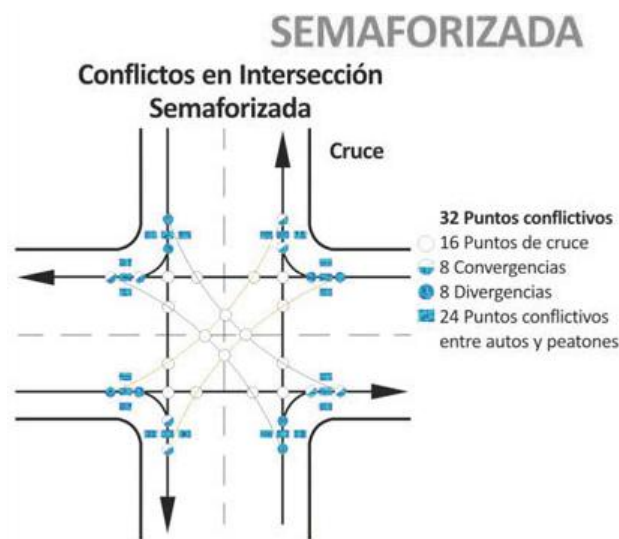


Ilustración 7: Puntos de conflicto en una intersección semaforizada.

Webseite: www.merida.gob.mx/transporte/glorietas.htm

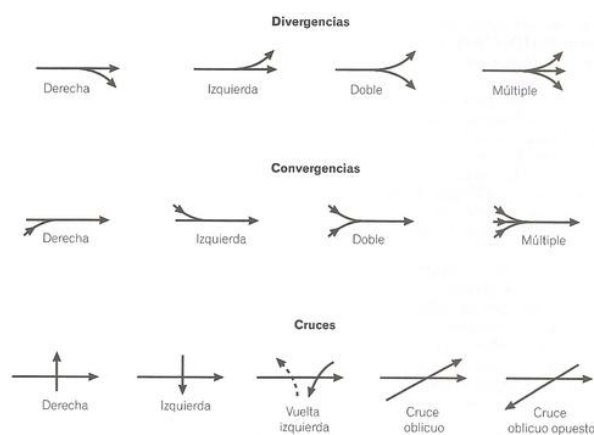


Ilustración 8: Divergencias y convergencias.

Fuente: RR STUDIO ARQUITECTURA Y DISEÑO, 2013. Obtenido de <http://rr-studio.tumblr.com/post/4868450223/conceptos-b%C3%A1sicos-devialidad>

Todas las intersecciones semaforizadas requieren cambios o mejoras, ya que a medida que pasa el tiempo las condiciones de la intersección cambia, por ejemplo los flujos vehiculares pueden aumentar, es por esto que se debe realizar cambios en la sincronizaciones semaforicas estos deben coincidir con las condiciones actuales de la intersección, para la sincronización semaforica se requiere conocer aspectos como la geometría de la intersección que sería un dato inalterable, y la composición del tránsito que sería un dato variable.

2.6.8. Principales características de flujo dentro de una intersección semaforizada.

Es necesario comprender que el verde efectivo no es lo mismo que el tiempo de verde, al igual que el rojo efectivo, la diferencia radica en la duración de sus tiempos, verde efectivo es el tiempo en el cual un grupo de carriles pueden proceder, rojo efectivo es el tiempo en el cual los vehículos de un grupo de carriles están direccionados a estar parados. El tiempo de rojo y verde constituye al período de tiempo asignado en el ciclo semaforico para cada uno.

Ecuación 15: Verde efectivo

$$g_i = G_i + e - L_1$$

Según el HCM 2000 se experimentan dos tiempos perdidos, tanto al inicio como al final de cada movimiento, al inicio l_1 se los conoce como start-up (puesta en marcha), como su nombre lo indica éste describe el tiempo que se pierde mientras los vehículos arrancan; para el tiempo perdido final se consideran dos tiempos de extensión del verde efectivo (e) y el tiempo de desalojo (L_2). La sumatoria de l_1 y L_2 resulta el tiempo perdido por movimiento (t_L), para condiciones normales se asuma que l_1 y e es de 2 segundos. Entonces resultaría la siguiente ecuación:

Ecuación 16.: Amarillo

$$Y_i = L_2 + e$$

Ecuación 17: Tiempo perdido.

$$t_L = L_2 + l_1$$

De la fusión de estas ecuaciones resulta la siguiente ecuación:

Ecuación 18: Tiempo perdido.

$$t_L = Y_1 + l_1 - e$$

Fuente: National Academy of Science, 2000, pág. 161.

2.6.9. Tipos de movimientos.

“Existe tres acciones que las fases semafóricas pueden proveer para el derecho de paso estas pueden admitir movimientos protegidos, permitidos e impedir movimientos de giro”. (National Academy of Science, 2000, pág. 163).

Protegido se refiere a tener el derecho de paso absoluto sin la necesidad de ceder el paso a otros movimientos conflictivos. El HCM 2000 sostiene que “un movimiento protegido es aquel que se hace sin conflicto, ya sea peatonal, de flujo de bicicletas o flujo vehicular”.

Permitido es aquel que admite el paso a más de un movimiento vehicular, es decir es necesario cruzar con precaución la intersección, y si es necesario ceder el paso al tráfico opuesto o movimiento peatonales conflictivos.

Según el HCM 2000, “los giros permitidos es aquel que se hace, pero presenta conflicto ya sea peatonal, de flujo de bicicletas, o de flujo vehicular opuesto”.

2.6.10. Parte una fase semafórica según el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

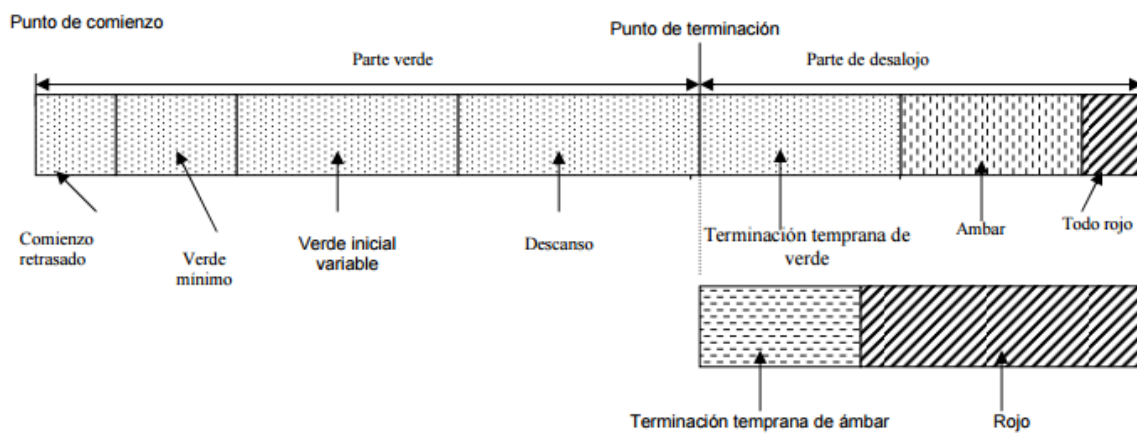


Ilustración 9: Partes de una fase semafórica.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, 2012, pág. 90.

Según el INEN 2012 parte 5, las partes de una fase semafórica son las que se observan con mayor detenimiento en la ilustración 11, estas presentan ciertas modificaciones en comparación con lo antes mencionado del HCM 2000, pero estas variaciones no perjudican en ningún sentido el análisis de la sincronización semafórica.

El periodo de arranque o comienzo de retraso como el tiempo que se le va a mantener en rojo a un grupo de señal (semáforo) al comienzo de la fase con el fin de evitar puntos de gran conflicto. El verde mínimo es el tiempo utilizado para asegurarse que el tiempo de verde es seguro. El tiempo de verde inicial variable y el periodo de descanso es solo utilizado cuando hay detectores vehiculares y es el tiempo que se le da a los vehículos para que comiencen a moverse sobre estos y el período de longitud variable. El desalojo de los vehículos consta de terminación temprana de verde, que permite la terminación progresiva de la fase, amarillo y todo rojo que es el período de desalojo seguro de los vehículos antes de empezar con otra fase.

2.6.11. Flujo de saturación.

Es el parámetro básico usado para obtener la capacidad de la vía, estos esencialmente se determina sobre la base de los mínimos avances que un grupo de carriles puede sostener a través de una línea de pare con los vehículos que salen de la intersección; el flujo de saturación será analizado por cada grupo de carril de cada intersección.

2.6.12. Tratamientos de giros izquierdos.

El HCM 2000 provee una metodología para lograr estimar si el giro izquierdo puede ser protegido o solo permitido.

Según la HCM 2000 para la determinación de giros izquierdos protegidos se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- El giro izquierdo protegido se dé si hay más de un carril de aproximación, es decir si hay un carril exclusivo de giro a la izquierda.
- Se puede otorgar el giro izquierdo protegido si hay más de 240 veh/h girando a la izquierda.
- Si el producto del cruce del giro o también conocido como demanda de viraje a la izquierda y el volumen de la línea principal opuesta o flujo opuesto por hora excede el mínimo de los valores de la siguiente tabla. El volumen de la línea principal opuesta es la sumatoria de los vehículos opuestos, pasos rectos y giros a la derecha.

Tabla 2: Valores mínimos de productos de cruce recomendado.

Número de carriles directos	Mínimo producto de cruce (cross-product)
1	50000
2	90000
3	110000

Fuente: National Academy Of Sciences, 2000, pág. 185.

- Comparar la demanda de giros izquierdos con el promedio del número que puede pasar de imprevisto durante el tiempo de amarillo y recomienda que dé si los flujos opuestos no son tan altos, y que el factor equivalente de giros a la izquierda exceda 3.5.

2.6.13. Cálculos de tiempo.

Para el cálculo de tiempos se ha investigado que debemos seguir varios pasos, tomando en cuenta todos los aspectos que se han mencionado en este documento y estos son los siguientes:

- Determinar el plan de fases.
- Establecer grupos de carriles.
- Calcular flujos de saturación.
- Escoger volúmenes críticos.
- Determinar tiempo de ámbar, entre verde y tiempo perdido total.
- Calcular los tiempos del ciclo.
- Calcular tiempos de verde.

2.6.13.1. Determinar el plan de fases.

Este dependerá del número de aproximaciones y giros izquierdos que se realicen en la intersección, es aconsejable utilizar el mínimo de fases posibles, logrando con esto mejorar el tiempo del ciclo semafórico y con esto mejorar los tiempos de viaje del conductor y mejorar los niveles de servicio de la vía. Para la determinación de plan de fases se debe tener en cuenta el estudio realizado para la determinación de giros izquierdos protegidos.

Además debemos tomar muy en cuenta la prohibición de giros izquierdos, ya que es el mayor número de problemas que genera dentro de la intersección.

En la ilustración 10, presentamos un posible diseño de fases que pueden ser utilizadas, estas se las debe seleccionar según la condición de la intersección.

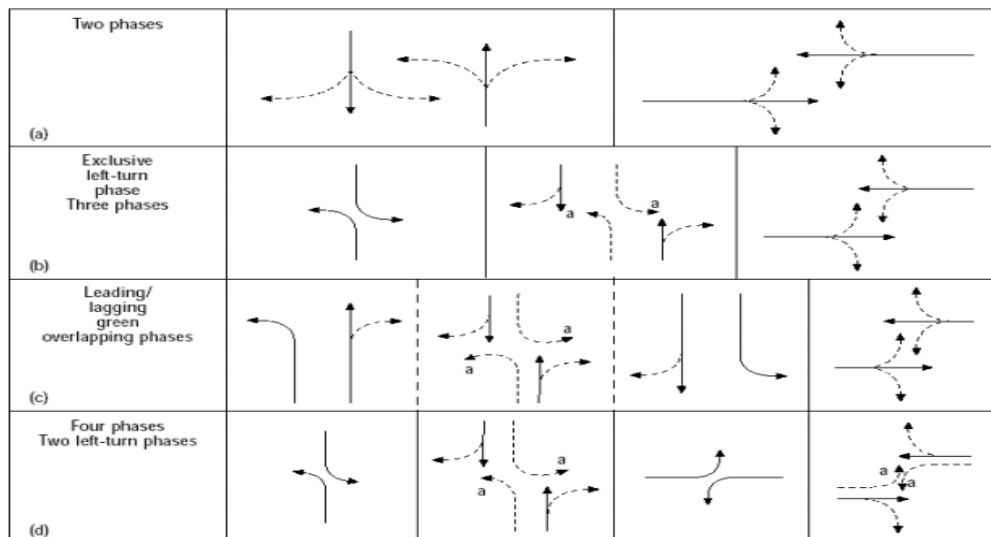


Ilustración 10: Plan de fases.

Fuente: National academy Of Sciences, 2000, pág. 444.

2.6.13.2. Determinación del grupo de carriles.

Una nueva metodología desagregada, considera aproximaciones individuales y grupos individuales de carriles en las aproximaciones, este es un proceso simple que considera la geometría y la distribución de los movimientos, este menor número de grupo de carriles describe la operación de la intersección.

Para los movimientos exclusivos se debe asignar en un solo grupo de carril, como por ejemplo estos son giros exclusivos a la izquierda o derecha y los carriles con igual grado de utilización.

Número de carriles	Movimientos		Posibilidad de grupos de carriles	
1	GI + D + GD		①	
2	GI exc		②	
	D + GD			
2	GI + D		①	
	D + GD		②	
3	GI exc		②	
	D			
	D + GD		③	
GI = GIRO IZQUIERDO D = DIRECTO (A TRAVÉS) GD = GIRO DERECHO				

Ilustración 11: Grupo de carriles.

Fuente: Manual on Uniform Traffic Control Devices.

2.6.13.3. Cálculo del flujo de saturación.

Según el HCM expone un método que parte de la ecuación:

Ecuación 19: Flujo de saturación.

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

Donde:

S: velocidad de flujo de saturación para un grupo de carril sujeto, expresada como un total para todos los carriles en el grupo de carril.

S_o : Velocidad de flujo de saturación de bases por carril.

N: Número de carriles en grupo de carriles.

f_w : Factor de ajuste para el ancho.

f_{HV} : Factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico.

f_g : Factor de ajuste para el grado de enfoque.

f_p : Factor de ajuste para la asistencia de un carril de estacionamiento y aparcamiento y la actividad de aparcamiento.

f_{bb} : Factor de ajuste para bloquear el efecto de los autobuses locales que paran en el ares de intersección.

f_a : Factor de ajuste de tipo de área.

f_{LU} : Factor de ajuste para la utilización del carril.

f_{LT} : Factor de ajuste para giros a la izquierda en grupo de carriles.

f_{RT} : Factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles.

f_{Lpb} : Factor de ajuste de peatones para los movimientos de giro a la izquierda.

f_{Rpb} : Factor de ajuste de peatones para movimientos de giro a la derecha.

2.5.13.3.1. Ajuste por ancho de carril (f_w).

Carril mínimo 2.4m y mayor a 4.8m determinar el uso.

Ecuación 20: Ajuste por ancho de carril.

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

Donde:

W: ancho del carril en metros.

2.6.13.3.2. Ajuste por vehículos pesados (f_{HV}).

Ecuación 21: Ajuste por vehículos pesados.

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

Donde:

%HV: % vehículos pesados

E_T : Factor de equivalencia es igual a 2.

2.6.13.3.3. Ajuste por gradiente (f_g)

Ecuación 22: Ajuste por gradiente.

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

Donde:

%G: % de gradiente (-6%≤G≤10%)

2.6.13.3.4. Ajuste por parqueo (f_p).

Tomar en cuenta 75 metros antes de la línea de pare.

Ecuación 23: Ajuste por parqueo.

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$$

Donde:

N: Número de carriles en el grupo.

N_m : Número de maniobras de parqueo en la hora (8-16 doble vía, 16-32 una vía).

f_p : debe ser ≥ 0.05 .

$f_p = 1$ cuando hay prohibición de parqueo.

2.6.13.3.5. Ajuste por bloqueo de buses (f_{bb}).

75 metros antes o después de la línea pare.

Ecuación 24: Ajuste por bloqueo de buses.

$$f_{bb} = N - \frac{14.4 \frac{N_B}{3600}}{N}$$

Donde:

N: Número de carriles en el grupo.

N_B : Número de buses que paran en la hora.

$f_{bb} \geq 0.05$ y $N_B < 250$.

2.6.13.3.6. Ajuste por tipo de área (f_a).

$$f_a = 0.90 \text{ zonas centrales}$$

$$f_a = 1 \text{ resto de zonas}$$

2.6.13.3.7. Ajuste para la utilización del carril (f_{LU})

Tabla 3: Tipos de movimientos.

Movimientos	N	% vg1	Flu
Directos o compartidos	1	100	1
	2	52.5	0.952
	3	36.7	0.908
Giro izquierdo exclusivo	1	100	1
	2	51.5	0.971
Giro derecho exclusivo	1	100	1
	2	56.5	0.885

Ecuación 25: Ajuste para la utilización del carril.

$$f_{LU} = \frac{V_g}{(V_{g1} * N)}$$

Donde:

V_g = demanda no ajustada en el grupo.

V_{g1} = demanda en el carril mas utilizado.

N: Número de carriles en el grupo.

2.6.13.3.8. Ajustes para giros izquierdos en el grupo de carriles (f_{LT})

Carril exclusivo $f_{LT} = 0.95$

Carril protegido, giro protegido:

Ecuación 26: Ajustes por giros a la izquierda en el grupo de carriles.

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}}$$

Donde:

P_{LT} : Proporción de vehículos girando.

2.6.13.3.9. Ajustes por giros a la derecha en el grupo de carriles (f_{RT})

Ecuación 27: Ajustes para giros a la derecha.

- Carril exclusivo.

$$f_{RT} = 0.85$$

- Carril compartido.

$$f_{RT} = 1 - (0.15P_{RT})$$

- Carril único.

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

2.6.13.3.10. Ajustes por peatones (f_{Lpb}, f_{Rpb})

Ecuación 28: Ajuste por peatones.

- Ajuste giro izquierda

$$f_{Lpb} = 1 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA})$$

- Ajustes por giro derecho

$$f_{Rpb} = 1 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA})$$

2.6.13.4. Determinación del grupo crítico.

Un grupo de carriles será el que regule el tiempo de verde de cada fase, para esto se deberá determinar la mayor razón de flujo.

Ecuación 29: Razón de flujo.

$$Y_i = \frac{v}{s}$$

Donde:

Y_i : Razón de flujo.

V: Volumen veh/h.

S: Flujo de saturación erh/h.

2.6.13.5. Determinación entre el tiempo de entre verde y tiempo total perdido.

El tiempo de amarillo o ámbar alerta a los conductores a detenerse, la ecuación para el cálculo de tiempo de entre verde es la siguiente. (Hoel, 2005, pág. 304).

Ecuación 30: Entre verde-total tiempo perdido.

$$t_{ev} = T + \frac{V}{2a + 2Gg} + \frac{w + l}{V}$$

Donde:

T: Tiempo de reacción se asume que es 1segundo.

V: Velocidad del vehículo (m/s)

a: Desaceleración se asume que es de: 3.05m/s^2

G: Gradiente (1)

g: Gravedad es 9.8m/s^2

w: Ancho de la intersección (m)

l: Longitud de un vehículo se asume que es de 6.1metros.

El tiempo total perdido resultaría de la sumatoria de todos los amarillos y la sumatoria de todos los rojos.

2.6.13.6. Cálculo del tiempo del ciclo óptimo.

Según Webster, para el cálculo del tiempo del ciclo óptimo nos guiaremos en la siguiente ecuación:

Ecuación 31: Tiempo ciclo óptimo.

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

2.6.13.7. Cálculo de tiempo de verde.

Para el cálculo de tiempo de verde nos guiaremos también en la ecuación determinada por Webster en la cual para dos brazos de una misma fase con diferentes razones de flujo (Y_i) la demora mínima se obtiene con la razón crítica sobre el total de los Y_i .

Ecuación 32: Tiempo de verde.

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

2.6.13.8. Capacidad y niveles de servicio de una intersección semaforizada.

- Capacidad de una intersección semaforizada.

Según el HCM 2000, “la capacidad por grupo de carril es la tasa máxima por hora en la que los vehículos pueden razonablemente esperar para pasar a través de la intersección, bajo las condiciones de tráfico determinadas y condiciones de señalización, esta es expresada en veh/h”.

- Nivel de servicio de una intersección semaforizada.

Se define como en término de control de retraso, existen varias maneras de medir el nivel de servicio, por medio de la conformidad del conductor, frustración, consumo de combustible e incremento de tiempos de viaje, generalmente el nivel de servicio es obtenido por el promedio del control de retraso por vehículos, en 15 minutos de periodo de análisis. (National Academy Of Sciences, 2000, pág 164.). El retraso es una medida que depende de ciertas variables, según el HCM 2000 son las siguientes:

- Cantidad de progresión.
- La duración del ciclo.
- Tiempo de verde.
- Taza de relación v/c.

También se debe tomar en cuenta el control de retraso para esto el HCM 2000 determina los siguientes valores que se describirán a continuación:

Tabla 4: Criterios de nivel de servicio.

Criterios de Nivel de Servicio para Intersecciones Semaforizadas		
Nivel de Servicio	Demora por vehículo(s/veh)	Descripción
A	≤ 10	Ocurre cuando el progreso es extremadamente favorable, muchos vehículos llegan durante la fase en verde, muchos vehículos no paran por completo, corta duración del ciclo.
B	$> 10 \text{ y } \leq 20$	Tienen buena progresión y corta duración del ciclo, pero más vehículos paran que en el nivel A.
C	$> 20 \text{ y } \leq 35$	Los ciclos más sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel.
D	$> 35 \text{ y } \leq 55$	La congestión en este nivel es más notable, mayores retrasos, progresión, larga duración del ciclo, o alta tasa de la relación v/c, muchos vehículos paran.
E	$> 55 \text{ y } \leq 80$	Este experimenta un gran retraso que indica una muy mala progresión, largas duración del ciclo, las fallas en los ciclos son frecuentes. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.
F	> 80	Nivel inaceptable, generalmente ocurre sobrecarga, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

Fuente: National Academy Of Sciences, 2000, pág. 164.

CAPITULO III

3, METODOLOGÍA.

3.1. TIPO DE ESTUDIO.

El trabajo de investigación es de tipo aplicada y de campo donde se seleccionaron todas las intersecciones semaforizadas y con redondeles que se encuentran en la circunvalación de la ciudad de Riobamba, por lo que se aplicó: proceso de selección del área de estudio (22 intersecciones semaforizadas y 3 redondeles), registro de datos de campo (23-07-2016), extracción de la información de campo, estimación de la capacidad de carriles en el caso de intersecciones semaforizadas y estimación de parámetros en el caso de intersecciones con redondeles y determinación de los niveles de servicios.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Desde un punto de vista estadístico, se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio. “Si la población es menor a 50, la población es igual a la muestra” (Castro, 2003, pág 69.)

POBLACIÓN:

En nuestro caso, nuestro proyecto requiere información de una observación directa de cada uno de los 3 redondeles y de las 22 intersecciones semaforizadas en estudio, tomando datos de volúmenes de tránsito, flujos vehiculares, giros, características geométricas, actual sincronización semafórica.

MUESTRA:

En nuestro caso, nuestro proyecto requiere información de una observación directa de cada uno de los 3 redondeles y de las 22 intersecciones semaforizadas en estudio, tomando datos de volúmenes de tránsito, flujos vehiculares, giros, características geométricas, actual sincronización semafórica.

3.3. HIPÓTESIS.

El análisis y evaluación de redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba permitirá plantear una propuesta para dar una posible solución al problema de congestionamiento, mejorando así el nivel de servicio de la intersección más crítica.

3.4. OPERACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 5: Operación de variables.

Variable Independiente: REDONDELES E INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS.				
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas e Instrumentos
Determinación de factores que influyen en la funcionalidad de redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba período 2016.	1.1 Ubicación y demarcación de la zona de estudio y conteo de movimientos vehiculares en cada intersección.	1.1.-Conteos de movimientos de tráfico y recopilación de datos de cada redondel e intersección semaforizada.	1.1.1 ¿Vehículos que circulan por la intersección?	Instrumentos de campo. Conteos realizados.
			1.1.2 ¿Las intersecciones tienen o no el diseño adecuado	Toma de datos de cada una de las intersecciones. Registro de datos obtenidos.
	2. Acceder a la información existente en el GAD del cantón Riobamba y del MTOP Chimborazo	2.1.-Revision de archivos existente en la secretaria técnica del Centro de Movilidad y del MTOP.	2.1.1.- ¿Se realizaron estudios previos para la construcción de intersecciones?	Observación directa. Recolección y registro de datos
			2.1.2.- ¿Qué normas y especificaciones se cumplieron en la construcción de la intersección?	Observación directa. Recolección y registro de datos
	3. Tabulación de datos e información recopilada.	3.1.Evaluación del nivel de servicio que presta cada intersección	3.1.1.- ¿Los números de carriles abastecen al tráfico que circulan en cada intersección?	Observación directa. Información obtenida del GAD y MTOP.
			3.1.2.- ¿Los ciclos semafóricos garantizan un buen nivel de servicio a la ciudadanía?	Tabulación e interpretación de datos obtenidos.
			3.1.2.- ¿Es óptimo el nivel de servicio de un redondel?	Tabulación e interpretación de datos obtenidos.

Variable Dependiente: CONGESTIÓN VEHICULAR.				
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas e Instrumentos
Determinación del congestionamiento vehicular de redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba periodo 2016.	1.-Volumen de tráfico de cada intersección. 2.-Cálculo de la hora de máxima demanda. 3.-Cálculo del nivel de servicio de cada intersección.	1.1. Evaluación funcional	1.1.1.- ¿Se realizaron estudios previos para la construcción de intersecciones?	Observación directa. Información obtenida del GAD y MTOP.
			1.1.2.- ¿El diseño actual de las fases semaforicas son las adecuadas para una mejor circulación vehicular?	Análisis de la información recopilada.

3.5. PROCEDIMIENTO

En el presente estudio se va a seguir el siguiente procedimiento para analizar y evaluar cada uno de los redondeles e intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba:

- Ubicación y demarcación de la zona de estudio.
- Conteo de movimientos vehiculares en cada intersección con la ayuda de los estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil el 23 de Julio del 2016, durante 12 horas seguidas en períodos de 15 minutos mediante una observación directa.
- Recolección de datos para obtener las características geométricas de cada una de las intersecciones.
- Cálculo del volumen de tráfico de cada una de las intersecciones de análisis.
- Cálculo de hora de máxima demanda en cada intersección.
- Cálculo de los niveles de servicio de cada una de las intersecciones.
- Diseño de fases óptimas en intersecciones semaforizadas.
- Simulación del tráfico en el software SYNCHRO 8.0 de cada una de las intersecciones.

3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

3.6.1. Diagnóstico situacional.

La movilidad en nuestra ciudad se presenta diariamente desde un punto de origen a un destino, para lo cual se requiere un medio de transporte en nuestro caso vehicular que puede ser liviano, buses y pesados, los mismos que pueden ser públicos o privados, obteniendo así un flujo vehicular en cada intersección.

La falta de un análisis de cada una de estas intersecciones ha provocado que la circulación sea lenta. En la actualidad la avenida circunvalación se encuentra prácticamente dentro de la zona urbana de la ciudad la misma que se la reconstruyo en el año 2015.

Para ejecutar un adecuado estudio, es necesario realizar una estimación de la demanda en cada intersección y sus respectivas características geométricas, para dar así propuestas de mejoras en los ciclos semafóricos que vayan acorde con la demanda de tráfico que existe en cada una de ellas.

La ejecución de este proyecto es importante ya que podemos mejorar el tiempo perdido en cada intersección y con ayuda de las autoridades podemos disminuir o mejorar el caos que surgen por el problema de congestionamiento.

3.6.1.1. Ubicación geográfica y política.

La ciudad de Riobamba capital de la provincia de Chimborazo está situada en el centro del país a 2750 metros sobre el nivel del mar, Norte 9816414; Este 759570, en la región sierra centro. Consta de 5 parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velazco y Yaruquies; y de 11 parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punin, Cubijíes, San Luis, Pungalá y Licán.

3.6.2. Cuento de tráfico por hora en el sector.

Estos conteos se los realiza en cada intersección para determinar el TPDH, la capacidad práctica y los niveles de servicio, estos parámetros son fundamentales para su posterior análisis y evaluación.

Los volúmenes de tráficos horarios tienen como característica principal que son variables, las mismas que pueden llegar a ser representativas y coherentes dependiendo del día de la

semana y el lugar donde se realice el estudio, existen períodos en el día que el tráfico es máximo, mientras que en otros períodos del día decae notablemente, es por esto que es importante la variación de los volúmenes para así determinar la hora de máxima demanda (hora pico).

Para recopilar esta información vamos a colocar estaciones de conteo que la realizamos durante 12 horas divididas en 15 minutos ($T=0.25hr$) en todas las intersecciones obteniendo así los datos que nos determinan la hora pica de dichas intersecciones.

Tabla 6: Volumen de tráfico por hora pico de intersecciones semaforizadas de la circunvalación.

INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	GIRO A LA DERECHA			GIRO A LA IZQUIERDA			RECTO			SENTIDO
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS	73	26	15	39	4	5	462	16	7	N-S
	18	0	0	117	9	15	798	38	16	S-N
	46	8	5	44	0	1	133	1	10	E-O
	190	24	10	298	38	42	181	2	9	O-E
AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA	8	0	0	5	0	1	2	0	0	N-S
	1	0	0	2	5	0	0	2	0	S-N
	3	0	0	10	0	0	416	36	37	E-O
	9	0	0	2	0	0	653	65	37	O-E
AV. BY PASS Y AV. CANONIGO RAMOS	12	0	3	20	8	0	69	0	4	N-S
	83	20	6	170	6	17	-	-	-	S-N
	-	-	-	115	21	6	312	58	37	E-O
	236	44	20	-	-	-	314	29	48	O-E
AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	-	-	-	292	46	36	497	46	22	N-S
	48	3	1	-	-	-	835	47	30	S-N
	235	37	33	97	14	8	-	-	-	E-O
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO	6	0	1	16	3	0	634	37	40	N-S
	22	1	12	40	3	9	685	65	51	S-N
	9	5	12	16	2	5	8	0	2	E-O
	37	0	1	21	1	1	8	1	1	O-E
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA	16	0	0	2	1	1	499	48	40	N-S
	37	2	5	6	1	0	527	83	70	S-N
	57	11	0	192	11	0	0	0	1	E-O
	4	0	0	29	0	0	0	0	0	O-E
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	8	0	0	124	4	5	755	54	49	N-S
	37	0	0	24	0	0	556	43	26	S-N
	158	15	13	149	1	6	20	0	2	E-O
	47	1	2	27	0	2	28	0	1	O-E
AV. PEDRO VICENTE MADONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	-	-	-	35	2	2	682	45	40	N-S
	155	4	5	-	-	-	869	41	48	S-N
	19	3	1	141	1	6	-	-	-	E-O
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE	234	2	8	-	-	-	474	27	4	N-S
	23	0	0	20	0	0	346	29	8	S-N
	36	0	0	552	2	28	-	-	-	O-E

AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	0	0	0	0	0	0	234	3	12	N-S
	276	29	16	0	0	0	860	142	108	S-N
	25	0	0	39	2	1	0	0	0	E-O
	2	0	0	4	0	0	2	0	0	O-E
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO	76	0	2	155	0	3	129	9	1	N-S
	45	0	1	93	0	8	588	3	86	S-N
	37	3	3	41	0	4	181	10	8	E-O
	66	0	0	44	4	1	317	4	34	O-E
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	89	5	33	115	1	15	393	16	78	N-S
	61	1	1	84	5	4	293	13	40	S-N
	119	2	12	83	2	1	357	11	7	E-O
	60	0	5	84	4	7	450	8	4	O-E
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	74	0	1	116	15	4	178	14	10	N-S
	158	28	29	174	18	20	230	13	13	S-N
	121	15	7	104	5	12	75	0	8	E-O
	138	15	3	95	26	15	232	53	20	O-E
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	54	9	27	58	6	34	119	0	40	S-N
	219	2	35	60	6	6	337	57	42	E-O
	35	4	0	177	15	25	80	16	27	O-E
AV. CELSO RODRÍGUEZ Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	61	2	3	153	10	3	43	4	3	N-S
	22	0	7	19	0	5	37	2	4	S-N
	29	1	4	70	13	3	581	4	49	E-O
	16	0	3	123	5	10	429	5	52	O-E
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA	55	0	4	65	0	12	913	6	61	N-S
	16	0	1	8	0	0	762	16	35	S-N
	44	1	5	21	0	0	22	0	0	E-O
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	10	0	0	17	0	0	34	0	2	N-S
	110	0	44	166	5	40	62	0	27	S-N
	3	1	0	157	9	8	578	9	6	E-O
	125	12	23	183	18	48	440	60	45	O-E
AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	158	8	3	-	-	-	552	12	25	N-S
	2	0	0	68	2	8	753	18	19	S-N
	49	4	1	30	0	0	0	0	0	O-E
AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	134	0	3	319	0	9	56	0	4	N-S
	27	0	0	124	12	0	65	8	4	S-N
	246	0	17	49	0	0	496	3	19	E-O
	61	10	1	102	3	0	432	42	2	O-E
AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTÍN TORRES	2	0	0	30	1	3	739	1	11	N-S
	57	0	5	79	0	10	799	7	30	S-N
	39	0	4	83	0	1	3	0	0	E-O
	86	0	0	9	0	0	3	0	0	O-E
AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	140	25	1	10	0	0	764	1	11	N-S
	26	0	5	104	0	2	826	1	21	S-N
	13	0	0	87	0	4	49	8	4	E-O
	38	1	2	72	16	2	27	6	4	O-E
AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	81	1	5	12	1	0	565	27	30	N-S
	64	2	0	59	1	12	699	26	31	S-N
	8	0	0	77	2	0	116	1	0	E-O
	50	0	5	271	4	11	158	3	4	O-E

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 12 de Septiembre del 2016.

Según el HCM 2000 una de las características más críticas del tráfico debe ser calificada para completar un análisis operacional de una intersección. El parámetro que mejor describe esta

característica es el tipo de arribo (AT) para cada grupo de vías, los cuales se describen a continuación:

- **Arribos Tipo 1:** La densidad del grupo contienen más del 80% del volumen de grupo de vías, arribando en el comienzo de la fase roja. Este tipo de arribo es representativo de una red que experimenta muy mala cantidad de progresión como resultado de condiciones tales como sobre optimización de señales en la red.
- **Arribos Tipo 2:** Moderada densidad del grupo arriban en la mitad de la fase roja o un grupo disperso, conteniendo un 40% a 80% del volumen del grupo de vías arribando totalmente fuera de la fase roja. Este tipo de arribo es representativo de una desfavorable progresión.
- **Arribo Tipo 3:** Arribos aleatorios en los cuales el grupo principal contiene menos del 40% del volumen del grupo de vías. Este tipo de arribo es representativo de operaciones aisladas y no interconectadas de intersecciones señalizadas, caracterizada por la alta dispersión del grupo.
- **Arribo Tipo 4:** Moderada densidad del grupo arribando en la mitad de la fase verde o grupo disperso, conteniendo del 40% al 80% del volumen del grupo de vías, arribando fuera de la fase verde. Este tipo de arribo es representativo de una favorable calidad de progresión de dos vías arteriales.
- **Arribo Tipo 5:** Densa a moderada densidad de grupo conteniendo más el 80% del volumen del grupo de vías en el comienzo de la fase verde. Este tipo de arribo es representativo de una altamente favorable calidad de progresión, las cuales pueden ocurrir en rutas con baja o moderada, entradas de calles auxiliares y con una alta prioridad en el tratamiento del plan de tiempo de señales.
- **Arribo Tipo 6:** Este tipo de arribo es reservado para excepcionales calidades de progresión en rutas con características casi ideales de progresión. Esta es representativa con mucha densidad de grupo sobre un número de intersecciones muy cercanas con mínimas o ninguna entrada de calles laterales.

El arribo puede ser observado en campo, pero también puede ser examinado en diagramas espacio-tiempo para la intersección en estudio. Deberá tenerse presente que el valor no excederá a 1.

Tabla 7: Relación entre tipo de arribo y razón de grupo (R_p).

TIPO DE ARRIBO	RANGO DE LA RAZÓN DE GRUPO (R_p)	VALOR POR DEFAULT	CALIDAD DE PROGRESIÓN
1	≤ 0.50	0.333	Muy mala
2	>0.50 y ≤ 0.85	0.667	Desfavorable
3	>0.85 y ≤ 1.15	1.000	Arribos aleatorios
4	>1.15 y ≤ 1.50	1.333	Favorable
5	>1.50 y ≤ 2.00	1.667	Altamente favorable
6	>2.00	2.000	Excepcional

Fuente: Transportation Research Board/HCM Update 2000. Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

3.6.3. Condiciones de semaforización.

Al culminar con el levantamiento de toda la información necesaria debemos realizar un diagrama de fases, duración del ciclo, tiempo de verde y el intervalo de ambar. El mínimo de tiempo de verde para cada fase debe ser indicado y debe ser provisto en el tiempo del semáforo.

3.6.4. Módulo de la tasa de flujo de saturación.

Los cálculos comienzan con la selección de una tasa ideal de flujo de saturación, usualmente 1900 veh/h en tiempo de verde por la vía (HCM 2000) y este valor es ajustado por una variedad de condiciones prevalecientes que no son ideales, todos estos valores de ajuste están dados desde la ecuación 20 a la 28.

3.6.5. Módulo de análisis de capacidad.

La razón de flujo (Y_i) es calculada por la división de la tasa de flujo de saturación (F_{sat}) y el volumen por carril-sentido.

La capacidad de cada grupo de vías es calculada con la ecuación 33:

Ecuación 33: Capacidad de grupo.

$$C = S * \left(\frac{G}{C_o}\right)$$

La razón v/c para cada grupo de vías es calculada directamente de la división del volumen vehicular y la capacidad calculada anteriormente C en la ecuación 34

Ecuación 34:

Ecuación 34: Cálculo de X.

$$X = \frac{\text{volumen vehicular } (v)}{\text{capacidad del grupo de carril } (C)}$$

El parámetro de capacidad final de interés, es la razón crítica (v/C), X_c , para la intersección. Esta es calculada con la siguiente ecuación:

Ecuación 35: Cálculo de X_c .

$$X_c = \frac{\frac{v}{S} * C_o}{C_o - L}$$

La razón indica la proporción de capacidad disponible que puede ser utilizada por los vehículos en el grupo de vías críticas.

Si la razón excede 1.0, uno o más grupo de vías críticas están sobre saturadas. Una razón por encima de 1.0 es un indicativo que el diseño de la intersección, duración del ciclo o plan de fases es inadecuado, o las tres son inadecuadas para la demanda.

Una razón menor que 1.0 indica que el diseño, duración del ciclo y el plan de fases es adecuado para manejar los flujos críticos teniendo una capacidad que excede a la demanda.

Para el cálculo de la razón crítica (X_c) requiere que los grupos de vías críticas sean identificados. Un grupo de vías tendrá la mayor intensidad de demandas y será el que determine la cantidad de verde necesario.

3.6.6. Módulo de nivel de servicio.

El nivel de servicio está directamente relacionado al valor de control de demora como se muestra en la tabla 5. El control promedio de demora por vehículo para un grupo de vías está dado por:

Ecuación 36: Nivel de servicio.

$$d = d_1 * PF + d_2 + d_3$$

Donde:

D_1 = componente del control uniforme de demora asumiendo arribos uniformes, seg/veh.

PF= factor de ajuste de progresión uniforme de demora que considera los efectos de progresión de la señal sobre la demora.

D_2 = Componente incremental de demora para considerar el efecto aleatorio y sobre saturación de filas, ajustado para la duración del periodo de análisis y el tipo de control de señal, seg/veh.

D_3 = demora por demanda residual para considerar la sobre saturación de filas que pueden tener existencia antes del período de análisis, veh/seg.

Demora uniforme d_1 .- Está basada en el primer término de la formulación de la demora de Webster's y es ampliamente aceptado como un procedimiento de cálculo de la demora para casos idealizados de arribos uniformes.

Ecuación 37: Demora uniforme d_1 .

$$d_1 = \frac{0.50 * Co(1 - \frac{G}{Co})^2}{1 - \min 1, X * G/Co}$$

Donde:

Co = Duración del ciclo en segundos.

G = Tiempo de verde efectivo, seg.

X = Razón v/C o grado de saturación para el grupo de vías.

El factor de ajuste de progresión, PF, una buena progresión de señal resultara en una alta proporción de vehículos arribando en verde por lo contrario el porcentaje de vehículos arribando en verde tendrá un bajo porcentaje.

El valor de progresión puede ser asignado mediante la siguiente tabla.

Tabla 8: Factores de ajuste de progresión (PF)

FACTOR DE AJUSTE DE PROGRESIÓN (PF) PF = (1 - P) *fp/(1 - G/Co)						
	TIPO DE ARRIBO (TA)					
	TA-1	TA-2	TA-3	TA-4	TA-5	TA-6
0.2	1.167	1.007	1	1	0.833	0.75
0.3	1.286	1.063	1	0.986	0.714	0.571
0.4	1.445	1.136	1	0.895	0.555	0.333
0.5	1.667	1.224	1	0.767	0.333	0
0.6	2.001	1.395	1	0.576	0	0
0.7	2.556	1.653	1	0.256	0	0
Default, fp	1	0.93	1	1.15	1	1
Default, Rp	0.333	0.667	1	1.333	1.667	2

Fuente: Transportation Research Board HCM 2000. Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

Arribos tipos 3 pueden ser asumidos para todos los grupos de vías no coordinadas. Los movimientos hechos desde vías exclusivas de volteo a la izquierda sobre fases protegidas no son usualmente provistas con una buena progresión, los arribos tipo 3 son usualmente asumidos para volteos a la izquierda coordinados.

Para nuestro estudio hemos determinado que nuestro tipo de arribo es de tipo 3, por lo que el factor de ajuste de progresión (PF) es igual a 1.

Demora incremental d_2 .- esto depende de la relación volumen capacidad del grupo de vías (X), la duración del periodo de análisis $T=0.25$, la capacidad del grupo de carril (C) y el tipo de señal reflejado por el parámetro de control **k**. Finalmente, el término de incremento de demora es válido para todos los valores de X incluyendo sobresaturaciones altas en los grupos de carriles, donde la expresión para d_2 es:

Ecuación 38: Demora incremental d_2 .

$$d_2 = 900 * T * (X - 1) + \frac{(X - 1)^2 + \frac{8 * K * I * X}{C * T}}{2}$$

Donde:

T= Duración del período en análisis, horas.

k= Calibración del incremento de retraso.

I= Factor de ajuste del filtrado dividido para la medición aguas arriba.

C= Capacidad de grupo de carril.

X= Relación volumen-capacidad.

Calibración del incremento del retraso (k).- para señales pre temporizadas, un valor de $k=0.50$ es usada en el cálculo. Este valor está basado sobre un proceso de filas con arribos aleatorios y tiempo de servicio uniforme equivalente a la capacidad del grupo de carriles.

Recientes estudios indican que bajas unidades de extensión resultan en bajos valores de k y d_2 , sin embargo, cuando v/Co se aproxima a 1.0 un controlador autoajustable proveerá de una manera similar a un controlador pre ajustado con el máximo ajuste.

Factor e ajuste de filtrado / medición de aguas arriba, I.- el factor de ajuste de incremento de demora I, incorpora los efectos de medición de arribos desde aguas arriba de la señal, para un análisis de señal aislada, un valor de 1.0 debe ser usado.

Demora por demanda residual d_3 .- esto debe tomarse en cuenta cuando desde un período de tiempo previo causa una fila residual que ocurre en el periodo de análisis (T), una demora adicional es experimentada por los vehículos que arriban en los periodos, debido a que las filas residuales deberán primero despejar la intersección. Si este no es el caso, un valor de d_3 de cero debe ser usado.

Demora estimada total.- esta expresada por la siguiente ecuación:

Ecuación 39: Demora estimada total.

$$d_I = \frac{d_A * V_A}{V_A}$$

Donde:

d_I = Retraso de la intersección.

d_A = Retraso por aproximación.

V_A = Tasa de flujo de la aproximación.

Determinación del nivel de servicio.- es directamente relacionado con la demora por vehículo de cada intersección. El nivel de servicio es determinado por la tabla 5.

Posteriormente analizamos y evaluamos cada una de las intersecciones logrando así obtener el nivel de servicio que brindan estas a los usuarios. Con los datos obtenidos procedemos a obtener los ciclos óptimos de las fases semafóricas de cada intersección.

Tabla 9: Criterio de nivel de servicio para intersecciones semaforizadas.

NIVEL DE SERVICIO	CONTROL DE DEMORA POR VEHÍCULO (SEG)
A	≤ 10
B	$>10 \text{ y } \leq 20$
C	$>20 \text{ y } \leq 35$
D	$>35 \text{ y } \leq 55$
E	$>55 \text{ y } \leq 80$
F	>80

Fuente: Transportation Research Board HCM 2000. Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

Cálculo Tipo.

3.6.7 Cálculo del flujo de saturación (Fsat).

Ajuste por ancho de carril (f_w)

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

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

$$f_w = 1$$

Ajuste por vehículos pesados (f_{Hv})

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

$$f_{Hv} = \frac{100}{100 + 10.42\% * (2 - 1)}$$

$$f_{Hv} = 0.999$$

Ajuste por gradiente (f_g)

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

$$f_g = 1 - \frac{2.43\%}{200}$$

$$f_g = 0.999$$

Ajuste por parqueo (f_p).

Nota: cuando existe prohibición de parqueo $f_p = 1$

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$$

$$f_p = 1$$

Bloqueo de buses (f_{bb}).

$$f_{bb} = N - \frac{14.4 \frac{N_B}{3600}}{N}$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * \frac{4}{3600}}{1}$$

$$f_{bb} = 0.984$$

Factor de ajuste por tipo de zona (f_a).

$$f_a = 0.9 \text{ para zonas centricas.}$$

$$f_a = 1 \text{ resto de zonas}$$

$$f_a = 1$$

Ajuste por utilización de carril, para dos carriles $f_{LU} = 0.952$ y para un carril $f_{LU} = 1$

$$f_{LU} = 0.952$$

Ajustes por giros izquierdos protegidos (f_{LT}).

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}}$$

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

$$f_{LT} = 0.952$$

Ajustes por giros derechos (f_{RT}).

$$f_{RT} = 1 - (0.15P_{RT})$$

$$f_{RT} = 1 - (0.15 * 1)$$

$$f_{RT} = 0.85$$

Cálculo del flujo de saturación (Fsat/movimientos)

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

$$S = 1900 * 1 * 1 * 0.999 * 0.9999 * 1 * 0.984 * 1 * 0.952 * 0.952 * 0.85$$

$$S = 1693.3 \frac{veh}{hora}$$

Cálculo del flujo de saturación de la aproximación norte-sur (Fsat total).

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

$$S = 1900 * 2 * 1 * 0.9996 * 0.9999 * 1 * 0.984 * 1 * 0.952 * 0.952 * 0.85$$

$$S = 2845 \frac{veh}{hora}$$

Determinación de la razón de flujo (Yi/movimientos).

$$Yi = \frac{v}{S}$$

$$Yi = \frac{48}{1693.3}$$

$$Yi = 0.028$$

Determinación de la razón de flujo (Yi/carril).

$$Yi = Yi/movimientos$$

$$Yi = 0.028 + 0.146$$

$$Yi = 0.174$$

3.6.8. Flujo de saturación de la intersección 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.

Tabla 10: Intersección 1. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS /GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimien tos	Fsat total (S)	Yi/Movi mientos	Yi/ Carril
48	1		10.42%	4.17%	4	3.6	2.43%	1	1	1900	1.000	0.9990	0.9996	0.9999	1.000	0.984	1	0.952	0.952		1693.134	2845.001	0.028	0.160
485			1.44%		9	3.6	2.43%				1.000	0.9999		0.9999	1.000	0.964					1743.220		0.132	
					7	3.6	2.43%				1.000	0.9999		0.9999	1.000	0.972					1757.686		0.145	
114		1	13.16%		26	3.6	2.43%				1.000	0.9987		0.9999	1.000	0.896					0.850		1375.605	0.083
141	1		10.64%	3.07%	9	3.47	-2.43%	1	1		0.986	0.9989	0.9997	1.0001	1.000	0.964	1	0.952	0.952		1635.860	2927.991	0.086	0.396
852			1.88%		38	3.47	-2.43%				0.986	0.9998		1.0001	1.000	0.848					1512.288		0.309	
					0	3.6	-2.43%				1.000	0.9998		1.0001	1.000	1.000					1808.680		0.212	0.224
18		1	0.00%		0	3.6	-2.43%				1	1.000		1.0000	1.0001	1.000		1.000					0.850	
248	1		6.45%	6.45%	0	3.6	1.30%	1	1	1900	1.000	0.9994	0.9994	0.9999	1.000	1.000	1	1.000	0.952		1808.240	1564.127	0.025	0.138
					1	3.6	1.30%				1.000	0.9994		0.9999	1.000	0.996					1891.057		0.076	
		1			8	3.6	1.30%				1.000	0.9994		0.9999	1.000	0.968				0.865	1589.779		0.037	
378	1		11.11%	7.68%	38	3.2	0.91%	1	1		0.956	0.9989	0.9992	1.0000	1.000	0.848	1	0.952	0.952		1394.932	2914.447	0.271	0.330
192			4.69%		1	3.2	0.91%				0.956	0.9995		1.0000	1.000	0.996					1721.411		0.059	
					1	3.6	0.91%				1.000	0.9995		1.0000	1.000	0.996					1800.639		0.050	0.211
224		1	4.46%		24	3.6	0.91%				1	1.000		0.9996	1.0000	1.000		0.904					0.850	

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.9. Flujo de saturación de la intersección 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.

Tabla 11: Intersección 2. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbp	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril	
16	1		6.25%	6.25%	0	3.6	0.80%	1	1	1900	1.000	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1	1.000	0.952		1808.321	1564.198	0.003	0.009	
					0		0.80%				1.000		0.999	1.000	1.000	1.000					1898.737		0.001		
		1			0		0.80%				1.000		0.999	1.000	1.000	1.000				0.865	1642.408		0.005		
10	1		0.00%	0.00%	5	3.6	-0.80%	1	1	1900	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.980	1	1.000	0.952		1773.404	1552.778	0.004	0.006	
					2		-0.80%				1.000		1.000	1.000	1.000	0.992					1884.875		0.001		
		1			0		-0.80%				1.000		1.000	1.000	1.000	1.000				0.865	1643.566		0.001		
10	1		0.00%	7.37%	0	3.2	-0.91%	1	1	1900	0.956	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	0.952		1646.944	2795.684	0.006	0.204	
489			12.21%		36		-0.91%				0.956		0.999	0.999	1.000	1.000		0.856					1478.468		0.198
					0		-0.91%				0.996		0.999	0.999	1.000	1.000		1.000					1799.449		0.109
3		1	0.00%		0	3.56	-0.91%		1		0.996		1.000	1.000	1.000	1.000			0.850	1531.400		0.002	0.111		
2	1		0.00%	4.83%	0	3.24	0.79%	1	1	1900	0.96	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	0.952		1653.695	2849.947	0.001	0.351	
755			4.90%		63		0.79%				0.96		1.000	1.000	1.000	0.748					1298.176		0.350		
					2		0.79%				0.982		1.000	1.000	1.000	0.992					1761.099		0.171		
9		1	0.00%		0	3.44	0.79%		1		0.982		1.000	1.000	1.000	1.000			0.850	1509.746		0.006	0.177		

Fuente: Realizado por los tesisas.

3.6.10. Flujo de saturación de la intersección 3: Av. By Pass y Av. Canónigo Ramos.

Tabla 12: Intersección 3. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimien tos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril	
116	1		6.03%	6.03%	8	3.6	0.30%	1	1	1900	1.000	0.999	0.999	1.000	1.000	0.968	1	1.000	0.952		1750.536	1564.271	0.016		
					0		0.30%				1.000	0.999		1.000	1.000	1.000				1898.826	0.038				
		1			0		0.30%				1.000	0.999		1.000	1.000	1.000				0.865	1642.484		0.009		0.064
193	1		8.81%	7.62%	6	3.6	-0.71%	1	1		1.000	0.999	0.999	1.000	1.000	0.976	1	0.952	0.952		1679.903	2926.409	0.115		
0			0.00%		0		-0.71%				1.000	1.000		1.000	1.000				1808.864	0.000					
			0		-0.71%		1.000				1.000	1.000		1.000				1808.864	0.000						
109		1	5.50%		20	3.6	-0.71%		1			1.000		0.999		1.000		1.000	0.920					0.850	1413.754
142	1		4.23%	7.83%	21	3.2	-0.61%	1	1		1900	0.956	1.000	0.999	1.000	1.000	0.916	1	0.952	0.952		1507.941	2676.071	0.094	0.094
407			9.09%		20		-0.61%			0.6		0.999	1.000		1.000	0.920					997.581	0.172			
			38		-0.61%		0.994			0.999		1.000	1.000		0.848					1523.321	0.154				
0		1	0.00%		0	3.55	-0.61%		1			0.994	1.000			1.000	1.000		1.000					0.850	1528.302
0	1		0.00%	9.84%	0	3.22	0.61%	1	1	0.958		1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1	0.952	0.952		1650.264	2820.245	0.000	0.000	
391			12.28%		20		0.61%			0.958		0.999		1.000	1.000	0.920					1592.201		0.090		
			9		0.61%		1.000			0.999		1.000		1.000	0.964					1741.492	0.142				
300		1	6.67%		44	3.6	0.61%		1			1.000		0.999		1.000		1.000	0.824					0.850	1266.001

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.11. Flujo de saturación de la intersección 4: Av. By Pass y Av. Pedro Vicente Maldonado.

Tabla 13: Intersección 4. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
374	1		9.63%	6.18%	46	3.37	0.72%	1	1	1900	0.974	0.999	0.999	1.000	1.000	0.816	1	0.952	0.952		1367.782	3250.270	0.273	0.273
565			3.89%		14		0.72%				0.974	1.000		1.000	1.000	0.944					1662.405		0.114	0.114
					32	0.72%		1.000			1.000	1.000		1.000	0.872					1576.603	0.238			
0		0	0.00%		0	0.72%		1.000			1.000	1.000		1.000					1.000	1808.735	0.000		0.238	
0	0		0.00%	3.22%	0	3.49	-0.72%	1	1		0.988	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	1.000		1787.159	2754.378	0.000	
912			3.29%		21		-0.72%				0.988	1.000		1.000	1.000	0.916					1636.499		0.261	0.261
					26	-0.72%		1.000			1.000	1.000		1.000	0.896					1620.210	0.299			
52		1	1.92%		3	-0.72%		1.000			1.000	1.000		1.000	0.988					0.850	1518.793		0.034	0.334
119	1		6.72%	9.67%	14	3.55	-2.42%	1	1	1900	0.994	0.999	0.999	1.000	1.000	0.944	1	0.952	0.952		1615.550	2926.058	0.074	
0			0.00%		0		-2.42%				0.994	1.000		1.000	1.000					1798.165	0.000		0.074	
					0	-2.42%		1.000			1.000	1.000		1.000					1809.019	0.000				
305		1	10.82%		37	-2.42%		1.000			0.999	1.000		1.000	0.852				0.850	1308.676	0.233		0.233	

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.12. Flujo de saturación de la intersección 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José de Araujo.

Tabla 14: Intersección 5. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS / GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	ffb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
19	1		0.00%	5.56%	3	3.47	4%	1	1	1900	0.986	1.000	0.999	1.000	1.000	0.988	1	0.952	0.952		1677.831	2856.088	0.011	0.209
711			5.63%		6		4%				0.986	0.999		1.000	1.000	0.976					1739.347		0.198	
					31	3.6	4%				1.000	0.999		1.000	1.000	0.876					1583.301		0.232	
7		1	0.00%		0		4%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000				0.850	1537.173		0.005	
52	1		0.00%	8.11%	3	3.48	-4%	1	1		0.987	1.000	0.999	1.000	1.000	0.988	1	0.952	0.952		1680.205	2598.950	0.031	0.283
					28		-4%				0.987	0.999		1.000	1.000	0.888					1584.642		0.252	
801			6.37%		37	3.6	-4%				1.000	0.999		1.000	1.000	0.852					1540.425		0.260	
35		1	34.29%		1		-4%				1.000	0.997		1.000	1.000	0.996				0.850	1526.403		0.023	
59	1		32.20%	32.20%	2	3.60	-0.75%	1	1	1900	1.000	0.997	0.997	1.000	1.000	0.992	1	1.000	0.952		1789.353	1560.272	0.013	0.034
					0		-0.75%				1.000	0.997		1.000	1.000	1.000					1893.972		0.005	
		1			5		-0.75%				1.000	0.997		1.000	1.000	0.980				0.865	1605.520		0.016	
71	1		4.23%	4.23%	1	3.50	1.05%	1	1		0.989	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	1	1.000	0.952		1781.614	1541.096	0.013	0.042
					1		1.05%				0.989	1.000		1.000	1.000	0.996					1870.695		0.005	
		1			0		1.05%				0.989	1.000		1.000	1.000	1.000				0.865	1624.650		0.023	

Fuente: Realizado por los tesistas.

3.6.13. Flujo de saturación de la intersección 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Peralta.

Tabla 15: Intersección 6. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
4	1		25.00%	6.75%	1	3.48	1.02%	1	1	1900	0.987	0.998	0.999	1.000	1.000	0.996	1	0.952	0.952		1689.162	2586.944	0.002	0.224
587			6.81%		19		1.02%				0.987	0.999		1.000	1.000	0.924					1648.396		0.222	
					29	3.6	1.02%		1		1.000	0.999		1.000	1.000	0.884					1597.809		0.138	
16		1	0.00%		0		1.02%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000				0.850	1537.402		0.010	
7	1		0.00%	10.26%	1	3.47	-0.24%	1	1		0.986	1.000	0.999	1.000	1.000	0.996	1	0.952	0.952		1691.775	2656.415	0.004	0.216
680			10.29%		23		-0.24%				0.986	0.999		1.000	1.000	0.908					1617.751		0.212	
					60	3.6	-0.24%		1		1.000	0.999		1.000	1.000	0.760					1373.291		0.245	
44		1	11.36%		2		-0.24%				1.000	0.999		1.000	1.000	0.992				0.850	1523.467		0.029	
272	1		0.37%	0.37%	11	3.60	0.53%	1	1	1900	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.956	1	1.000	0.952		1729.795	1565.139	0.117	0.161
					0		0.53%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000					1899.880		0.001	
		1			11		0.53%				1.000	1.000		1.000	1.000	0.956				0.865	1571.087		0.043	
33	1		0.00%	0.00%	0	3.60	0.11%	1	1		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	1.000	0.952		1809.514	1565.229	0.016	0.018
					0		0.11%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000					1899.990		0.000	
		1			0		0.11%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000				0.865	1643.491		0.002	

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.14. Flujo de saturación de la intersección 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.

Tabla 16: Intersección 7. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
133	1		3.76%	5.41%	4	3.48	0.45%	1	1	1900	0.987	1.000	0.999	1.000	1.000	0.984	1	0.952	0.952		1672.401	2774.687	0.080	0.340
858			5.71%		13		0.45%				0.987	0.999		1.000	1.000	0.948					1691.447		0.260	
					41	0.45%		1.000			0.999	1.000		1.000	0.836					1511.260	0.277			
8		1	0.00%		0	0.45%		1.000			1.000	1.000		1.000	1.000				0.850	1537.445	0.005		0.282	
24	1		0.00%	3.79%	0	3.53	-0.47%	1	1		0.992	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	0.952		1708.925	2576.193	0.014	0.242
625			4.16%		13		-0.47%				0.992	1.000		1.000	1.000	0.948					1700.357		0.228	
					30	-0.47%		1.000			1.000	1.000		1.000	0.880					1591.120	0.149			
37		1	0.00%		0	-0.47%		1.000			1.000	1.000		1.000	1.000				0.850	1537.516	0.024		0.173	
156	1		3.85%	5.77%	1	3.5	0.80%	1	1	1900	0.989	1.000	0.999	1.000	1.000	0.996	1	0.952	0.952		1696.182	2926.728	0.092	0.099
					0		0.80%				0.989	1.000		1.000	1.000	1.000					1788.832		0.007	
22			0.00%		0	0.80%		1.000			1.000	1.000		1.000	1.000					1808.728	0.006			
186		1	6.99%		15	0.80%		1.000			0.999	1.000		1.000	0.940				0.850	1444.164	0.129		0.134	
108	1		4.63%	4.63%	0	3.60	0.30%	1	1		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	1.000	0.952		1808.659	1564.490	0.016	0.062
					0		0.30%				1.000	1.000		1.000	1.000					1899.092	0.015			
		1			1		0.30%				1.000	1.000		1.000	0.996				0.865	1636.144	0.031			

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.15. Flujo de saturación de la intersección 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montread.

Tabla 17: Intersección 8. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	ffb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
39	1		5.13%	5.21%	2	3.6	4%	1	1	1900	1.000	0.999	0.999	1.000	1.000	0.992	1	0.952	0.952		1707.668	2715.720	0.023	0.023
767			5.22%		27		4%				1.000	0.999		1.000	1.000	0.892					1612.286		0.277	0.468
					18	3.6	4%		1		1.000	0.999		1.000	1.000	0.928					1677.356		0.191	
0		1	0.00%		0		4%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000				0.850	1537.173		0.000	
0	1		0.00%	4.72%	0	3.53	-4.50%	1	1		0.992	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	0.952		1709.270	2693.585	0.000	0.000
958			5.01%		20		-4.50%				0.992	0.999		1.000	1.000	0.920					1650.328		0.316	0.580
					21		-4.50%				1.000	0.999		1.000	1.000	0.916					1656.404		0.264	
164		1	3.05%		4	3.6	-4.50%		1		1.000	1.000		1.000	1.000	0.984				0.850	1512.760		0.108	
148	1		4.05%	4.09%	1	3.6	2.50%	1	1	1900	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	1	0.952	0.952		1714.866	2926.969	0.086	0.101
0			0.00%		0		2.50%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000					1808.574		0.000	
					0		2.50%				1.000	1.000		1.000	1.000	1.000					1808.574		0.000	
23		1	4.35%		3	3.6	2.50%		1		1.000	1.000		1.000	1.000	0.988				0.850	1518.180		0.015	

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.16. Flujo de saturación de la intersección 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.

Tabla 18: Intersección 9. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS /GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril		
0	0		0.00%	1.60%	0	3.48	1.08%	1	1900		0.987	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	1.000		1785.189	2926.735	0.000	0.157		
505			0.79%		12		1.08%				0.987	1.000		1.000	1.000	0.952					1699.366		0.157			
					15	1.08%		1.000			1.000	1.000		1.000	0.940					1700.046	0.141					
244		1	3.28%		2	1.08%		1.000			1.000	1.000		1.000	0.992					0.850	1524.598					
20	1		0.00%	1.88%	0	3.47	0.83%	1			1		0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	0.952	0.952		1698.479	2551.995	0.012	0.116
383			2.09%		29		0.83%						0.986	1.000		1.000	1.000	0.884					1576.199		0.104	
					0	0.83%		0.996					1.000	1.000		1.000					1801.114	0.122				
23		1	0.00%		0	0.83%		0.996					1.000	1.000		1.000							0.850		1531.267	
582	1		0.00%	4.53%	2	3.44	-1.14%	1	1900		0.982	1.000	0.990	1.000	1.000	0.992	1	0.952	0.952		1678.221	2898.403	0.347	0.347		
0			0.00%		0		-1.14%				0.982	1.000		1.000	1.000					1776.343	0.000					
					0	-1.14%		1.000			1.000	1.000		1.000					1808.903	0.000						
36		1	0.00%		0	-1.14%		1.000			1.000	1.000		1.000							0.850		1537.568			

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.17. Flujo de saturación de la intersección 10: Av. 9 de Octubre y calle S/N.

Tabla 19: Intersección 10. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
0	0		0.00%	4.82%	0	3.6	1.89%	1	1	1900	1.000	1.0000	0.9995	0.9999	1.000	1.000	1	0.952	1.0000		1808.629	3073.188	0.000	0.083
249			4.82%		3		1.89%				1.000	0.9995		0.9999	1.000	0.988					1786.065		0.083	
					0	3.56	1.89%				0.996	0.9995		0.9999	1.000	1.000					1800.527		0.056	
0		1	0.00%		0		1.89%				0.996	1.0000		0.9999	1.000	1.000				0.85	1531.185		0.000	
0	1		0.00%	8.54%	0	3.6	-0.81%	1	1		1.000	1.0000	0.9991	1.0000	1.000	1.000	1	0.952	0.9524		1722.736	2926.154	0.000	0.513
1108			9.57%		89		-0.81%				1.000	0.9990		1.0000	1.000	0.644					1163.801		0.513	
					53	3.6	-0.81%				1.000	0.9990		1.0000	1.000	0.788					1424.030		0.359	
321		1	4.98%		29		-0.81%				1.000	0.9995		1.0000	1.000	0.884				0.85	1358.510		0.236	
67	1		1.49%	1.49%	2	3.60	2.05%	1	1	1900	1.000	0.9999	0.9999	0.9999	1.000	0.992	1	1	0.9524		1794.596	1564.844	0.023	0.039
					0		2.05%				1.000	0.9999		0.9999	1.000	1.000					1899.522		0.000	
		1			0		2.05%				1.000	0.9999		0.9999	1.000	1.000				0.865	1643.086		0.015	
8	1		0.00%	0.00%	0	3.60	1.95%	1	1		1.000	1.0000	1.0000	0.9999	1.000	1.000	1	1	0.9524		1809.347	1565.085	0.002	0.004
					0		1.95%				1.000	1.0000		0.9999	1.000	1.000					1899.815		0.001	
		1			0		1.95%				1.000	1.0000		0.9999	1.000	1.000				0.865	1643.340		0.001	

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.18. Flujo de saturación de la intersección 11: Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.

Tabla 20: Intersección 11. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	ffb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
158	1		0.00%	1.60%	0	3.47	0.70%	1	1	1900	0.986	1.0000	0.9998	1.0000	1.000	1.000	1	0.952	0.9524		1698.490	2927.962	0.093	0.113
139			0.72%		0		0.70%				0.986	0.9999		1.0000	1.000	1.000					1783.286		0.020	
					9	3.6	0.70%				1.000	0.9999		1.0000	1.000	0.964					1743.497		0.060	
78		1	2.56%		0		0.70%				1.000	0.9997		1.0000	1.000	1.000				0.85	1537.032		0.051	
101	1		7.92%	11.53%	0	3.45	-0.51%	1	1		0.983	0.9992	0.9988	1.0000	1.000	1.000	1	0.952	0.9524		1692.084	2913.535	0.060	0.248
					2		-0.51%				0.983	0.9987		1.0000	1.000	0.992					1761.633		0.188	
677			12.70%		1	3.6	-0.51%				1.000	0.9987		1.0000	1.000	0.996					1799.325		0.192	
46		1	2.17%		0		-0.51%				1.000	0.9998		1.0000	1.000	1.000				0.85	1537.185		0.030	
45	1		0.00%	5.23%	0	3.6	0.01%	1	1	1900	1.000	1.0000	0.9995	1.0000	1.000	1.000	1	0.952	0.9524		1722.666	2880.170	0.026	0.085
					6		0.01%				1.000	1.0000		1.0000	1.000	0.976					1765.388		0.059	
199			0.00%		4	3.6	0.01%				1.000	1.0000		1.0000	1.000	0.984					1779.858		0.053	
43		1	0.00%		3		0.01%				1.000	1.0000		1.0000	1.000	0.988				0.85	1519.029		0.028	
49	1		0.00%	5.22%	4	3.16	0.01%	1	1		0.951	1.0000	0.9995	1.0000	1.000	0.984	1	0.952	0.9524		1612.043	2750.177	0.030	0.202
					3		0.01%				0.951	0.9994		1.0000	1.000	0.988					1698.485		0.172	
555			6.13%		1	3.13	0.01%				0.948	0.9994		1.0000	1.000	0.996					1706.837		0.154	
66		1	0.00%		0		0.01%				0.948	1.0000		1.0000	1.000	1.000				0.85	1457.530		0.045	

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.19. Flujo de saturación de la intersección 12: Av. 9 de Octubre y Av. Juan Félix Proaño.

Tabla 21: Intersección 12. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbv	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (\$)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril	
131	1		11.45%	16.91%	1	3.60	0.010	1	1	1900	1.000	0.999	0.998	1.000	1.000	0.996	1	0.952	0.952			1713.727	2853.279	0.076	0.211
487			16.02%		10		0.010				1.000	0.998		1.000	1.000	0.960					1733.584	0.135			
					6	0.010		1.000			0.998	1.000		1.000	0.976					1762.477	0.144				
127		1	25.98%		5	0.010		1.000			0.997	1.000		1.000	0.980				0.850	1502.750	0.085	0.228			
93	1		4.30%	8.96%	5	3.05	-0.010	1	1		0.939	1.000	0.999	1.000	1.000	0.980	1	0.952	0.952			1584.631	2670.637	0.059	0.185
346			11.56%		7		-0.010				0.939	0.999		1.000	1.000	0.972					1649.083	0.126			
					6	-0.010		0.939			0.999	1.000		1.000	0.976					1655.869	0.083				
63		1	1.59%		1	-0.010		0.939			1.000	1.000		1.000	0.996				0.850	1437.763	0.044	0.127			
86	1		0%	3.37%	2	3.50	-0.011	1	1	1900	0.989	1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	1	0.952	0.952			1690.180	2880.864	0.051	0.161
375			0%		7		-0.011				0.989	1.000		1.000	1.000	0.972					1738.909	0.110			
					4	-0.011		1.000			1.000	1.000		1.000	0.984					1779.956	0.103				
133		1	0%		2	-0.011		1.000			1.000	1.000		1.000	0.992				0.850	1525.263	0.087	0.191			
95	1		0%	2.57%	4	3.42	0.011	1	1		0.980	1.000	1.000	1.000	1.000	0.984	1	0.952	0.952			1661.111	2892.489	0.057	0.197
462			0.87%		5		0.011				0.980	1.000		1.000	1.000	0.980					1736.926	0.140			
					3	0.011		1.000			1.000	1.000		1.000	0.988					1786.842	0.123				
65		1	8%		0	0.011		1.000			0.999	1.000		1.000	1.000				0.850	1536.215	0.042	0.165			

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.20. Flujo de saturación de la intersección 13: Av. Leopoldo Freire y 9 de Octubre.

Tabla 22: Intersección 13. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIE NTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbp	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimien tos	Fsat total (S)	Yi/Mov imiento s	Yi/ Carril
135	1		2,96%	3,64%	15	3,5	0,11%	1	1	1900	0,989	1,000		1,000	1,000	0,940	1,000	0,952	0,952		1601,011	2848,925	0,084	0,084
					10	3,5	0,11%				0,989	1,000		1,000	1,000	0,960					1716,488		0,066	
202			4,95%		4	3,5	0,11%		1		0,989	1,000		1,000	1,000	0,984					1759,400		0,051	
75		1	1,33%		0	3,5	0,11%		1		0,989	1,000	1,000	1,000	1,000				0,850	1520,357	0,049		0,166	
212	1		9,43%	9,08%	18	3,6	-0,12%	1	1		1,000	0,999		1,000	1,000	0,928	1,000	0,952	0,952		1597,138	2820,563	0,133	0,133
					4	3,6	-0,12%				1,000	0,999		1,000	1,000	0,984					1778,966		0,081	
256			5,08%		9	3,6	-0,12%		1		1,000	0,999		1,000	1,000	0,964					1742,809		0,064	
215		1	13,49%		28	3,6	-0,12%		1		1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	0,888				0,850	1363,451		0,158	0,303
121	1		9,92%	7,78%	5	3,42	-0,26%	1	1	1900	0,98	0,9990		1,000	1	0,98	1	0,952	0,9524		1652,8314	2943,852	0,0732	0,0981
					0	3,42	-0,26%				0,98	0,9990		1,000	1	1					1770,9401		0,0248	
83			9,64%		0	3,65	-0,26%		1		1,006	0,9990		1,000	1	1					1817,9242		0,0215	
143		1	4,90%		15	3,65	-0,26%		1		1,006	0,9995	0,9992	1,000	1	0,94				0,85	1453,2101		0,0984	0,1199
136	1		11,03%	6,37%	26	3,45	0,21%	1	1		0,983	0,9989		1,000	1	0,896	1	0,952	0,9524		1515,5821	2633,976	0,0897	0,2025
					28	3,45	0,21%				0,983	0,9993		1,000	1	0,888					1577,8575		0,1128	
305			6,56%		25	3,6	0,21%		1		1	0,9993		1,000	1	0,9					1626,8361		0,0781	
156		1	1,92%		15	3,6	0,21%		1		1	0,9998	0,9994	1,000	1	0,94				0,85	1444,9382		0,1080	0,1860

3.6.21. Flujo de saturación de la intersección 14: Av. Costa Rica y Av. 9 de Octubre.

Tabla 23: Intersección 14. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS / GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril	
98	1		34,69%	29,11%	6	3,6	-0,54%	1	1	1900	1,000	0,9965		1,000	1	0,976	1	0,952	0,9524		1675,554913	2920,11	0,0585	0,1045	
					0	3,6	-0,54%				1	0,9975		1,000	1	1					1804,309694		0,0460		
159			25,16%		0	3,6	-0,54%				1	0,9975		1,000	1	1					1804,309694		0,0421		
90		1	30,00%		9	3,6	-0,54%				1	0,9970		0,9971	1,000	1		0,964			0,85		1477,737525		0,0609
72	1		8,33%	10,86%	6	3,43	0,88%	1	1	1900	0,981	0,9992		1,000	1	0,976	1	0,952	0,9524		1647,931687	2656,11	0,0437	0,1692	
					23	3,43	0,88%				1	0,981		0,9990	1,000	1		0,908					1609,563593		0,1255
436			9,63%		34	3,6	0,88%					1		0,9990	1,000	1		0,864					1561,230499		0,1499
256		1	13,67%		2	3,6	0,88%				1	1		0,9986	0,99891	1,000		1	0,992				0,85		1523,030783
217	1		11,52%	13,72%	15	3,45	0,25%	1	1	1900	0,983	0,9988		1,000	1	0,94	1	0,952	0,9524		1589,926843	2906,41	0,1365	0,1479	
					15	3,45	0,25%				1	0,983		0,9978	1,000	1		0,94					1667,68571		0,0114
123			21,95%		1	3,6	0,25%					1		0,9978	1,000	1		0,996					1797,596337		0,0579
39		1	0,00%		4	3,6	0,25%				1	1		1,0000	0,99863	1,000		1	0,984				0,85		1512,861409

Fuente: Realizado por los tesistas.

3.6.22. Flujo de saturación de la intersección 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla.

Tabla 24: Intersección 15. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimient os	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
166	1		1,81%	3,19%	10	3,5	-0,24%	1	1	1900	0,989	0,9998	0,9997	1,000012	1	0,96	1	0,952	0,9524		1635,29273	2895,43015	0,1015	0,1054
50			6,00%		0	3,5	-0,24%				0,989	0,9994		1,000012	1	1					1787,85196		0,0039	
					4	3,5	-0,24%				0,989	0,9994		1,000012	1	0,984					1759,24632		0,0244	
66		1	4,55%		2	3,5	-0,24%				0,989	0,9995		1,000012	1	0,992		1			0,85		1507,73594	
96	0,25		16,67%	16,67%	0	3,6	1,58%	1	1	1900	1,000	0,9983	0,9983	0,999921	1	1	1	1	0,9877		1873,27284	1782,50341	0,0128	0,0515
					2	3,6	1,58%				1	1,0000		0,999921	1	0,992					1884,6511		0,0228	
		0,3021			16,67%	0	3,6	1,58%				1		1,0000	0,999921	1		1	1		0,959		1822,37165	
86	1		3,49%	7,43%	13	3,4	0,50%	1	1	1900	0,978	0,9997	0,9993	0,999975	1	0,948	1	0,952	0,9524		1596,56319	2891,17131	0,0539	0,2583
634			7,73%		3	3,4	0,50%				0,978	0,9992		0,999975	1	0,988					1746,3849		0,2044	
					1	3,6	0,50%				1	0,9992		0,999975	1	0,996					1800,12849		0,1539	
34		1	11,76%		1	3,6	0,50%				1	0,9988		0,999975	1	0,996		1			0,85		1529,49239	
138	1		7,25%	10,11%	5	3,45	0,72%	1	1	1900	0,983	0,9993	0,9990	0,999964	1	0,98	1	0,952	0,9524		1658,25233	2890,36494	0,0832	0,2206
486			10,70%		2	3,45	0,72%				0,983	0,9989		0,999964	1	0,992					1761,87736		0,1374	
					3	3,6	0,72%				1	0,9989		0,999964	1	0,988					1785,12006		0,1367	
19		1	15,79%		0	3,6	0,72%					1		0,9984	0,9990	0,999964		1	1	1				

Fuente: Realizado por los tesistas.

3.6.23. Flujo de saturación de la intersección 16: Av. Edelberto Bonilla y Av. Araujo Chiriboga.

Tabla 25: Intersección 16. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS /GRUPO DE	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbp	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimi entos	Fsat total (S)	Yi/Movimie ntos	Yi/ Carril
77	1		15,58%	6,90%	0	3,22	7,37%	1	1	1900	0,96	1,00	0,99931	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95		1647,14	2875,703	0,0467	0,3735
980			6,22%		6	3,22	7,37%				0,96	1,00		1,00	1,00	0,98					1689,57		0,3267	
					0	3,45	7,37%				0,98	1,00		1,00	1,00	1,00					1776,29		0,2410	
59		1	6,78%		0	3,45	7,37%				0,98	1,00		1,00	1,00	1,00				0,85	1509,76		0,0391	0,2800
8	1		0,00%	4,30%	0	3,43	-0,69%	1	1		0,98	1,00	0,99957	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95		1689,99	2845,41	0,0047	0,2570
813			4,31%		7	3,43	-0,69%				0,98	1,00		1,00	1,00	0,97					1724,07		0,2523	
					9	3,6	-0,69%				1,00	1,00		1,00	1,00	0,96					1742,99		0,2169	0,2279
17		1	5,88%		0	3,6	-0,69%					1		1,00	1,00			1,00	1,00	1,00				
93	0,23		0,00%	5,38%	0	3,6	-0,11%	1	1	1900	1,00	1,00	0,99946	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99		1878,80	1741,498	0,0112	0,0513
			0,00%		0	3,6	-0,11%				1,00	1,00		1,00	1,00					1900,01	0,0116			
		0,54	10,00%		1	3,6	-0,11%				1,00	1,00		1,00	1,00				0,93	1753,30	0,0285			

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.24. Flujo de saturación de la intersección 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.

Tabla 26: Intersección 18. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimien tos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril	
63	0,2698		0,00%	3,17%	0	4,3	3,54%	1	1	1900	1,078	1,0000	0,9997	0,9998	1	1	1	1	0,9867		2020,5757	1976,65	0,0084	0,0313	
			5,56%		0	4,3	3,54%				1,078	0,9994		0,9998	1	1					2046,7004		0,0176		
		0,159	0,00%		0	3,8	3,54%				1,022	1,0000		0,9998	1	1				0,979	1899,8537		0,0053		
211	1		18,96%	24,03%	5	4,5	0,88%	1	1	1900	1,100	0,9981	0,9976	1,0000	1	0,98	1	0,952	0,9524		1853,4393	3049,9265	0,1138	0,1213	
89			30,34%		0	4	0,88%				1	1,044		0,9970	1,0000	1		1					1882,5929		0,0074
					0	3,8	0,88%				1,022	0,9970		1,0000	1	1					1842,9214		0,0407		
162		1	27,16%		8	3,8	0,88%		1		1,022	0,9973		1,0000	1	0,968				0,85	1516,8361		0,1068		
174	1		4,60%	1,82%	9	3,8	2,84%	1	1	1900	1,022	0,9995	0,9998	0,9999	1	0,964	1	0,952	0,9524		1696,1641	2991,9928	0,1026	0,2917	
593			1,01%		9	3,8	2,84%				1	1,022		0,9999	0,9999	1		0,964					1781,6109		0,1892
					0	3,8	2,84%				1	1,022		0,9999	0,9999	1		1					1848,1441		0,1385
4		1	0,00%		1	3,8	2,84%		1		1,022	1,0000		0,9999	1	0,996				0,85	1564,7971		0,0026	0,1411	
249	1		19,28%	12,16%	18	4,2	-5,85%	1	1	1900	1,067	0,9981	0,9988	1,0003	1	0,928	1	0,952	0,9524		1702,9593	2797,1893	0,1462	0,2741	
545			8,26%		26	4,2	-5,85%				1	1,067		0,9992	1,0003	1		0,896					1728,3494		0,1279
					34	4,2	-5,85%				1,067	0,9992		1,0003	1	0,864					1666,6227		0,1944		
160		1	14,38%		12	4,2	-5,85%		1		1,067	0,9986		1,0003	1	0,952				0,85	1559,962		0,1026	0,2970	

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.25. Flujo de saturación de la intersección 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.

Tabla 27: Intersección 20. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
0	0		0,00%	3,69%	0	4,3	0,96%	1	1	1900	1,078	1,0000	99,96%	0,99995	1	1	1	0,952	1,0000		1949,792805	3141,2979	0,0000	0,2409
589			4,24%		12	4,3	0,96%				1,078	0,9996		0,99995	1	0,952					1855,415223		0,2409	
					0	3,8	0,96%				1,022	0,9996		0,99995	1	1					1847,720606		0,0769	
169		1	1,78%		8	3,8	0,96%				1,022	0,9998		0,99995	1	0,968				0,85	1520,679862		0,1111	
70	0		0,00%	2,20%	2	4,5	-1,92%	1	1		1,100	1,0000	99,98%	1,0001	1	0,992	1	0,952	1,0000		1973,952041	3107,1434	0,0355	0,2762
790			2,41%		8	4	-1,92%				1,044	0,9998		1,0001	1	0,968					1827,694721		0,2407	
					10	3,8	-1,92%				1,022	0,9998		1,0001	1	0,96					1774,39347		0,1973	
2		1	0,00%		0	3,8	-1,92%				1,022	1,0000		1,0001	1	1				0,85	1571,455405		0,0013	
84	0,357		0,00%	1,19%	0	4,2	0,33%	1	1	1900	1,067	1,0000	99,99%	0,99998	1	1	1	0,952	0,9825		1896,098847	1713,0568	0,0158	0,0473
			0,00%		0	4,2	0,33%				1,067	1,0000		0,99998	1	1					1929,957755		0,0000	
		0,643	1,85%		4	4,2	0,33%				1,067	0,9998		0,99998	1	0,984				0,904	1715,635301		0,0315	

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.26. Flujo de saturación de la intersección 22: Av. Lizarzaburu y Av. La Prensa.

Tabla 28: Intersección 22. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
328	1		2,74%	3,05%	0	4,3	1,27%	1	1	1900	1,078	0,9997	0,9997	0,999937	1	1	1	0,952	0,9524		1856,407365	3155,7967	0,1767	0,1890
60			6,67%		0	4,3	1,27%				1,078	0,9993		0,999937	1	1					1948,463606		0,0123	
					0	3,8	1,27%				1,022	0,9993		0,999937	1	1					1847,244718		0,0195	0,1067
137		1	2,19%		0	3,8	1,27%				1,022	0,9998		0,999937	1	1				0,85	1570,860798		0,0872	
136	1		0,00%	1,67%	12	4,5	0,94%	1	1		1,100	1,0000	0,9998	0,999953	1	0,952	1	0,952	0,9524		1803,891746	3030,7074	0,0754	0,1004
77			5,19%		6	4	0,94%				1,044	0,9995		0,999953	1	0,976					1842,022388		0,0250	
					2	3,8	0,94%				1,022	0,9995		0,999953	1	0,992					1832,766576		0,0169	0,0341
27		1	0,00%		0	3,8	0,94%				1,022	1,0000		0,999953	1	1				0,85	1571,230709		0,0172	
49	1		0,00%	4,34%	0	3,8	2,01%	1	1	1900	1,022	1,0000	0,9996	0,9999	1	1	1	0,952	0,9524		1760,388397	2991,3628	0,0278	0,1867
518			3,67%		3	3,8	2,01%				1,022	0,9996		0,9999	1	0,988					1825,557317		0,1589	
					0	3,8	2,01%				1,022	0,9996		0,9999	1	1					1847,730078		0,1234	0,2909
263		1	6,46%		0	3,8	2,01%				1,022	0,9994		0,9999	1	1				0,85	1570,13173		0,1675	
105	1		0,00%	0,46%	3	4,2	0,89%	1	1		1,067	1,0000	1,0000	0,999956	1	0,988	1	0,952	0,9524		1815,947496	2936,8713	0,0578	0,2205
476			0,42%		27	4,2	0,89%				1,067	1,0000		0,999956	1	0,892					1721,401786		0,1627	
					15	4,2	0,89%				1,067	1,0000		0,999956	1	0,94					1814,033273		0,1080	0,1538
72		1	1,39%		10	4,2	0,89%				1,067	0,9999		0,999956	1	0,96				0,85	1574,58274		0,0457	

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.27. Flujo de saturación de la intersección 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres.

Tabla 29: Intersección 23. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbp	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
34	1		8,82%	1,78%	1	4,3	3,40%	1	1	1900	1,078	0,9991	0,9998	1,000	1	0,996	1	0,952	0,9524		1847,661805	3155,8609	0,0184	0,0184
751			1,46%		1	4,3	3,40%				1,078	0,9999		1,000	1	0,996					1941,47233		0,2112	0,3970
					0	3,8	3,40%				1,022	0,9999		1,000	1	1					1848,008659		0,1845	
2		1	0,00%		0	3,8	3,40%				1,022	1,0000		1,000	1	1				0,85	1571,037438		0,0013	
89	1		11,24%	4,56%	0	4,5	-5,83%	1	1		1,100	0,9989	0,9995	1,000	1	1	1	0,952	0,9524		1893,358337	3044,6588	0,0470	0,0470
836			3,59%		6	4	-5,83%				1,044	0,9996		1,000	1	0,976					1842,941818		0,2350	0,4933
					1	3,8	-5,83%				1,022	0,9996		1,000	1	0,996					1841,075262		0,2189	
62		1	8,06%		0	3,8	-5,83%					1		1,022	0,9992	1,000		1	1				0,85	
130	0,6462		1,19%	3,85%	0	3,8	-0,11%	1	1	1900	1,022	0,9999	0,9996	1,000	1	1	1	0,952	0,9687		1790,535647	1701,2458	0,0469	0,0730
			0,00%		0	3,8	-0,11%				1,022	1,0000		1,000	1	1					1848,603767		0,0016	
		0,3308	9,30%		0	3,8	-0,11%				1,022	0,9991		1,000	1	1				0,95	1755,251788		0,0245	
98	0,0918		0,00%	0,00%	0	4,2	7,42%	1	1		1,067	1,0000	1,0000	1,000	1	1	1	0,952	0,9954		1920,455157	1667,6605	0,0047	0,0576
			0,00%		0	4,2	7,42%				1,067	1,0000		1,000	1	1					1929,273574		0,0016	
		0,8776	0,00%		0	4,2	7,42%				1,067	1,0000		1,000	1	1				0,868	1675,318175		0,0513	

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.28. Flujo de saturación de la intersección 24: Av. Lizarzaburu y Av Saint Amont Montread.

Tabla 30: Intersección 24. Flujo de saturación

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	ffb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril
10	1		0,00%	1,26%	0	4,3	0,87%	1	1	1900	1,078	1,0000	0,9999	0,99996	1	1	1	0,952	0,9524		1856,953886	3156,424	0,0054	0,0054
776			1,42%		1	4,3	0,87%				1,078	0,9999		0,99996	1	0,996					1941,727129		0,2266	
					0	3,8	0,87%				1,022	0,9999		0,99996	1	1					1848,251192		0,1818	
166		1	0,60%		25	3,8	0,87%				1,022	0,9999		0,99996	1	0,9				0,85	1414,027405		0,1174	
106	1		1,89%	2,84%	0	4,5	-2,47%	1	1		1,100	0,9998	0,9997	1,00012	1	1	1	0,952	0,9524		1894,809846	3056,897	0,0559	0,0559
848			2,48%		0	4	-2,47%				1,044	0,9998		1,00012	1	1					1888,152831		0,2320	
					1	3,8	-2,47%				1,022	0,9998		1,00012	1	0,996					1840,970713		0,2227	
31		1	16,13%		0	3,8	-2,47%					1		1,022	0,9984			1,00012	1	1				
165	0,552		4,40%	4,85%	0	3,8	1,75%	1	1	1900	1,022	0,9996	0,9995	0,99991	1	1	1	0,952	0,9732		1798,037462	1719,853	0,0506	0,0918
			6,56%		8	3,8	1,75%				1,022	0,9993		0,99991	1	0,968					1788,109498		0,0341	
		0,079	0,00%		0	3,8	1,75%				1,022	1,0000		0,99991	1	1				0,988	1826,586744		0,0071	
90	1		2,22%	4,76%	16	4,2	1,87%	1	1		1,067	0,9998	0,9995	0,99991	1	0,936	1	0,952	0,9524		1719,904809	3122,966	0,0523	0,0720
37			10,81%		6	4,2	1,87%				1,067	0,9989		0,99991	1	0,976					1881,459716		0,0197	
					0	4,2	1,87%				1,067	0,9989		0,99991	1	1					1927,725119		0,0000	
41		1	4,88%		1	4,2	1,87%					1		1,067	0,9995			0,99991	1	0,996				

Fuente: Realizado por los tesisistas.

3.6.29. Flujo de saturación de la intersección 25: Av. Lizarzaburu y Av 11 de Noviembre.

Tabla 31: Intersección 25. Flujo de saturación.

VOLUMEN POR GRUPO	PLT	PRT	% DE PESADOS /CARRRIL	% DE PESADOS/ GRUPO DE CARRIL	N° DE BUSES/ CARRIL	ANCHO DE CARRIL	GRADIENTE	GRUPO	N	So	fw	Fhv	Fhv/ grupo de carril	fg	fp	fbb	fa	flu	Flt	FRT	Fsat / Movimientos	Fsat total (S)	Yi/ Movimientos	Yi/ Carril	
13	1		0,00%	4,85%	1	4,3	1,82%	1	1900	1,078	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	1,000	0,952	0,952			1849,438	2763,905	0,007	0,161	
622			4,82%		8	4,3	1,82%			1,078	1,000		1,000	1,000	0,968					1886,408	0,154				
					19	3,8	1,82%			1,022	1,000		1,000	1,000	0,924					1707,122	0,194				
87		1	5,75%		1	3,8	1,82%			1,022	0,999		1,000	1,000	0,996					0,850	1563,978				0,056
72	1		16,67%	4,81%	1	4,5	1,78%	1		1900	1,100	0,998	1,000	1,000	1,000	0,996	1,000	0,952	0,952			1884,046	2933,421	0,038	0,278
756			4,10%		10	4	1,78%				1,044	1,000		1,000	1,000	0,960					1811,947	0,240			
					16	3,8	1,78%				1,022	1,000		1,000	1,000	0,936					1729,420	0,186			
66		1	0,00%		2	3,8	1,78%				1,022	1,000		1,000	1,000	0,992					0,850	1558,595			
79	1		0,00%	0,00%	2	3,8	0,12%	1	1900		1,022	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992	1,000	0,952	0,952			1746,470	2992,943	0,045	0,092
117			0,00%		1	3,8	0,12%				1,022	1,000		1,000	1,000	0,996					1841,188	0,047			
					0	3,8	0,12%				1,022	1,000		1,000	1,000	1,000					1848,583	0,017			
8		1	0,00%		0	3,8	0,12%			1,022	1,000	1,000		1,000	1,000					0,850	1571,295				0,005
286	1		3,85%	3,95%	4	4,2	0,12%	1		1900	1,067	1,000	1,000	1,000	1,000	0,984	1,000	0,952	0,952			1807,970	3123,492	0,158	0,199
165			2,42%		3	4,2	0,12%				1,067	1,000		1,000	1,000	0,988					1906,356	0,041			
					0	4,2	0,12%				1,067	1,000		1,000	1,000	1,000					1929,510	0,045			
55		1	9,09%		0	4,2	0,12%				1,067	0,999		1,000	1,000	1,000					0,850	1638,991			

Fuente: Realizado por los testistas.

Determinación de niveles de servicio actual.- en este estudio los niveles de servicios en las intersecciones semaforizadas son las siguientes:

Tabla 32: Niveles de servicio actuales.

INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	NIVEL DE SERVICIO
AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS	F
AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA	A
AV. BY PASS Y AV. CANONIGO RAMOS	D
AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	E
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO	E
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA	D
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	F
AV. PEDRO VICENTE MADONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	B
AV, PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE	C
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	D
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO	F
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	F
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	D
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	E
AV. CELSO RODRÍGUEZ Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	E
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA	F
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	E
AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	C
AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	E
AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTÍN TORRES	C
AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	F
AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	F

Fuente: Realizado por los testistas.

3.6.30. Cálculo teórico de los tiempos de ciclo óptimos para las intersecciones semaforizadas.

Para el cálculo de los tiempos de los ciclos óptimos debemos utilizar los valores encontrados de flujos de saturación (Y_i) de cada una de las intersecciones donde se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 40: Cálculo del ciclo óptimo.

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

Donde:

C_o =Ciclo óptimo, seg.

L = Tiempo perdido en la fase.

Y_i = Razones de flujo i .

El tiempo de ciclo óptimo dará la demora mínima de los movimientos en los vehículos. La demora no se incrementara mucho si el tiempo está dentro del ciclo límite. Los valores del ciclo óptimo deben ser redondeados a múltiplos de cinco.

3.6.31. Cálculo del tiempo del ciclo de verde.

El tiempo efectivo de verde es el tiempo utilizado efectivamente por los vehículos para realizar los movimientos. El verde efectivo (G) está dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 41: Verde efectivo.

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{\phi} Y_i}{\sum_{i=1}^{\phi} Y_i * C_o - L}$$

Donde:

G =Tiempo de verde efectivo, seg.

L = Tiempo perdido en la fase.

Y_i = Razones de flujo i .

C_o =Ciclo óptimo, seg.

Aplicando esta fórmula obtenemos un tiempo de verde efectivo para cada aproximación de la intersección, esto va a depender del número de fases propuestas.

3.6.32. Asignación del tiempo de luz roja.

Una vez ya obtenido los valores del ciclo óptimo, luz ambar y luz verde, podemos encontrar el tiempo de luz roja para cada aproximación de la intersección la cual está dada por la siguiente expresión:

Ecuación 42: Luz roja.

$$LR = C_o - L - Gi$$

Donde:

LR= Luz roja, seg.

Gi=Tiempo de verde efectivo i, seg.

L= Tiempo perdido en la fase.

C_o =Ciclo óptimo, seg.

Este cálculo se debe realizar para cada una de las aproximaciones de la intersección.

3.6.33. Cálculo del ciclo óptimo (C_o).

Obtención de la razón de Flujo Crítico (Y_{cr}).

Escogemos el máximo valor de Y_i /carril de cada aproximación.

$$Y_{cr} = 0.217$$

Tiempo entre verde (l) segundos.

$$l = 3\text{seg.}$$

Tiempo perdido (L) segundos.

$$L = l * \# \text{ fases semaforicas}$$

$$L = 3 * 4$$

$$L = 12$$

Ciclo Óptimo (Co) segundos.

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

$$Yi = \frac{1.5 * 12 + 5}{1 - (0.217 + 0.224 + 0.148 + 0.242)}$$

$$Yi = 136.57 \text{ seg}$$

Cálculo del tiempo entre verde (gi) segundos.

Redondeamos el Co=135seg.

$$gi = \frac{Yi}{\sum_{i=1}^{\phi} Yi} * (Co - L)$$

$$gi = \frac{0.217}{0.217 + 0.224 + 0.148 + 0.242} * (135 - 12)$$

$$gi = 32.081 \text{ seg.}$$

Capacidad de grupo (C)

$$C = S * \left(\frac{G}{Co}\right)$$

$$C = 2845 * \left(\frac{23}{101}\right)$$

$$C = 648$$

Relación volumen capacidad X

$$X = \frac{\text{volumen vehicular } (v)}{\text{capacidad del grupo de carril } (C)}$$

$$X = \frac{656}{648}$$

$$X = 1.013$$

Flujo crítico de la intersección (Yc).

$$Y_c = \sum Y_i$$

$$Y_c = 0.231 + 0.284 + 0.171 + 0.272$$

$$Y_c = 0.958$$

Volumen relacionado con la capacidad de la intersección Xc.

$$X_c = \frac{\frac{v}{S} * C_o}{C_o - L}$$

$$X_c = \frac{0.958 * 101}{101 - 12}$$

$$X_c = 1.087$$

Retraso uniforme d1 (seg/veh)

$$d_1 = \frac{0.50 * C_o (1 - \frac{G}{C_o})^2}{1 - \min(1, X_c * G/C_o)}$$

$$d_1 = \frac{0.50 * 101 * (1 - 0.228)^2}{1 - \min(1; 1.013 * 0.228)}$$

$$d_1 = 39 \text{ seg/veh}$$

Incremento de retraso d2 (seg/veh)

$$d_2 = 900 * T * \frac{X - 1}{X} + \frac{(X - 1)^2 + \frac{8 * K * I * X}{C * T}}{X}$$

$$d_2 = 900 * 0.25 * \frac{1.013 - 1}{1.013} + \frac{(1.013 - 1)^2 + \frac{8 * 0.5 * I * 1.013}{648 * 0.25}}{1.013}$$

$$d_2 = 38.513 \text{ seg/veh}$$

Retraso d (seg/veh)

$$d = d_1 * PF + d_2 + d_3$$

$$d = 39 * 1 + 38.513 + 0$$

$$d = 77.5 \text{ seg/veh}$$

Nivel de servicio de la aproximación sentido Norte-Sur es “E”

Retraso de la intersección d_I

$$d_I = \frac{d_A * V_A}{V_A}$$

$$d_I = \frac{77.5 * 656 + 162.8 * 832 + 49.8 * 267 + (220.3 * 794)}{656 + 832 + 267 + 794}$$

$$d_I = 146.9$$

El nivel de servicio de la intersección es “F”

3.6.34. Determinación de la capacidad y nivel de servicio del rediseño de fases semafóricas.

Una vez obtenidas las nuevas fases procedemos a calcular la capacidad y nivel de servicio que presentan las intersecciones con este nuevo diseño, a continuación se presentan los nuevos niveles de servicios.

Tabla 33: Nivel de servicio del rediseño de fases.

INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	NIVEL DE SERVICIO MEJORADO
AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS	F
AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA	A
AV. BY PASS Y AV. CANONIGO RAMOS	C
AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	C
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO	D
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA	C
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	E
AV. PEDRO VICENTE MADONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	A

AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE	B
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	A
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO	D
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	E
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	D
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	B
AV. CELSO RODRÍGUEZ Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	C
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA	C
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	D
AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	B
AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	D
AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTÍN TORRES	C
AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	B
AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	E

Fuente: Realizada por los testistas.

3.6.35. Determinación de la capacidad de servicio y nivel de servicio de una intersección con redondel.

Como en el caso de las intersecciones semaforizadas se realizó un conteo vehicular en cada uno de los redondeles poniendo énfasis en los movimientos que realicen los vehículos al ingresar a esta intersección circulatoria. Para lo cual se dividió por números de brazos y el conteo se realizó en intervalos de 15 minutos durante 12 horas seguidas.

A continuación se presenta la tabla de resumen del conteo vehicular en la hora pico de cada uno de los redondeles existentes en la circunvalación de la ciudad de Riobamba.

Tabla 34: Volumen de tráfico por hora pico de intersecciones con redondeles de la circunvalación.

INTERSECCIONES CON REDONDELES	GIRO DERECHA			GIRO IZQUIERDO			RECTO			GIRO EN "U"			BRAZOS
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ALFONZO CHÁVEZ	359	51	50	-	-	-	444	57	58	24	0	2	I
	320	3	27	526	29	28	-	-	-	25	0	0	II
	-	-	-	323	4	10	584	4	15	4	0	0	III
	58	0	0	37	4	4	156	15	5	-	-	-	IV
AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Y AV. HÉROES DE TAPI	8	0	3	322	2	4	232	0	6	0	0	0	I
	176	8	19	5	0	4	394	4	11	4	0	0	II
	196	1	8	356	9	3	611	1	7	5	0	0	III
	233	8	16	116	4	4	292	10	17	7	0	0	IV
AV. LA PRENSA Y CALLE GONZALO DÁVALOS	-	-	-	17	0	2	611	7	17	8	0	0	I
	12	0	2	79	2	0	-	-	-	0	0	0	II
	143	2	18	-	-	-	663	10	36	18	0	0	III

Fuente: Elaborado por los tesisistas, observación de campo, 12 de Septiembre del 2016.

La capacidad de un redondel está dada por la capacidad de cada una de sus aproximaciones (brazos). Depende de factores geométricos, flujo circulante y características de aceptación e brechas los mismos antes descritos influyen en la brecha crítica.

3.6.36. Características geométricas de un redondel.

Para analizar la capacidad de un redondel nosotros debemos conocer las siguientes características geométricas:

- Ancho de entrada (e).
- Ancho medio en aproximación (v).
- Longitud efectiva de ensanchamiento (l).
- Diámetros de la circunferencia inscrita (D).
- Ángulo de entrada ϕ .
- Radio de entrada (r).

Estos datos debemos obtener para cada brazo que conforma la intersección.

A continuación realizamos el cálculo de las constantes k , S , X_2 , F , M , t_D , F_c .

Estos valores dependen las características geométricas del redondel y son necesarias para determinar su capacidad.

3.6.37. Cálculo de la capacidad.

La capacidad de una aproximación de un redondel está directamente influenciada por los patrones de flujo los cuales son: flujo de entrada, flujo circulante y flujo de salida. Para el cálculo empleamos la siguiente ecuación:

Ecuación 43: Capacidad en redondeles Q_e .

$$Q_e = k(F - F_c * Q_c)$$

Dádonos así las siguientes capacidades:

Tabla 35: Capacidad de redondeles.

CAPACIDAD(Q_e)				
Redondel	Brazo 1	Brazo 2	Brazo 3	Brazo 4
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ALFONSO CHÁVEZ	1107	1184	1087	674
AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Y AV. HÉROES DE TAPI	1299	1648	1522	1337
AV. LA PRENSA Y CALLE GONZALO DÁVALOS	2279	1834	2346	-

Fuente: Realizada por los tesistas.

3.6.38. Cálculo de la demora.

Para el cálculo de la demora en redondeles emplearemos la siguiente fórmula.

Ecuación 44: Cálculo de la demora.

$$D = \frac{3600}{c} + 900 * T \frac{v}{c} - 1 + \frac{\left(\frac{v}{c} - 1 \right)^2 + \frac{3600}{c} * \frac{v}{c}}{450T}$$

Donde:

c= Capacidad de entrada.

T= Período de análisis para 15 minutos 0.25.

v= Volumen de entrada.

3.6.39. Criterio del nivel de servicio para redondeles.

El criterio respecto al nivel de servicio para automotores en redondeles está dada por la tabla 14 que se presenta a continuación.

Tabla 36: Criterios sobre el nivel de servicio para redondeles.

Demora de control (seg/veh)	Nivel de servicio $V/c \leq 1$	Nivel de servicio $v/c > 1$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Fuente: Transportation Research Board, 2010.

El nivel de servicio que prestan las intersecciones con redondel son las siguientes:

Tabla 37: Nivel de servicio.

Redondel	Nivel de servicio
AV.EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ALFONSO CHÁVEZ	F
AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Y AV. HÉROES DE TAPI	C
AV. LA PRENSA Y CALLE GONZALO DÁVALOS	A

Fuente: Realizado por los tesistas.

3.6.40. SYNCHRO 8.0.

Es una herramienta de software para la simulación microscópica y multimodal de tránsito. La misma que puede simular la situación del tráfico a la perfección, tanto la comparación de operar con distintos tipos de intersecciones como el análisis de implementar medidas de prioridad al transporte público o el impacto de un distinto plan de semaforización.

Este software ofrece una gran flexibilidad en múltiples aspectos: el concepto de arcos y conectores permite que los usuarios modelen geometrías de cualquier tipo, por muy complejas que sean. Las características de conductores y vehículos permiten una parametrización individual. Además, gracias a la gran variedad de interfaces se puede

integrar sin dificultades otros sistemas de control semafórico, gestión del tráfico o modelos de misiones. Cabe recalcar que para el desarrollo de este proyecto utilizaremos el SYNCHRO 8.0

3.6.40.1. Simulación en el SYNCHRO 8.0

Paso 1: Para comenzar con la simulación vamos a importar una imagen extraída de google maps actualizada de la intersección a analizar, esto nos sirve como referencia para poder trazar las calles para la simulación. Seguidamente debemos insertar la escala a la que copiamos nuestra imagen.

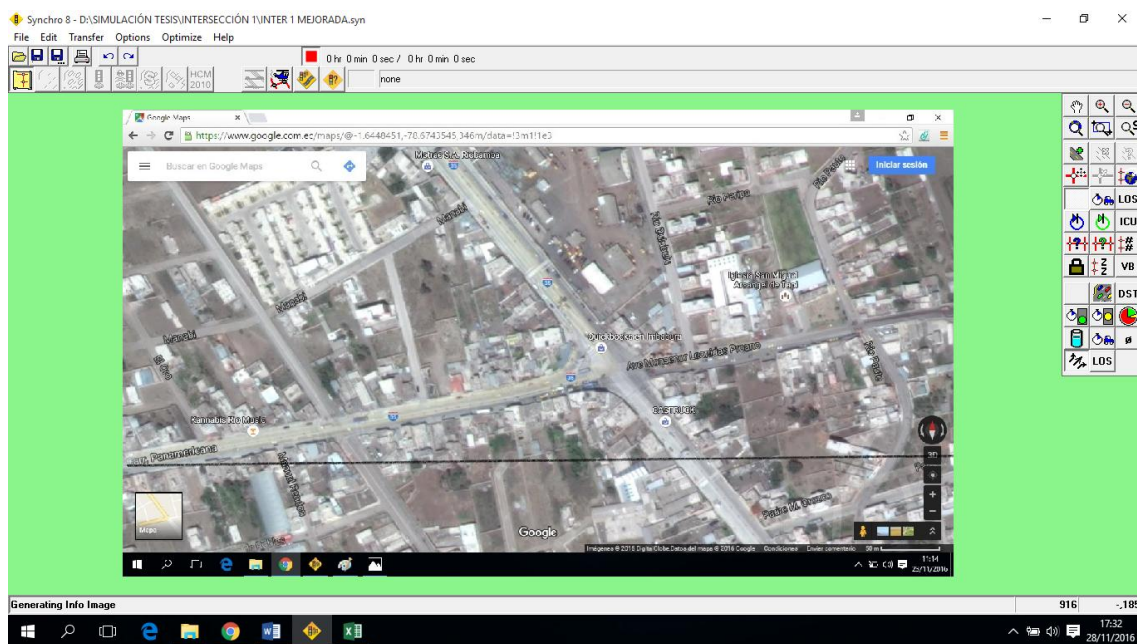


Ilustración 12: Geometría de la intersección.

Fuente: SYNCHRO 8.0.

Paso 2: Para la creación de la calles damos click en el botón de **Add links** de la barra de herramientas y procedemos a trazar el esquema de la intersección. Para insertar el número de carriles de cada sentido nos colocamos en **Lane settings** y para insertar la medida de cada carril se debe realizar manualmente en **Lane width**.

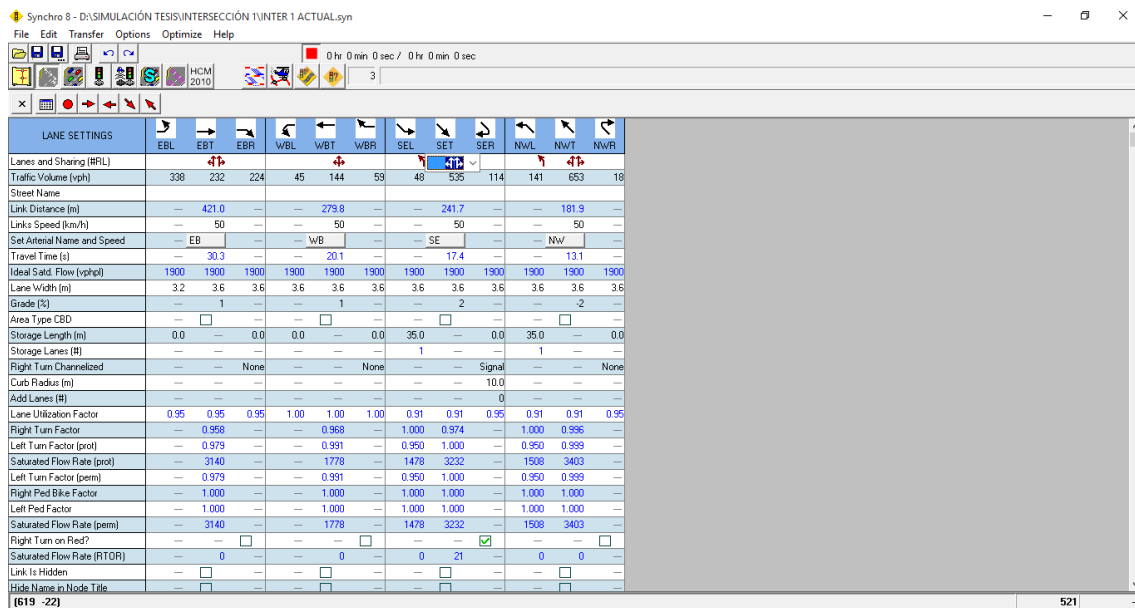


Ilustración 15: Imagen del google maps insertada en el SYNCHRO 8.0

Fuente: SYNCHRO 8.0.

Paso 5: Seguidamente colocamos semáforos con sus respectivos tiempos y procedemos a modelarlo dando click en el botón **Sim traffic animation**.

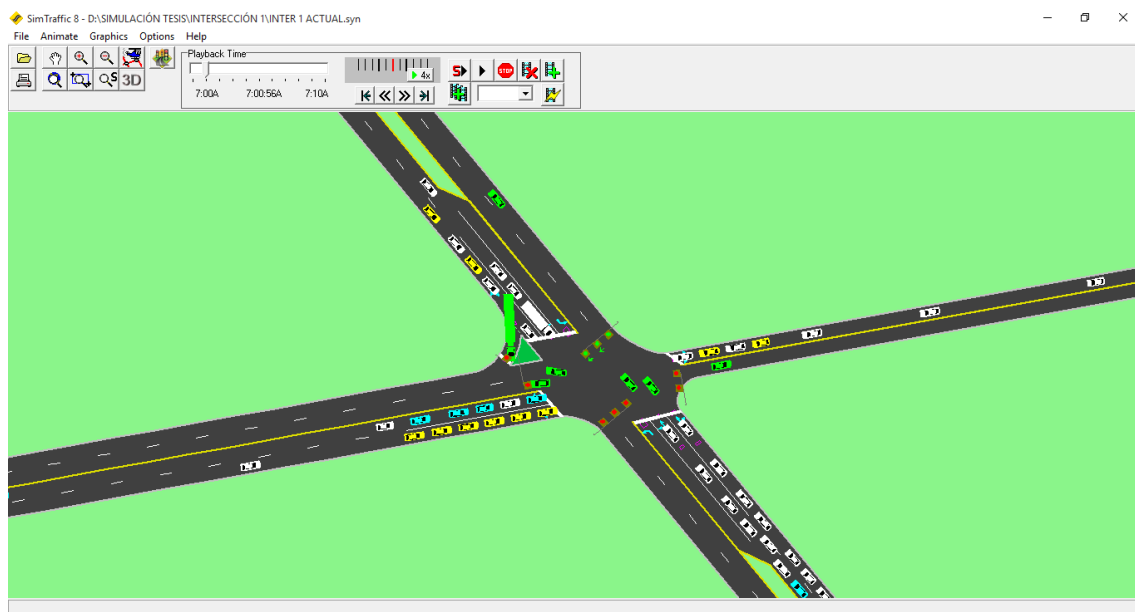


Ilustración 16: Imagen del google maps insertada en el SYNCHRO 8.0

Fuente: SYNCHRO 8.0

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

La recopilación de datos de cada una de las intersecciones fue coordinado por los tesisistas del proyecto y fue realizado por los estudiantes de tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo semestre de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo. El levantamiento de los datos geométrico de cada una de las intersecciones fue realizado por los tesisistas, la gradiente de cada aproximación, se obtuvo mediante el plano de AutoCAD proporcionado por un técnico del MTOP.

4.1. INFORMACIÓN DE LA CIRCUNVALACIÓN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

De acuerdo a la observación en sitio se pudo establecer las siguientes condiciones en las que se encuentra actualmente dicha avenida:

- La avenida la circunvalación al momento cuenta con una carpeta de hormigón rígido.
- Las intersecciones en estudio nos indica que nos enfrentamos a puntos conflictivos, en este caso es necesario realizar el análisis de volúmenes vehiculares de cada una de las intersecciones.

La circunvalación de Riobamba presenta nuevos diseños geométricos para ciertas intersecciones que anteriormente constaban con redondeles como distribuidores de tránsito como fue el caso de la avenida La Prensa y Lizarzaburu, en la avenida By Pass y avenida Pedro Vicente Maldonado, entre otras, implementando en su cambio señalización semaforizada.

4.2. INFORMACIÓN INDIVIDUAL POR INTERSECCIÓN.

Para el siguiente análisis se realizaron conteos vehiculares clasificados en cada intersección, durante 12 horas en un período comprendido entre las 7h00 y las 19h00, las mismas que fueron divididos en períodos de 15 minutos se debe tomar en cuenta que cada intersección es diferente porque poseen sus propias características geométricas, semaforicas y condiciones de flujo.

Las clasificación vehicular está en función del número de ejes y función que desempeñan, para nuestro estudio se lo dividió en livianos(A), buses(B), pesados(C). Se contabilizó el tipo de giro que realizan en la intersección.

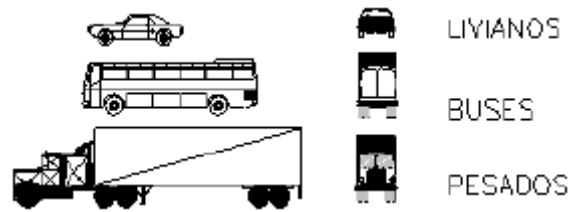


Ilustración 17: Tipos de vehículos

Fuente: Realizado por los tesistas.

En cada intersección se presentará una tabla que describe las características geométricas donde se incluye el número de carril, carriles exclusivos, parqueo dentro de 75 metros de la línea pare, numero de maniobras de parqueo realizadas por hora, existencias de paradas de bus en cada aproximación. También se resumirá las condiciones de redondeles y semafóricas que existen en cada una de estas intersecciones.

Se presentará condiciones volumétricas de cada una de éstas en horas pico, donde se muestre el flujo vehicular que cruza por la intersección, esto se lo ha dividido cada 15 minutos durante una hora en donde se tomó en cuenta el tipo de vehículo, movimientos del vehículo y sentidos de circulación que se realizan los mismos.

4.2.1. Intersección 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.



Ilustración 18: Intersección semaforizada 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte = 9817998	Este = 758832
Altitud	2844 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con dos carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte, oeste-este y un solo carril de aproximación para el sentido este-oeste. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, pero presenta un carril exclusivo para giros derechos en el sentido norte-sur, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 19.

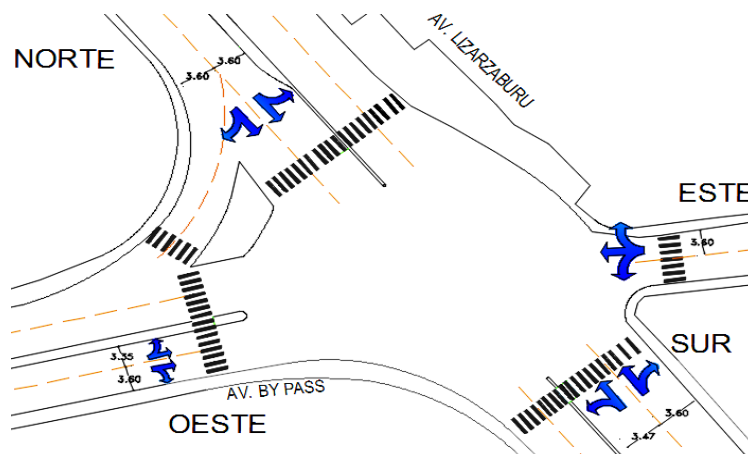


Ilustración 19: Intersección 1. Geometría y tipos de movimientos

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales y como entrada y salida de la ciudad; además este sector es de tipo comercial, vivienda y estudio; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte, mientras que en los sentidos este-oeste y oeste-este sus intersecciones son asimétricas.

Tabla 38: Intersección 1. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		2		1		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		SI		SI		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		83		55		12		15	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	75	R:	75	R:	75	R:	78
		V:	23	v:	23	V:	23	V:	20
	Duración del ciclo				101	Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 39 Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 1: AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL SENTIDO
				13:00			13:15			13:30			13:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. LIZARZABURU	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	11	1	1	5	1	1	8	1	2	15	1	1	39	4	5	48
			RECTO	50	2	1	70	1	2	72	5	1	48	1	1	240	9	5	254
		DER	RECTO	60	0	1	64	0	0	66	3	0	46	4	1	236	7	2	245
			GIRO DER	4	4	3	10	6	2	21	4	5	38	7	5	73	21	15	109
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	37	2	5	43	2	4	4	2	5	33	3	1	117	9	15	141
			RECTO	75	10	10	75	11	2	70	8	2	65	9	2	285	38	16	339
		DER	RECTO	85	0	0	80	0	0	79	0	0	90	0	0	334	0	0	334
			GIRO DER	4	0	0	5	0	0	3	0	0	6	0	0	18	0	0	18
AV. BY PASS	ESTE-OESTE	UNICO	GIRO IZQ	7	0	0	17	0	1	10	0	0	10	0	0	44	0	1	45
			RECTO	35	1	2	40	0	4	42	0	2	35	0	2	152	1	10	163
			GIRO DER	6	3	0	10	2	2	13	2	1	17	1	2	46	8	5	59
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	68	10	11	64	10	11	64	9	9	62	9	11	258	38	42	338
			RECTO	32	0	2	27	0	3	36	0	1	20	1	0	115	1	6	122
		DER	RECTO	37	0	2	30	1	1	18	0	0	21	0	0	106	1	3	110
			GIRO DER	56	6	5	42	6	2	44	6	2	48	6	1	190	24	10	224

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 26430 vehículos al día, en un promedio de 2202 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 13:00 a 14:00 donde transitan 2700 autos. En la ilustración 16 se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

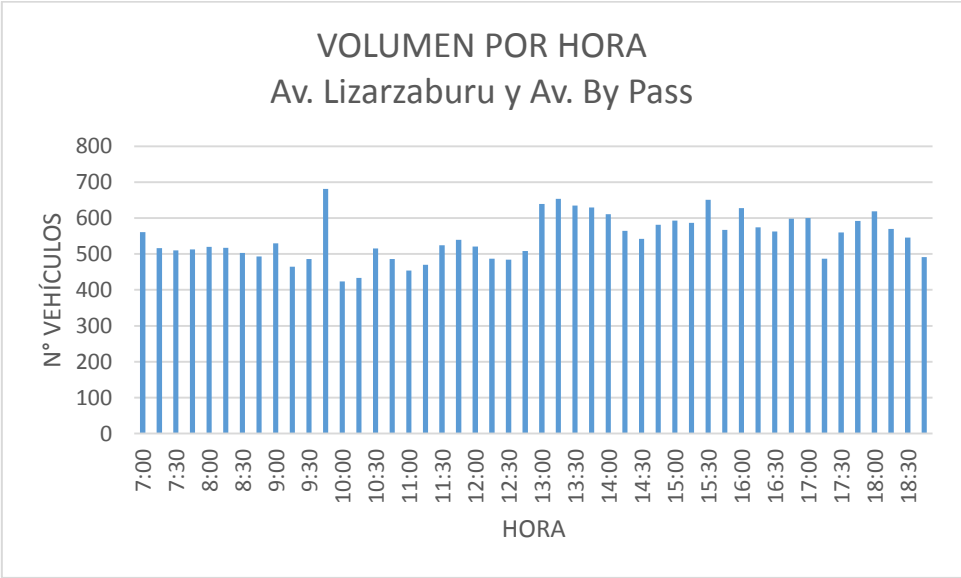


Ilustración 20: Intersección 1. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

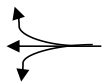
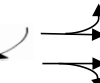
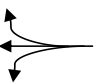
Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 40 Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12.00	1	G1	23.00
I=	3	2	G2	23.00
Co=	101.00	3	G3	23.00
		4	G4	20.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 41 Intersección 1. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	656	832	267	794
Flujo de saturación, S (veh/h)	2845.017578	2927.798264	1564.199007	2914.447426
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	23.00	23.00	23.00	20.00
Tasa de verde G/Co	0.228	0.228	0.228	0.198
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	648	667	356	577
Relación volumen-capacidad X	1.013	1.248	0.750	1.376
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.231	0.284	0.171	0.272
Flujo crítico de la intersección Yc	0.958			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	1.087			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	656	832	267	794
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	648	667	356	577
Relación Volumen-Capacidad X	1.013	1.248	0.750	1.376
Taza de verde total g/C	0.228	0.228	0.228	0.198
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	39.000	39.000	36.318	40.500
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	38.513	123.796	13.506	179.847
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)	77.5	162.8	49.8	220.3
Nivel de servicio de grupo de carril	E	F	D	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	77.5	162.8	49.8	220.3
Nivel de servicio de aproximación	E	F	D	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	656	832	267	794
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	146.9			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis del plan de fases propuestas.

Tabla 42 Intersección 1. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.217
2	Sur-Norte	0.224
3	Este-Oeste	0.148
4	Oeste-Este	0.242

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 43 Intersección 1. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	12.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	136.578
Ciclo Óptimo redondeado	Co (s)	135.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 44 Intersección 1. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Movimientos	Verde efectivo	VERDE
1	Norte-Sur	32.081	32
2	Sur-Norte	33.157	33
3	Este-Oeste	21.918	22
4	Oeste-Este	35.844	36
		Co	135.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 45 Intersección 1. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12.00	1	G1	32.00
tL=	3	2	G2	33.00
Co=	135.00	3	G3	22.00
		4	G4	36.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

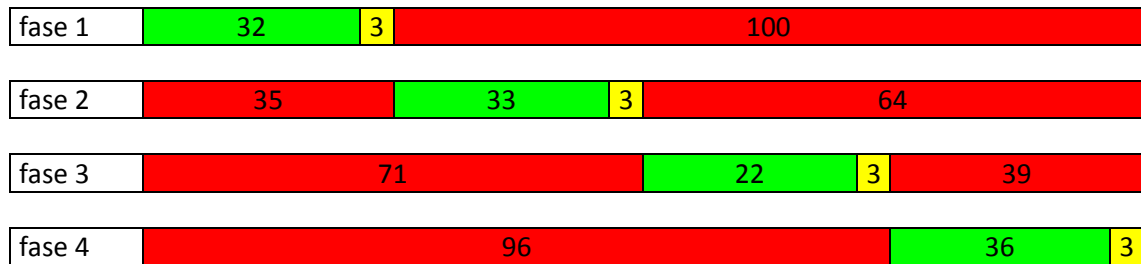


Ilustración 21: Intersección 1. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel D a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 39.9 segundos a 27.7 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.718 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 46 Intersección 1. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	656	832	267	794
Flujo de saturación, S (veh/h)	2845.017578	2927.798264	1564.199007	2914.447426
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	32.00	33.00	22.00	36.00
Tasa de verde G/Co	0.237	0.244	0.163	0.267
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	674	716	255	777
Relación volumen-capacidad X	0.973	1.163	1.047	1.022
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.231	0.284	0.171	0.272
Flujo crítico de la intersección Yc	0.958			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	1.051			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	656	832	267	794
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	674	716	255	777
Relación Volumen-Capacidad X	0.973	1.163	1.047	1.022
Taza de verde total g/C	0.237	0.244	0.163	0.267
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	51.068	51.000	56.500	49.500
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	28.597	88.075	69.346	37.860
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)	79.7	139.1	125.8	87.4
Nivel de servicio de grupo de carril	E	F	F	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	79.7	139.1	125.8	87.4
Nivel de servicio de aproximación	E	F	F	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	656	832	267	794
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	106.3			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.2. Intersección 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.



Ilustración 22: Intersección semaforizada 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte = 9817969	Este = 758581
Altitud	2847 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con carriles únicos por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte mientras tanto que en el sentido oeste-este y este-oeste constan 2 de carriles de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 23.

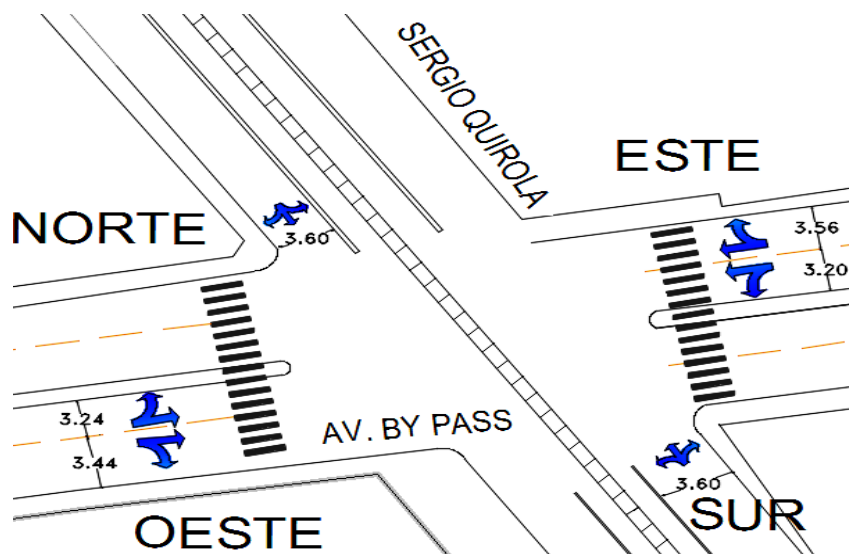
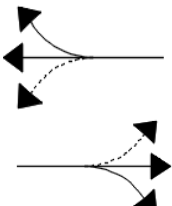
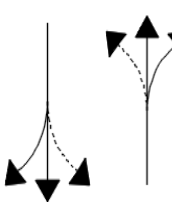


Ilustración 23: Intersección 2. Geometría y tipos de movimientos

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales, la misma que está controlada por un semáforo actuado ya que cuando cruza el ferrocarril este detiene el tránsito vehicular por completo. Esta intersección es simétrica en todos los sentidos

Tabla 47 Intersección 2. Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		1		2		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		3		4		8		7	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
		TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	0	A:
	R:		18	R:	38	R:	0	R:	0
	V:		35	v:	15	V:	0	V:	0
	Duración del ciclo			56	Operación		Actuada		Establecida
Semáforos	Aproximación Norte			Aproximación Sur					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales			Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					
	Aproximación Este			Aproximación Oeste					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales			Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 48: Intersección 2. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 2: AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				8:15			8:30			8:45			9:00			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
CALLE SERGIO QUIROLA	NORTE-SUR	ÚNICO	GIRO IZQ	1	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	5	0	1	6
			RECTO	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2
			GIRO DER	2	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0	0	8
	SUR-NORTE	ÚNICO	GIRO IZQ	0	3	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	5	0	7
			RECTO	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
			GIRO DER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
AV. BY PASS	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	1	0	0	2	0	0	5	0	0	2	0	0	10	0	0	10
			RECTO	45	9	7	55	8	7	60	7	9	60	12	14	220	36	37	293
		DER	RECTO	49	0	0	59	0	0	42	0	0	46	0	0	196	0	0	196
			GIRO DER	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2
			RECTO	85	16	4	105	16	5	74	17	13	94	14	11	358	63	33	454
		DER	RECTO	71	2	4	65	0	0	69	0	0	90	0	0	295	2	4	301
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	9

Fuente: Elaborado por los testistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016

A través de esta intersección circulan 13311 vehículos al día, en un promedio de 1109 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 8:15 a 9:15 donde transitan 1294 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

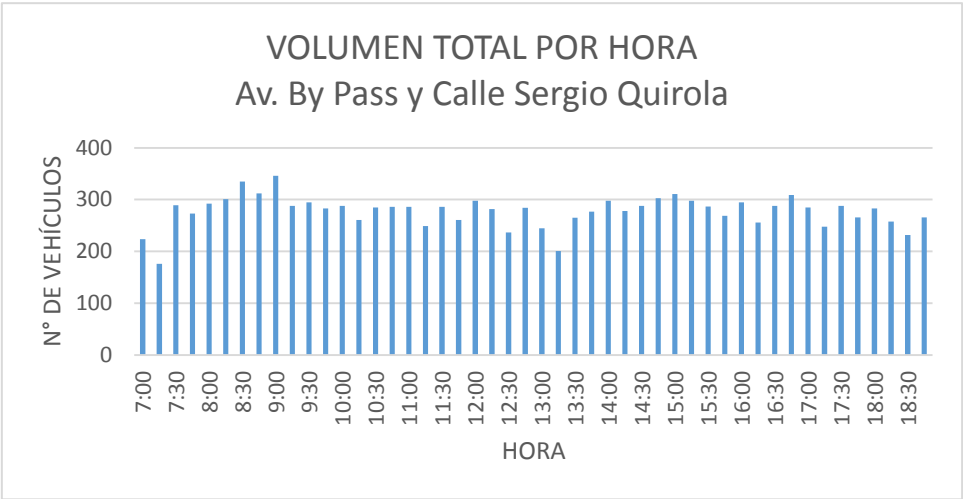


Ilustración 24: Intersección 2. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 20

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 49: Intersección 2. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	6.00	1	G1	35.00
tL=	3	2	G2	15.00
Co=	56.00			

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 50: Intersección 2. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1		2	
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	16	10	502	766
Flujo de saturación, S (veh/h)	1564.19786	1552.7783	2795.68412	2849.94728
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	15.00	15.00	35.00	35.00
Tasa de verde G/Co	0.268	0.268	0.625	0.625
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	419	416	1747	1781
Relación volumen-capacidad X	0.038	0.024	0.287	0.430
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.010	0.006	0.180	0.269
Flujo crítico de la intersección Yc	0.279			
Tiempo perdido por ciclo L	6			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.312			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	16	10	502	766
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	419	416	1747	1781
Relación Volumen-Capacidad X	0.038	0.024	0.287	0.430
Taza de verde total g/C	0.268	0.268	0.625	0.625
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	15.164	15.106	4.799	5.385
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.171	0.107	0.415	0.760
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)	15.3	15.2	5.2	6.1
Nivel de servicio de grupo de carril	B	B	A	A
Retraso por aproximación dA (s/veh)	15.3	15.2	5.2	6.1
Nivel de servicio de aproximación	B	B	A	A
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	16	10	502	766
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	6.0			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	A			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 51: Intersección 2. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur y Sur-Norte	0.009
2	Este-Oeste y Oeste-Este	0.351

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 52: Intersección 2. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	I (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	6.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	21.881
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	25.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 53: Intersección 2. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur y Sur-Norte	0.488	5
2	Este-Oeste y Oeste-Este	18.512	19
		Co	30.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 54: Intersección 2. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	6.00	1	G1	19.00
tL=	3	2	G2	5.00
Co=	30.00			

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

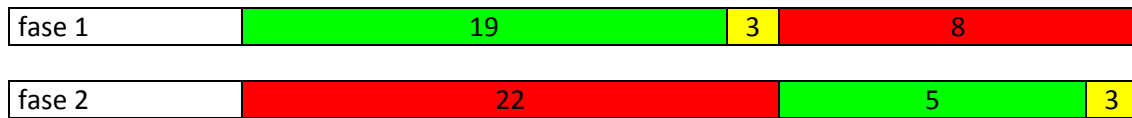


Ilustración 25: Intersección 2. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general se mantiene en un nivel A, pero los retrasos de los vehículos se han reducido de 6.0 segundos a 3.4 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.349 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 55: Intersección 2. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1		2	
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	16	10	502	766
Flujo de saturación, S (veh/h)	1564.19786	1552.7783	2795.68412	2849.94728
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	5.00	5.00	19.00	19.00
Tasa de verde G/Co	0.167	0.167	0.633	0.633
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	261	259	1771	1805
Relación volumen-capacidad X	0.061	0.039	0.284	0.424
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.010	0.006	0.180	0.269
Flujo crítico de la intersección Yc	0.279			
Tiempo perdido por ciclo L	6			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.349			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	16	10	502	766
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	261	259	1771	1805
Relación Volumen-Capacidad X	0.061	0.039	0.284	0.424
Taza de verde total g/C	0.167	0.167	0.633	0.633
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	10.524	10.484	2.458	2.758
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.451	0.279	0.402	0.733
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)	11.0	10.8	2.9	3.5
Nivel de servicio de grupo de carril	B	B	A	A
Retraso por aproximación dA (s/veh)	11.0	10.8	2.9	3.5
Nivel de servicio de aproximación	B	B	A	A
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	16	10	502	766
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	3.4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	A			

Fuente: Realizada por los testistas.

4.2.3. Intersección 3: Av. By Pass y Av. Canónigo Ramos.



Ilustración 26: Intersección semaforizada 3: Av. By Pass y Av. Canónigo Ramos.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte = 9817848	Este = 757912
Altitud	2847 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con dos carriles por cada aproximación de sentido sur-norte, este-oeste, oeste-este mientras tanto que en el sentido norte-sur consta de un carril único de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 9 ya que la aproximación en sentido norte-sur tiene un solo sentido de circulación como lo indica la ilustración 27.

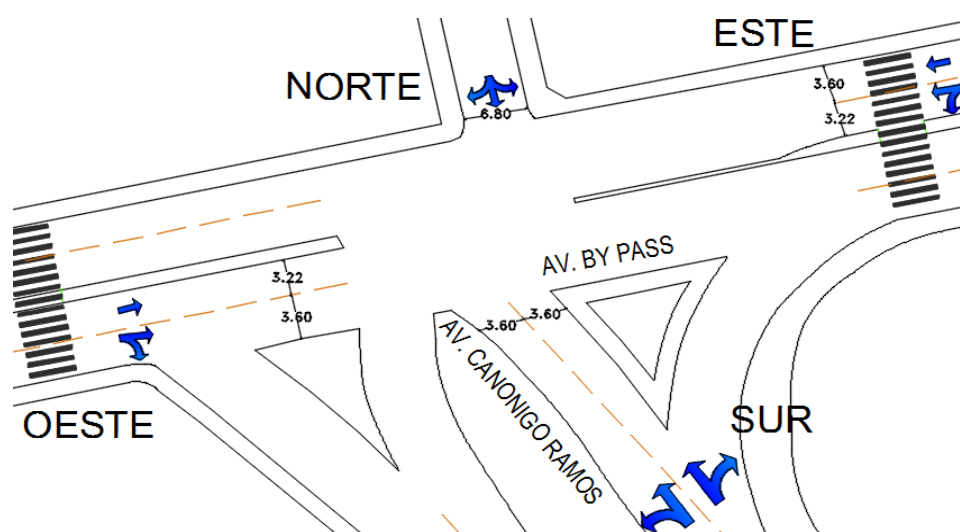


Ilustración 27: Intersección 3: Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales; además es una de las vías principales que nos dirige al centro de la urbe; la misma está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en todos los sentidos.

Tabla 56: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 3: Av. By Pass y Av. Canonigo Ramos.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		9		13		8		10	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	73	R:	68	R:	66	R:	66
		V:	15	v:	20	V:	22	V:	22
	Duración del ciclo				91	Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 57: Intersección 3. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																				
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 3: AV. BY PASS Y AV. CANÓNIGO RAMOS.																
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO	
				7:45			8:00			8:15			8:30			SUBTOTAL				
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
AV. CANONIGO RAMOS.	NORTE-SUR	ÚNICO	GIRO IZQ	4	2	0	6	1	0	6	2	0	4	3	0	20	8	0	28	
			RECTO	23	0	0	14	0	1	16	0	2	16	0	1	69	0	4	73	
			GIRO DER	0	0	1	2	0	1	6	0	0	4	0	1	12	0	3	15	
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	50	1	4	53	3	2	29	1	8	38	1	3	170	6	17	193	
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	28	4	4	17	6	0	19	4	1	19	6	1	83	20	6	109	
AV. BY PASS	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	39	3	2	38	7	3	19	6	1	19	5	0	115	21	6	142	
			RECTO	32	4	6	31	5	3	28	6	7	43	5	2	134	20	18	172	
		DER	RECTO	38	8	8	61	12	5	42	12	2	37	6	4	178	38	19	235	
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	25	8	0	45	5	3	15	4	2	30	3	3	115	20	8	143	
		DER	RECTO	64	2	18	64	1	7	37	6	7	34	0	8	199	9	40	248	
			GIRO DER	64	14	5	72	11	6	52	12	4	48	7	5	236	44	20	300	

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 16214 vehículos al día, en un promedio de 1351 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 7:45 a 8:45 donde transitan 1658 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

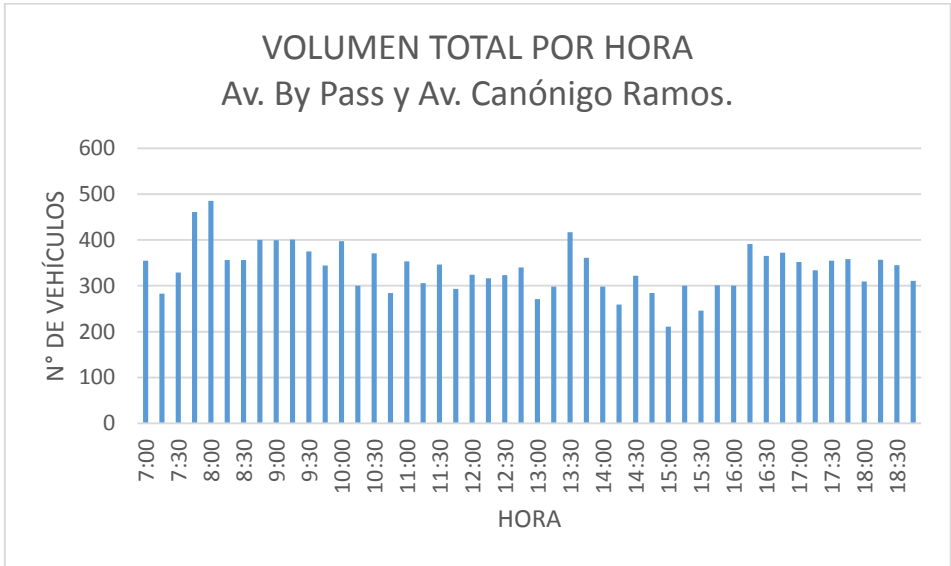


Ilustración 28: Intersección 3. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los analistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 58: Intersección 3. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	15.00
tL=	3	2	G2	20.00
Co=	91.00	3	G3	22.00
		4	G4	22.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 59: Intersección 3. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	116	302	549	691
Flujo de saturación, S (veh/h)	1564.27066	2926.40857	2676.07083	2820.244679
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	15.00	20.00	22.00	22.00
Tasa de verde G/Co	0.165	0.220	0.242	0.242
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	258	643	647	682
Relación volumen-capacidad X	0.450	0.470	0.849	1.013
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.074	0.103	0.205	0.245
Flujo crítico de la intersección YC	0.628			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.723			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	116	302	549	691
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	258	643	647	682
Relación Volumen-Capacidad X	0.450	0.470	0.849	1.013
Taza de verde total g/C	0.165	0.220	0.242	0.242
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	34.278	30.885	32.911	34.500
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	5.583	2.452	13.081	37.861
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)	39.9	33.3	46.0	72.4
Nivel de servicio de grupo de carril	D	C	D	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	39.9	33.3	46.0	72.4
Nivel de servicio de aproximación	D	C	D	E
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	116	302	549	691
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	54.2			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los testistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 60: Intersección 3. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.064
2	Sur-Norte	0.115
3	Este-Oeste Oeste-Este	0.469
4	Este-Oeste Izq	0.094

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 61: Intersección 3. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	12.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	89.083
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	90.000

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 62: Intersección 3. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	6.684	7
2	Sur-Norte	12.080	12
3	Este-Oeste Oeste-Este	49.334	49
4	Este-Oeste Izq	9.902	10
		Co	90.000

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 63: Intersección 3. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	7.00
tL=	3	2	G2	12.00
Co=	90.00	3	G3	49.00
		4	G4	10.00

Fuente: Realizada por los tesistas.

Diagrama semafórica.

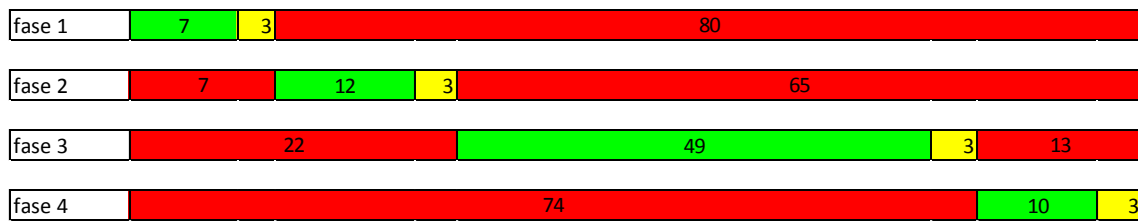
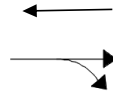
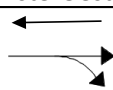


Ilustración 29: Intersección 3. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel D a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 54.2 segundos a 33.7 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.736, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 64: Intersección 3. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	116	302	1098	142
Flujo de saturación, S (veh/h)	1564.27066	2926.40857	2676.07083	2820.244679
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	7.00	12.00	49.00	10.00
Tasa de verde G/Co	0.078	0.133	0.544	0.111
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	122	390	1457	313
Relación volumen-capacidad X	0.953	0.774	0.754	0.453
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.074	0.103	0.410	0.050
Flujo crítico de la intersección Yc	0.638			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.736			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este-Oeste	Este Izq.
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	116	302	1098	142
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	122	390	1457	313
Relación Volumen-Capacidad X	0.953	0.774	0.754	0.453
Taza de verde total g/C	0.078	0.133	0.544	0.111
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	41.338	37.689	15.837	37.441
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	69.880	13.899	3.658	4.671
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)	111.2	51.6	19.5	42.1
Nivel de servicio de grupo de carril	F	D	B	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	111.2	51.6	19.5	42.1
Nivel de servicio de aproximación	F	D	B	D
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	116	302	1098	142
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	33.7			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C			

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.4. Intersección 4: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. By Pass.

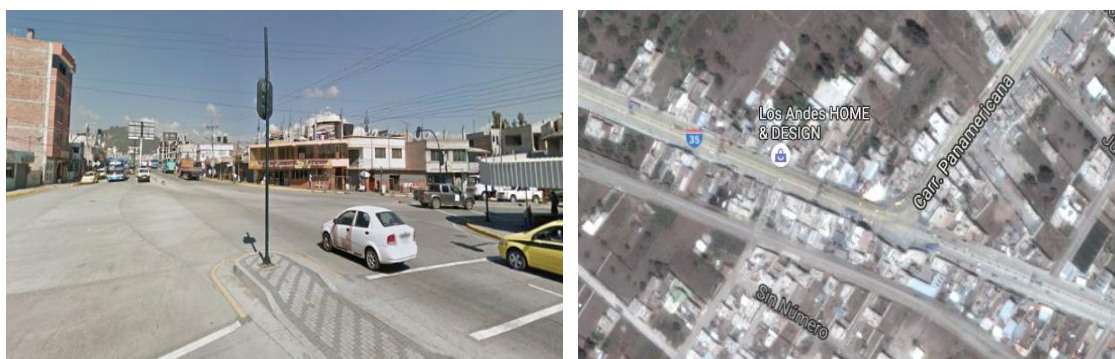


Ilustración 30: Intersección semaforizada 4: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. By Pass.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte = 9816824	Este = 756452
Altitud	2886 msnm

Esta intersección consta de 3 accesos, norte, sur, y este, con dos carriles por cada aproximación de sentido circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 6 ya que la aproximación en sentido oeste-este no existe como lo indica la ilustración 31.

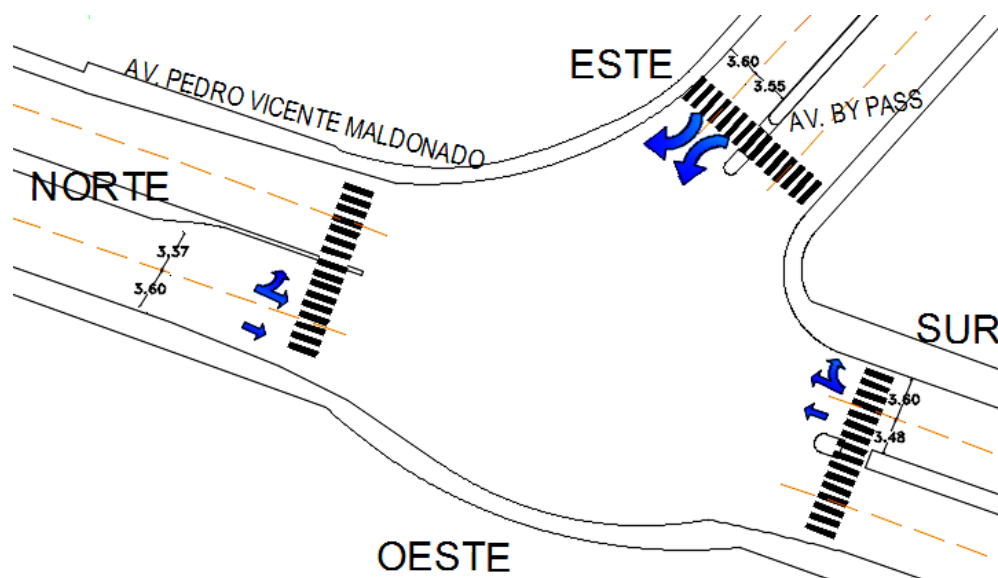


Ilustración 31: Intersección 4. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales; además es una de las vías principales que nos dirige al centro de la urbe y también es una zona comercial; la misma está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 65: Características geométricas y condiciones semaforicas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 4: Av. By Pass y Av. Pedro Vicente Maldonado									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		2		-	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		-	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		-	
Parada de bus		SI		SI		NO		-	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		47		73		25		21	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	ϕ 1		ϕ 2		ϕ 3		ϕ 4	
									
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
		R:	53	R:	53	R:	56	R:	0
		V:	25	v:	25	V:	22	V:	0
	Duración del ciclo			81	Operación			Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales								

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 66: Intersección 4. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																				
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 3: AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO																
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO	
				14:15			14:30			14:45			15:00			SUBTOTAL				
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO.	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	75	18	8	77	10	3	71	11	14	69	7	11	292	46	36	374	
			RECTO	39	0	0	43	1	1	54	2	1	35	11	3	171	14	5	190	
		DER	RECTO	76	13	3	84	5	5	89	9	5	77	5	4	326	32	17	375	
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	120	6	7	81	4	5	81	5	2	108	6	2	390	21	16	427	
		DER	RECTO	11	0	0	5	0	0	9	0	0	23	3	1	48	3	1	52	
			GIRO DER	108	8	3	92	8	5	141	6	3	104	4	3	445	26	14	485	
AV. BY PASS	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	21	3	1	27	5	3	17	3	4	32	3	0	97	14	8	119	
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			GIRO DER	55	12	8	56	10	8	54	8	10	70	7	7	235	37	33	305	
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 24477 vehículos al día, en un promedio de 2040 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 14:15 a 15:15 donde transitan 2327 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

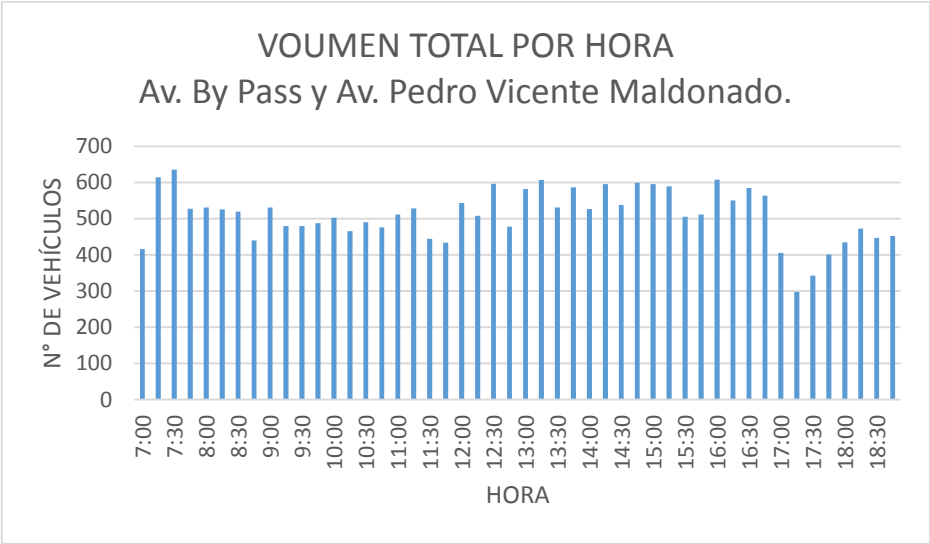


Ilustración 32: Intersección 4. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 67: Intersección 4. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	25.00
tL=	3	2	G2	25.00
Co=	81.00	3	G3	22.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 68: Intersección 4. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	939	964	424
Flujo de saturación, S (veh/h)	3250.26996	2754.377602	2926.05824
Tiempo perdido I (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g , (s)	25.00	25.00	22.00
Tasa de verde G/Co	0.309	0.309	0.272
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	1003	850	795
Relación volumen-capacidad X	0.936	1.134	0.534
Razón de flujo Yi , (veh/h)	0.289	0.350	0.145
Flujo crítico de la intersección Yc	0.784		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.882		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Aprox. Norte	Aprox- Sur	Aprox. Este
			
Volumen vehicular , v (veh/h)	939	964	424
Capacidad del grupo de carril , c (veh/h)	1003	850	795
Relación Volumen-Capacidad X	0.936	1.134	0.534
Taza de verde total g/C	0.309	0.309	0.272
Retraso uniforme, d1 , (s/veh)	27.223	28.000	25.129
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	16.639	74.739	2.559
Retraso inicial de la cola vehicular d3 , (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	43.9	102.7	27.7
Nivel de servicio de grupo de carril	D	F	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	43.9	102.7	27.7
Nivel de servicio de aproximación	D	F	C
Taza de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	939	964	424
Retraso de la intersección dI , (s/veh)	65.3		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E		

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 69: Intersección 4. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0.299
2	Norte-Sur Izq Este-Oeste Der	0.273
3	Este-Oeste Izq.	0.233

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 70: Intersección 4. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	9.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	95.282
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	95.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 71: Intersección 4. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur Sur-Norte	31.946	32
2	Norte-Sur Izq Este-Oeste Der	29.181	29
3	Este-Oeste Izq.	24.872	25
		Co	95.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 72: Intersección 4. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	32.00
tL=	3	2	G2	29.00
Co=	95.00	3	G3	25.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

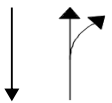
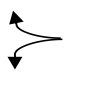
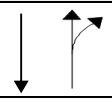
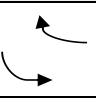
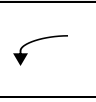


Ilustración 33: Intersección 4. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel E a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 65.3 segundos a 29.9 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.457, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 73: Intersección 4. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	1529	374	119
Flujo de saturación, S (veh/h)	6004.64756	3154.940768	2926.05824
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	32.00	29.00	25.00
Tasa de verde G/Co	0.337	0.305	0.263
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	2023	963	770
Relación volumen-capacidad X	0.756	0.388	0.155
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.255	0.119	0.041
Flujo crítico de la intersección Yc	0.414		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.457		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Aprox. Norte	Aprox- Sur	Aprox. Este
			
Volumen vehicular ,v (veh/h)	1529	374	119
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	2023	963	770
Relación Volumen-Capacidad X	0.756	0.388	0.155
Taza de verde total g/C	0.337	0.305	0.263
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	28.026	26.010	26.883
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	2.691	1.182	0.427
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	30.7	27.2	27.3
Nivel de servicio de grupo de carril	C	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	30.7	27.2	27.3
Nivel de servicio de aproximación	C	C	C
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1529	374	119
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	29.9		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C		

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.5. Intersección 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Araujo.



Ilustración 34: Intersección semaforizada 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle José Araujo.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816516	Este= 757393
Altitud	2848 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte mientras tanto que en el sentido oeste-este y este-oeste constan de un carril único de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 35.

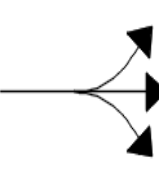
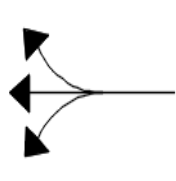


Ilustración 35: Intersección 5. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales; además es una de las vías principales que nos dirige al centro de la urbe; además esta intersección está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 74: Características geométricas y condiciones semaforicas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José de Araujo.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		1		1	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		SI		SI		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		3		4		28		7	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
	TIEMPO	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	70	R:	70	R:	92	R:	92
V:		35	v:	35	V:	13	V:	13	
Duración del ciclo			108		Operación		Establecida		
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 75: Intersección 5: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 5: AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				13:00			13:15			13:30			13:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO.	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	6	1	0	2	1	0	3	0	0	5	1	0	16	3	0	19
			RECTO	79	1	7	78	2	5	80	2	3	78	1	8	315	6	23	344
		DER	RECTO	75	9	3	79	8	5	85	7	4	80	7	5	319	31	17	367
			GIRO DER	3	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	6	0	1	7
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	16	2	2	3	1	0	9	0	1	12	0	6	40	3	9	52
			RECTO	83	7	6	93	6	4	96	11	12	74	4	4	346	28	26	400
		DER	RECTO	86	6	6	89	8	5	89	16	7	75	7	7	339	37	25	401
			GIRO DER	10	1	3	1	0	1	6	0	4	5	0	4	22	1	12	35
CALLE JOSÉ DE ARAUJO	ESTE-OESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	5	0	2	3	0	1	3	0	1	5	2	1	16	2	5	23
			RECTO	2	0	1	1	0	1	2	0	0	3	0	0	8	0	2	10
			GIRO DER	1	1	3	0	1	4	2	1	3	6	2	2	9	5	12	26
	OESTE-ESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	6	0	0	8	0	0	5	1	1	2	0	0	21	1	1	23
			RECTO	2	1	0	1	0	1	2	0	0	3	0	0	8	1	1	10
			GIRO DER	9	0	0	9	0	0	8	0	1	11	0	0	37	0	1	38

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 15258 vehículos al día, en un promedio de 1272 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 13:00 a 14:00 donde transitan 1755 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

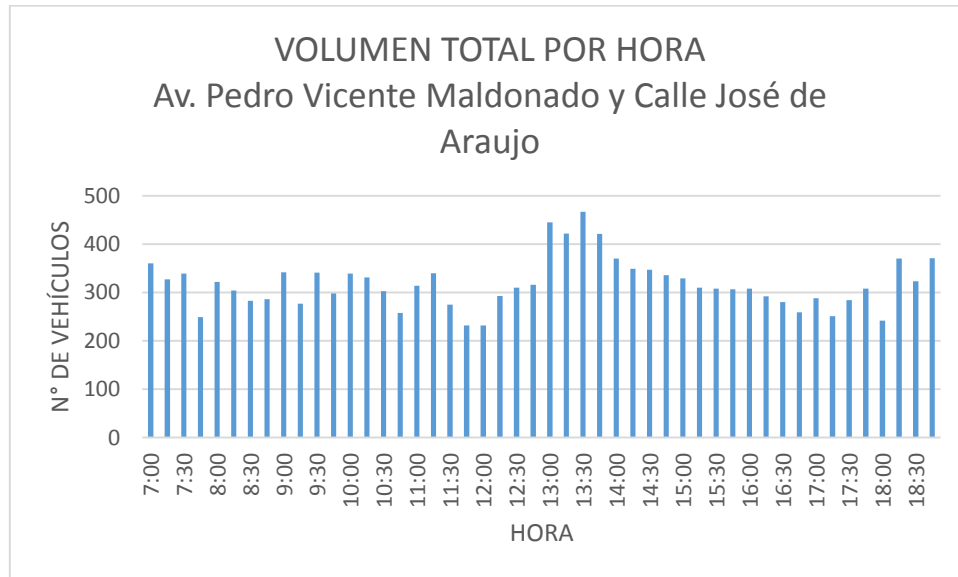


Ilustración 36: Intersección 5. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 76: Intersección 5. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	35.00
tL=	3	2	G2	35.00
Co=	108.00	3	G3	13.00
		4	G4	13.00

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 77: Intersección 5. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	737	888	59	71
Flujo de saturación, S (veh/h)	2856.088015	2598.95045	1560.272186	1541.096281
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g , (s)	35.00	35.00	13.00	13.00
Tasa de verde G/Co	0.324	0.324	0.120	0.120
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	926	842	188	186
Relación volumen-capacidad X	0.796	1.054	0.314	0.383
Razón de flujo Yi , (veh/h)	0.258	0.342	0.038	0.046
Flujo crítico de la intersección Yc	0.684			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.769			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	737	888	59	71
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	926	842	188	186
Relación Volumen-Capacidad X	0.796	1.054	0.314	0.383
Taza de verde total g/C	0.324	0.324	0.120	0.120
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	33.252	36.500	43.424	43.800
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	7.057	46.328	4.329	5.892
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)	40.3	82.8	47.8	49.7
Nivel de servicio de grupo de carril	D	F	D	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	40.3	82.8	47.8	49.7
Nivel de servicio de aproximación	D	F	D	D
Taza de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	737	888	59	71
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	62.5			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los tesisas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 78: Intersección 5. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.236
2	Sur-Norte	0.283
3	Este-Oeste	0.034
4	Oeste-Este	0.042

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 79: Intersección 5. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	12.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	56.887
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	60.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 80: Intersección 5. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	19.045	19
2	Sur-Norte	22.834	23
3	Este-Oeste	2.974	5
4	Oeste-Este	3.356	5
		Co	64.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 81: Intersección 5. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	19.00
tL=	3	2	G2	23.00
Co=	64.00	3	G3	5.00
		4	G4	5.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

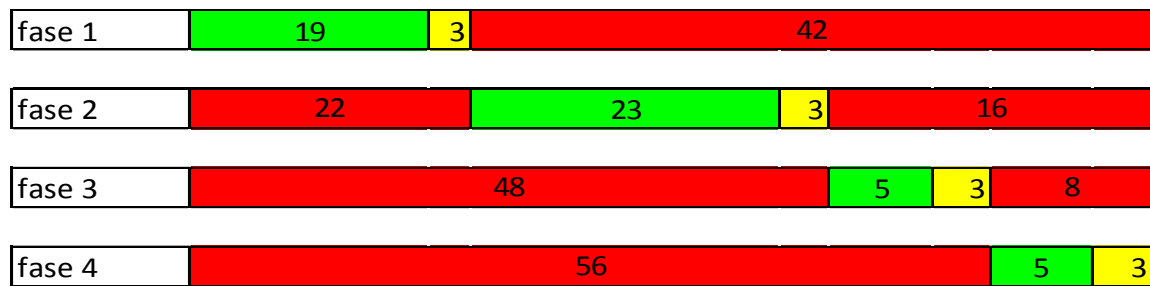


Ilustración 37: Intersección 5. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel E a nivel D, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 62.5 segundos a 37.3 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.841, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 82: Intersección 5. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril	preestablecido		preestablecido	
				
Volumen vehicular (veh/h)	737	888	59	71
Flujo de saturación, S (veh/h)	2856.08802	2598.95045	1560.27219	1541.09628
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	19.00	23.00	5.00	5.00
Tasa de verde G/Co	0.297	0.359	0.078	0.078
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	848	934	122	120
Relación volumen-capacidad X	0.869	0.951	0.484	0.590
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.258	0.342	0.038	0.046
Flujo crítico de la intersección Yc	0.684			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.841			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	737	888	59	71
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	848	934	122	120
Relación Volumen-Capacidad X	0.869	0.951	0.484	0.590
Taza de verde total g/C	0.297	0.359	0.078	0.078
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	21.322	19.949	28.264	28.509
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	11.759	19.698	13.112	19.441
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)	33.1	39.6	41.4	47.9
Nivel de servicio de grupo de carril	C	D	D	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	33.1	39.6	41.4	47.9
Nivel de servicio de aproximación	C	D	D	D
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	737	888	59	71
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	37.3			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los testistas.

4.2.6. Intersección 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Peralta.



Ilustración 38: Intersección semaforizada 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle José Peralta.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816357	Este= 757966
Altitud	2821 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur y sur-norte, mientras tanto que en el sentido oeste-este y este-oeste constan de un carril único de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 39.

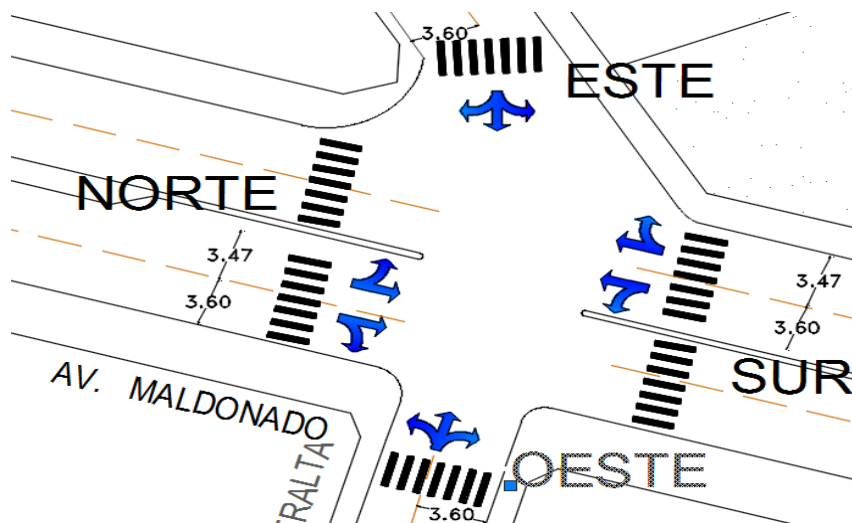


Ilustración 39: Intersección 6. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales; además es una de las vías principales que nos dirige al centro de la urbe. Este sector es comercial, de vivienda y de estudio ya que se encuentra ubicada la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH); dicha intersección está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 83: Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José de Peralta.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		1		1	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		SI		SI		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		7		11		39		10	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
		R:	71	R:	71	R:	96	R:	0
		V:	45	v:	45	V:	20	V:	0
	Duración del ciclo				119	Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 84: Intersección 6: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 6: AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				8:15			8:30			8:45			9:00			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO.	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	2	1	1	4
			RECTO	70	3	5	91	5	12	80	8	7	76	3	6	317	19	30	366
		DER	RECTO	35	4	1	55	4	2	46	9	4	46	12	3	182	29	10	221
			GIRO DER	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	2	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	6	1	0	7
			RECTO	87	7	7	60	6	7	60	3	17	73	7	9	280	23	40	343
		DER	RECTO	65	16	11	60	18	6	60	11	6	62	15	7	247	60	30	337
			GIRO DER	5	0	5	10	0	0	11	1	0	11	1	0	37	2	5	44
CALLE JOSÉ PERALTA.	ESTE-OESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	60	2	0	47	0	0	42	3	0	43	6	0	192	11	0	203
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
			GIRO DER	6	3	0	2	2	0	36	3	0	13	3	0	57	11	0	68
	OESTE-ESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	7	0	0	7	0	0	7	0	0	8	0	0	29	0	0	29
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 16453 vehículos al día, en un promedio de 1371 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 08:15 a 09:15 donde transitan 1628 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

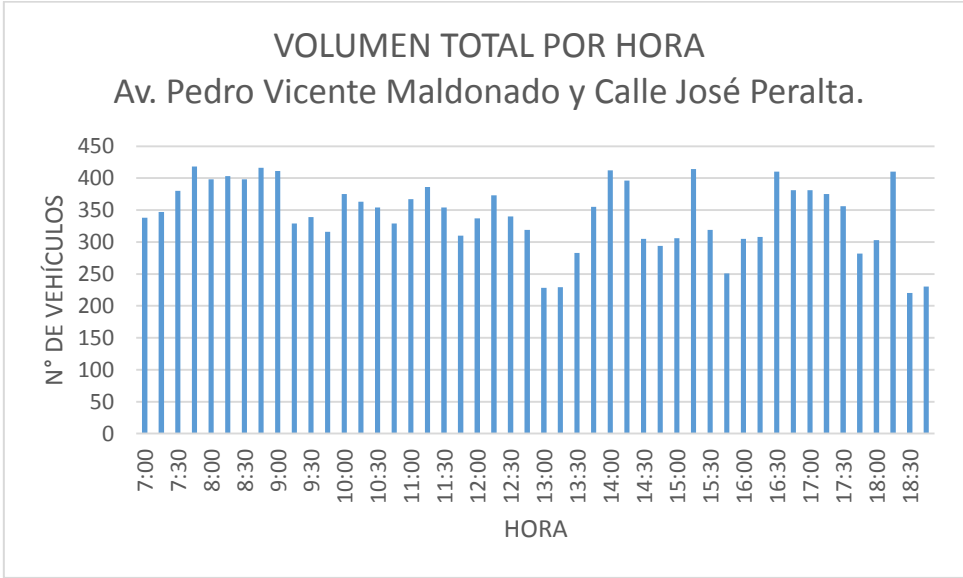


Ilustración 40: Intersección 6. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 85: Intersección 6. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	45.00
tL=	3	2	G2	45.00
Co=	119.00	3	G3	20.00

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 86: Intersección 6. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	607	731	272
Flujo de saturación, S (veh/h)	2856.088015	2598.95045	1560.272186
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	45.00	45.00	20.00
Tasa de verde G/Co	0.378	0.378	0.168
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1080	983	262
Relación volumen-capacidad X	0.562	0.744	1.037
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.213	0.281	0.174
Flujo crítico de la intersección Yc	0.668		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.723		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur	Este-Oeste
Volumen vehicular ,v (veh/h)	607	731	272
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1080	983	262
Relación Volumen-Capacidad X	0.562	0.744	1.037
Taza de verde total g/C	0.378	0.378	0.168
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	29.218	32.012	49.500
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	2.116	5.092	65.603
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	31.3	37.1	115.1
Nivel de servicio de grupo de carril	C	D	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	31.3	37.1	115.1
Nivel de servicio de aproximación	C	D	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	607	731	272
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	48.1		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D		

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 87: Intersección 6. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.224
2	Sur-Norte	0.274
3	Este-Oeste Oeste-Este	0.161

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 88: Intersección 6. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	9.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	54.387
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	55.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 89: Intersección 6. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	15.644	16
2	Sur-Norte	19.121	19
3	Este-Oeste Oeste-Este	11.235	11
		Co	55.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 90: Intersección 6. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	16.00
tL=	3	2	G2	19.00
Co=	55.00	3	G3	11.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

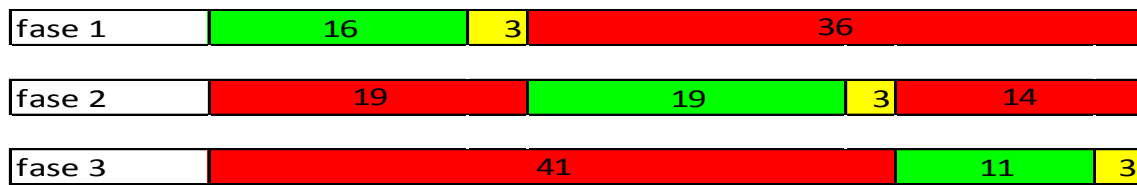
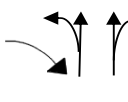
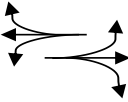


Ilustración 41: Intersección 6. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel D a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 48.1 segundos a 27.9 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.799, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 91: Intersección 6. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	607	731	272
Flujo de saturación, S (veh/h)	2856.088015	2598.95045	1560.27219
Tiempo perdido I (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	16.00	19.00	11.00
Tasa de verde G/Co	0.291	0.345	0.200
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	831	898	312
Relación volumen-capacidad X	0.731	0.814	0.872
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.213	0.281	0.174
Flujo crítico de la intersección Yc	0.668		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.799		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur	Este-Oeste
			
Volumen vehicular ,v (veh/h)	607	731	272
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	831	898	312
Relación Volumen-Capacidad X	0.731	0.814	0.872
Taza de verde total g/C	0.291	0.345	0.200
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	17.559	16.392	21.316
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	5.614	8.017	26.767
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	23.2	24.4	48.1
Nivel de servicio de grupo de carril	C	C	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	23.2	24.4	48.1
Nivel de servicio de aproximación	C	C	D
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	607	731	272
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	27.9		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C		

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.7. Intersección 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.

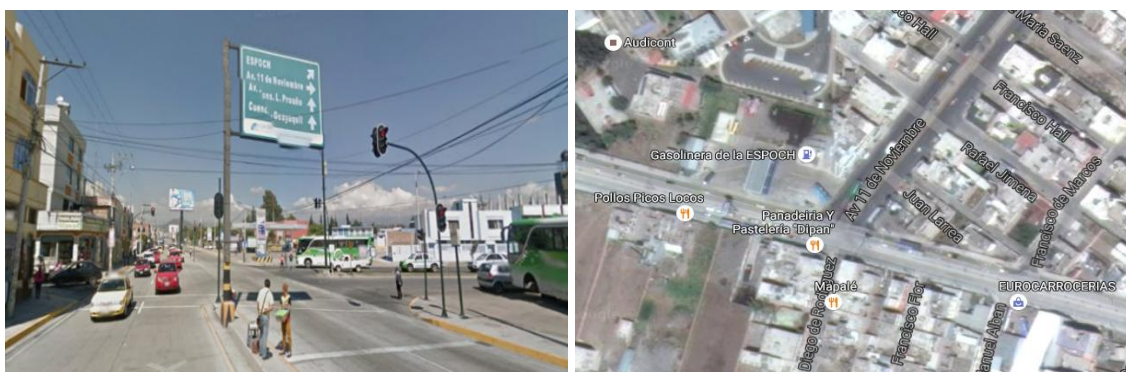


Ilustración 42: Intersección semaforizada 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816162	Este= 758661
Altitud	2844 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte y este-oeste; mientras tanto que en el sentido oeste-este consta de un carril único de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 43.

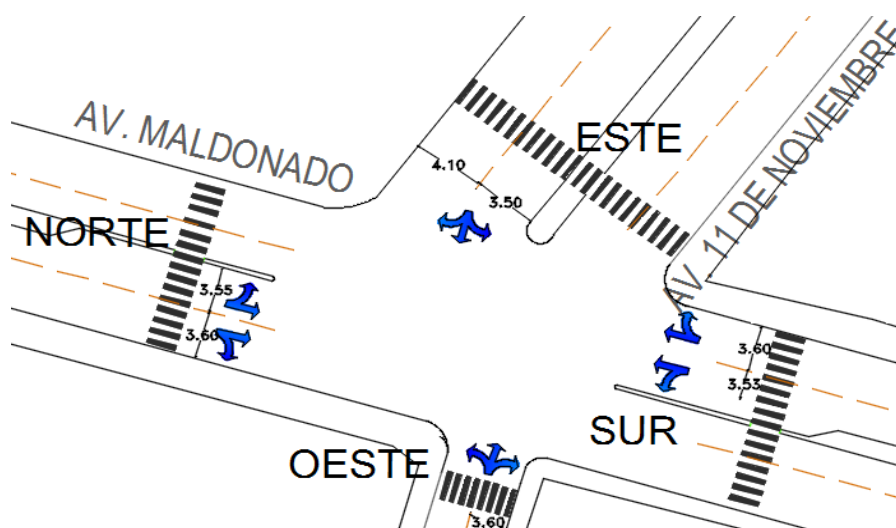


Ilustración 43: Intersección 7. Geometrías y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los analistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos e interprovinciales; además es una de las vías principales que nos dirige al centro de la urbe. Este sector es comercial, de vivienda y de estudio ya que se encuentra ubicada la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH); dicha intersección está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 92: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		2		1	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		SI		SI		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		4		6		12		13	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	ϕ 1		ϕ 2		ϕ 3		ϕ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	74	R:	74	R:	99	R:	89
		V:	35	v:	35	V:	10	V:	20
	Duración del ciclo			112		Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 93: Intersección 7: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 7: AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y Av. 11 DE NOVIEMBRRE.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL SENTIDO
				10:45			11:00			11:15			11:30			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO.	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	38	1	3	30	1	2	32	1	0	24	1	0	124	4	5	133
			RECTO	92	8	5	110	2	7	105	1	6	94	2	8	401	13	26	440
		DER	RECTO	75	4	5	99	12	9	87	11	6	93	14	3	354	41	23	418
			GIRO DER	2	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	8	0	0	8
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	4	0	0	4	0	0	4	0	0	12	0	0	24	0	0	24
			RECTO	93	3	2	86	3	7	87	3	6	90	4	4	356	13	19	388
		DER	RECTO	57	5	3	48	8	2	43	9	1	52	8	1	200	30	7	237
			GIRO DER	11	0	0	13	0	0	4	0	0	9	0	0	37	0	0	37
AV. 11 DE NOVIEMBRE.	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	35	1	2	45	0	2	42	0	2	27	0	0	149	1	6	156
			RECTO	5	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	10	0	2	12
		DER	RECTO	4	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	10
			GIRO DER	36	3	4	39	5	4	45	3	5	38	4	0	158	15	13	186
	OESTE-ESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	11	0	2	12	0	0	3	0	0	1	0	0	27	0	2	29
			RECTO	6	0	1	11	0	0	5	0	0	6	0	0	28	0	1	29
			GIRO DER	9	1	2	16	0	0	6	0	0	16	0	0	47	1	2	50

Fuente: Elaborado por los testistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016

A través de esta intersección circulan 25061 vehículos al día, en un promedio de 2088 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 10:45 a 11:45 donde circulan 2633 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

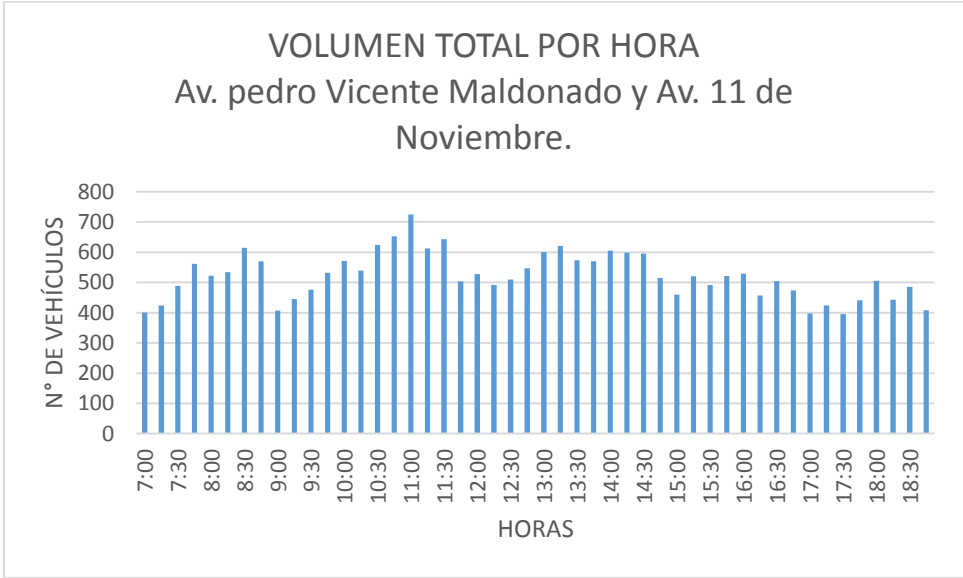


Ilustración 44: Intersección 7. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 94: Intersección 7. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	35.00
tL=	3	2	G2	35.00
Co=	112.00	3	G3	20.00
		4	G4	10.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 95: Intersección 7. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	999	686	364	108
Flujo de saturación, S (veh/h)	2774.687303	2576.193496	2926.727695	1564.490316
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	35.00	35.00	20.00	10.00
Tasa de verde G/Co	0.313	0.313	0.179	0.089
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	867	805	523	140
Relación volumen-capacidad X	1.152	0.852	0.696	0.773
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.360	0.266	0.124	0.069
Flujo crítico de la intersección Yc	0.820			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.918			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	999	686	364	108
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	867	805	523	140
Relación Volumen-Capacidad X	1.152	0.852	0.696	0.773
Taza de verde total g/C	0.313	0.313	0.179	0.089
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	38.500	36.075	43.153	49.890
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	81.641	11.048	7.492	33.153
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)	120.1	47.1	50.6	83.0
Nivel de servicio de grupo de carril	F	D	D	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	120.1	47.1	50.6	83.0
Nivel de servicio de aproximación	F	D	D	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	999	686	364	108
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	83.3			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los testistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 96: Intersección 7. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.340
2	Sur-Norte	0.242
3	Este-Oeste	0.134
4	Oeste-Este	0.062

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 97: Intersección 7. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	12.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	103.640
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	100.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 98: Intersección 7. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	38.415	38
2	Sur-Norte	27.396	28
3	Este-Oeste	15.192	16
4	Oeste-Este	6.997	7
		Co	101.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 99: Intersección 7. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	38.00
tL=	3.00	2	G2	28.00
Co=	101.00	3	G3	16.00
		4	G4	7.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

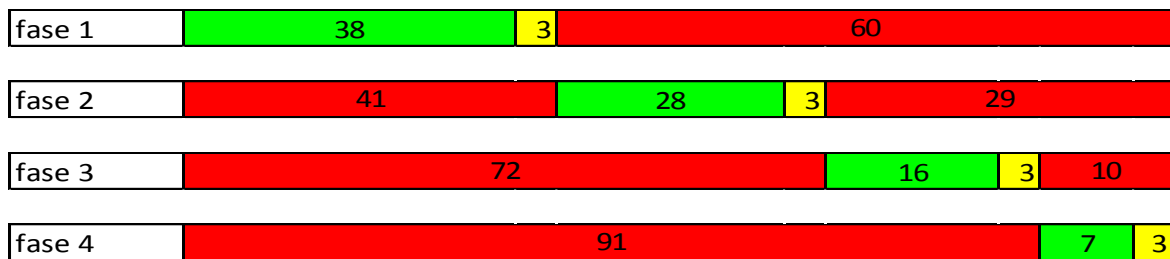


Ilustración 45: Intersección 7. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel E, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 83.3 segundos a 58.2 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.930, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 100: Intersección 7. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	999	686	364	108
Flujo de saturación, S (veh/h)	2774.6873	2576.1935	2926.7277	1564.49032
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	38.00	28.00	16.00	7.00
Tasa de verde G/Co	0.376	0.277	0.158	0.069
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1044	714	464	108
Relación volumen-capacidad X	0.957	0.961	0.785	0.996
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.360	0.266	0.124	0.069
Flujo crítico de la intersección Yc	0.820			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.930			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	999	686	364	108
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1044	714	464	108
Relación Volumen-Capacidad X	0.957	0.961	0.785	0.996
Taza de verde total g/C	0.376	0.277	0.158	0.069
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	30.703	35.956	40.848	46.986
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	19.233	25.298	12.553	85.371
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)	49.9	61.3	53.4	132.4
Nivel de servicio de grupo de carril	D	E	D	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	49.9	61.3	53.4	132.4
Nivel de servicio de aproximación	D	E	D	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	999	686	364	108
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	58.2			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los testistas.

4.2.8. Intersección 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montreal.

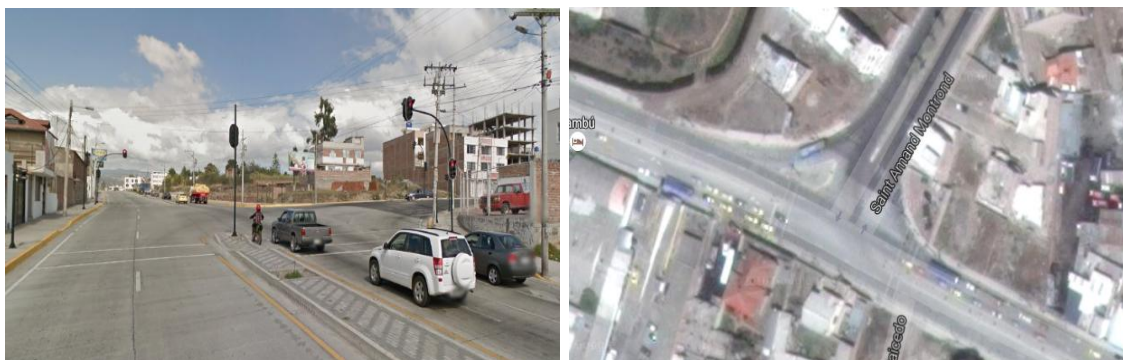


Ilustración 46: Intersección semaforizada 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montreal.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816012	Este= 759126
Altitud	2801 msnm

Esta intersección consta de 3 accesos, norte, sur, y este, con dos carriles por cada aproximación de sentido circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 6 ya que la aproximación en sentido oeste-este no existe como lo indica la ilustración 47.

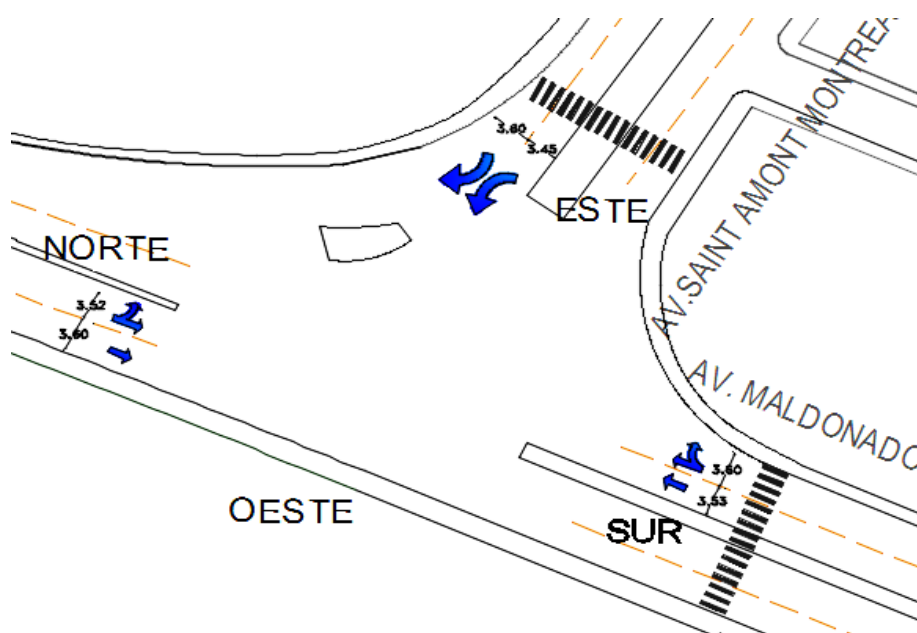


Ilustración 47: Intersección 8. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos; además es una de las vías principales que nos dirige al centro de la urbe, la misma está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 101: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montread.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		2		-	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		-	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		-	
Parada de bus		NO		NO		NO		-	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		3		4		6		4	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
		R:	36	R:	61	R:	61	R:	0
		V:	40	v:	15	V:	15	V:	0
	Duración del ciclo			79	Operación		Establecida		
Semáforos	Aproximación Norte			Aproximación Sur					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales			Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					
	Aproximación Este			Aproximación Oeste					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales								

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 102: Intersección 8: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 8: AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL SENTIDO
				13:30			13:45			14:00			14:15			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO.	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	7	1	0	10	1	0	6	0	1	12	0	1	35	2	2	39
			RECTO	101	8	8	90	8	7	91	5	7	111	6	5	393	27	27	447
		DER	RECTO	75	5	2	72	3	5	88	4	6	54	6	0	289	18	13	320
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	117	5	4	100	4	8	138	6	7	119	5	8	474	20	27	521
		DER	RECTO	90	6	5	96	3	5	113	5	7	96	7	4	395	21	21	437
			GIRO DER	38	1	1	57	0	0	30	2	2	30	1	2	155	4	5	164
AV. SAINT AMONT MONTREAD.	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	40	0	1	33	1	2	36	0	2	32	0	1	141	1	6	148
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	4	1	0	6	1	1	4	1	0	5	0	0	19	3	1	23

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 21520 vehículos al día, en un promedio de 1793 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 13:30 a 14:30 donde transitan 2099 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

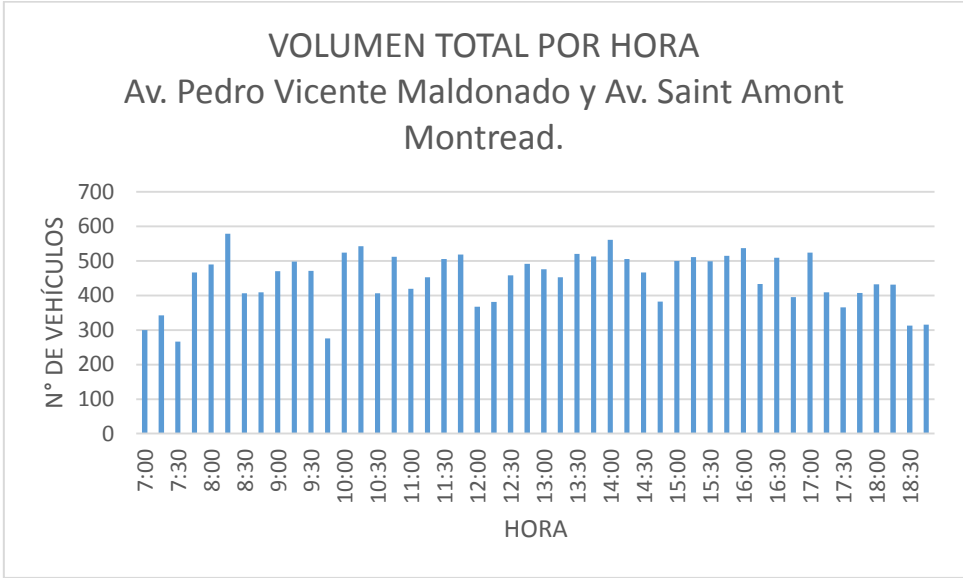


Ilustración 48: Intersección 8. Volúmenes por hora.

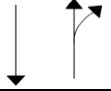
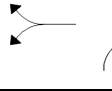
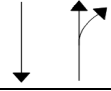
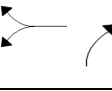
Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 103: Intersección 8. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	40.00
tL=	3	2	G2	15.00
Co=	79.00	3	G3	15.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 104: Intersección 8. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	1889	148	39
Flujo de saturación, S (veh/h)	5409.30476	2693.584502	2926.969092
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	40.00	15.00	15.00
Tasa de verde G/Co	0.506	0.190	0.190
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	2739	511	556
Relación volumen-capacidad X	0.690	0.289	0.070
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.349	0.055	0.013
Flujo crítico de la intersección YC	0.417		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.471		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte.Sur	Este- Sur Izq	Norte Izq.
Grupo de carril			
Volumen vehicular ,v (veh/h)	1889	148	39
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	2739	511	556
Relación Volumen-Capacidad X	0.690	0.289	0.070
Taza de verde total g/C	0.506	0.190	0.190
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	14.792	27.431	26.274
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	1.446	1.427	0.244
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	16.2	28.9	26.5
Nivel de servicio de grupo de carril	B	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	16.2	28.9	26.5
Nivel de servicio de aproximación	B	C	C
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1889	148	39
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	17.3		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B		

Fuente: Realizada por los testistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 105: Intersección 8. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0.580
2	Sur-Norte	0.101
3	Este-Oeste	0.023

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 106: Intersección 8. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	9.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	62.460
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	65.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 107: Intersección 8. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur Sur-Norte	46.110	46
2	Sur-Norte	8.072	8
3	Este-Oeste	1.817	5
		Co	68.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 108: Intersección 8. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	46.00
tL=	3	2	G2	8.00
Co=	68.00	3	G3	5.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

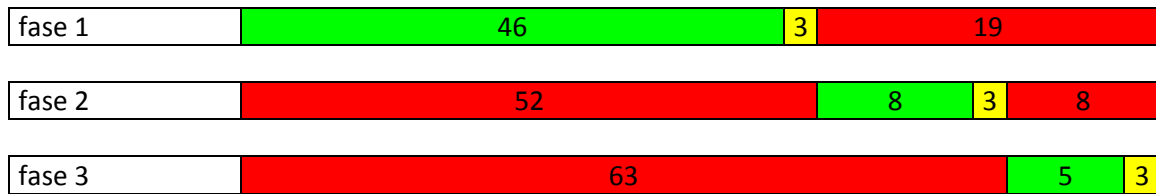
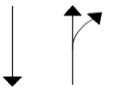
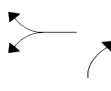
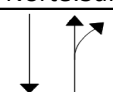
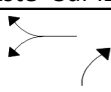


Ilustración 49: Intersección 8. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel D, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 177.6 segundos a 38.9 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.880, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 109: Intersección 8. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	1889	148	39
Flujo de saturación, S (veh/h)	5409.30476	2693.5845	2926.969092
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	46.00	8.00	5.00
Tasa de verde G/Co	0.676	0.118	0.074
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	3659	317	215
Relación volumen-capacidad X	0.516	0.467	0.181
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.349	0.055	0.013
Flujo crítico de la intersección Yc	0.417		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.481		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte.Sur	Este- Sur Izq	Norte Izq.
			
Volumen vehicular ,v (veh/h)	1889	148	39
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	3659	317	215
Relación Volumen-Capacidad X	0.516	0.467	0.181
Taza de verde total g/C	0.676	0.118	0.074
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	5.468	28.010	29.578
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.524	4.878	1.842
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	6.0	32.9	31.4
Nivel de servicio de grupo de carril	A	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	6.0	32.9	31.4
Nivel de servicio de aproximación	A	C	C
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1889	148	39
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	8.4		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	A		

Fuente: Realizada por los tesisas.

4.2.9. Intersección 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.



Ilustración 50: Intersección semaforizada 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9815878	Este= 759397
Altitud	2844 msnm

Esta intersección consta de 3 accesos, norte, sur, y oeste, con dos carriles por cada aproximación de sentido circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 6 ya que la aproximación en sentido este-oeste no existe ya como indica la ilustración 51.

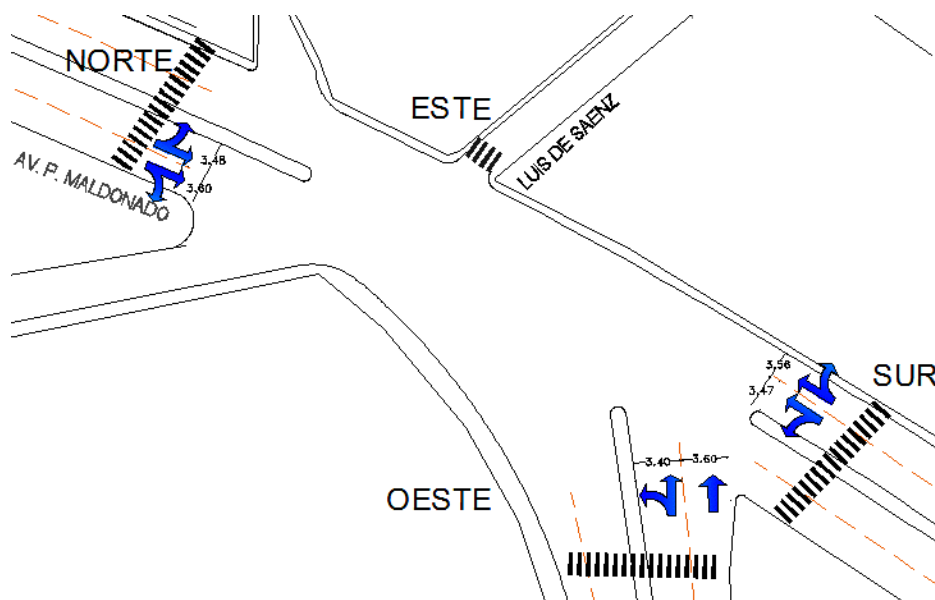


Ilustración 51: Intersección 9. Características y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, transporte pesado; además es una de las vías principales que nos dirige a la periferia de la urbe, la misma está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 110: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		-		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		-		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		-		NO	
Parada de bus		NO		NO		-		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		3		4		2		3	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
		R:	46	R:	50	R:	46	R:	0
		V:	22	v:	18	V:	22	V:	0
Duración del ciclo				71	Operación		Establecida		
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
					Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 111: Intersección 9: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 9: AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				17:45			18:00			18:15			18:30			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO.	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	65	4	1	67	2	1	60	5	2	58	1	0	250	12	4	266
		DER	RECTO	56	2	0	52	4	0	66	3	0	50	6	0	224	15	0	239
			GIRO DER	61	0	4	59	2	1	56	0	1	58	0	2	234	2	8	244
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	8	0	0	3	0	0	5	0	0	4	0	0	20	0	0	20
			RECTO	59	0	1	40	0	0	64	0	3	51	0	1	214	0	5	219
		DER	RECTO	31	7	2	26	9	1	33	9	0	42	4	0	132	29	3	164
			GIRO DER	6	0	0	2	0	0	11	0	0	4	0	0	23	0	0	23
AV. 9 DE OCTUBRE	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	4	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	10	0	0	10
			RECTO	57	0	5	57	0	5	64	1	5	55	0	4	233	1	19	253
		3	RECTO	75	0	0	81	0	3	83	1	2	70	0	4	309	1	9	319
			GIRO DER	6	0	0	5	0	0	14	0	0	11	0	0	36	0	0	36

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 16760 vehículos al día, en un promedio de 1397 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 17:45 a 18:45 donde transitan 1793 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

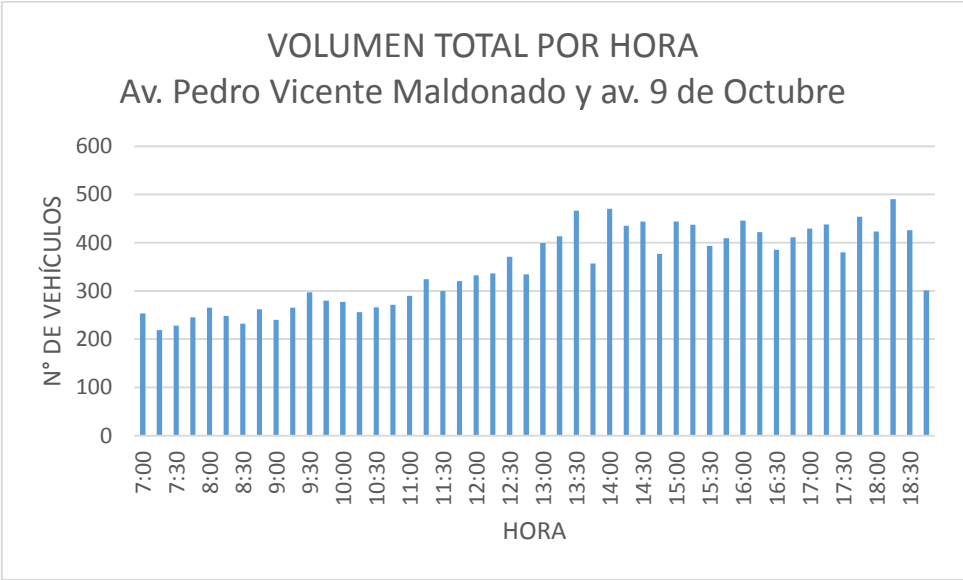


Ilustración 52: Intersección 9. Volúmenes por hora.

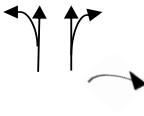
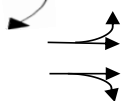
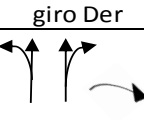
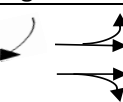
Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 112: Intersección 9. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	22.00
tL=	3	2	G2	18.00
Co=	71.00	3	G3	22.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 113: Intersección 9. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Número de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	749	426	618
Flujo de saturación, S (veh/h)	2926.73494	2551.994758	2898.403037
Tiempo perdido I (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	22.00	18.00	22.00
Tasa de verde G/Co	0.310	0.254	0.310
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	907	647	898
Relación volumen-capacidad X	0.826	0.658	0.688
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.256	0.167	0.213
Flujo crítico de la intersección YC	0.636		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad XC	0.728		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur - Oeste giro Der	Oeste - Norte giro Der
			
Volumen vehicular ,v (veh/h)	749	426	618
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	907	647	898
Relación Volumen-Capacidad X	0.826	0.658	0.688
Taza de verde total g/C	0.310	0.254	0.310
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	22.724	23.745	21.491
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	8.495	5.188	4.291
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	31.2	28.9	25.8
Nivel de servicio de grupo de carril	C	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	31.2	28.9	25.8
Nivel de servicio de aproximación	C	C	C
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	749	426	618
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	28.8		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C		

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 114: Intersección 9. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0.357
3	Este-Oeste	0.347

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 115: Intersección 9. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	9.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	62.503
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	65.000

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 116: Intersección 9. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur Sur-Norte	28.414	29
3	Este-Oeste	27.586	28
		Co	66.000

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 117: Intersección 9. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9.00	1	G1	29.00
tL=	3	2	G2	28.00
Co=	66.00	3		

Fuente: Realizada por los tesistas.

Diagrama semafórica.

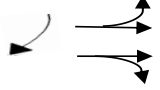


Ilustración 53: Intersección 9. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel C a nivel B, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 28.8 segundos a 14.4 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.495, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 118: Intersección 9. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN		
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD		
Número de fase	1	3
Grupo de carril		
Volumen vehicular (veh/h)	1175	618
Flujo de saturación, S (veh/h)	5478.729698	2898.403037
Tiempo perdido l (s)	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	29.00	28.00
Tasa de verde G/Co	0.439	0.424
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	2407	1230
Relación volumen-capacidad X	0.488	0.503
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.214	0.213
Flujo crítico de la intersección Yc	0.428	
Tiempo perdido por ciclo L	9	
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.495	
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO		
Grupo de carril	Norte - Sur	Oeste - Norte giro Der
		
Volumen vehicular ,v (veh/h)	1175	618
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	2407	1230
Relación Volumen-Capacidad X	0.488	0.503
Taza de verde total g/C	0.439	0.424
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	13.203	13.904
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.711	1.469
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0
Factor de progresión PF	1	1
Retraso, d (s/veh)	13.9	15.4
Nivel de servicio de grupo de carril	B	B
Retraso por aproximación dA (s/veh)	13.9	15.4
Nivel de servicio de aproximación	B	B
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1175	618
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	14.4	
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B	

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.10. Intersección 10: Av. 9 de Octubre y calle S/N.



Ilustración 54: Intersección semaforizada 10: Av. 9 de Octubre y Calle S/N.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN

Norte= 9815547

Este= 759459

Altitud

2784 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte mientras tanto que en el sentido este-oeste y oeste-este constan de un carril único de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 55.

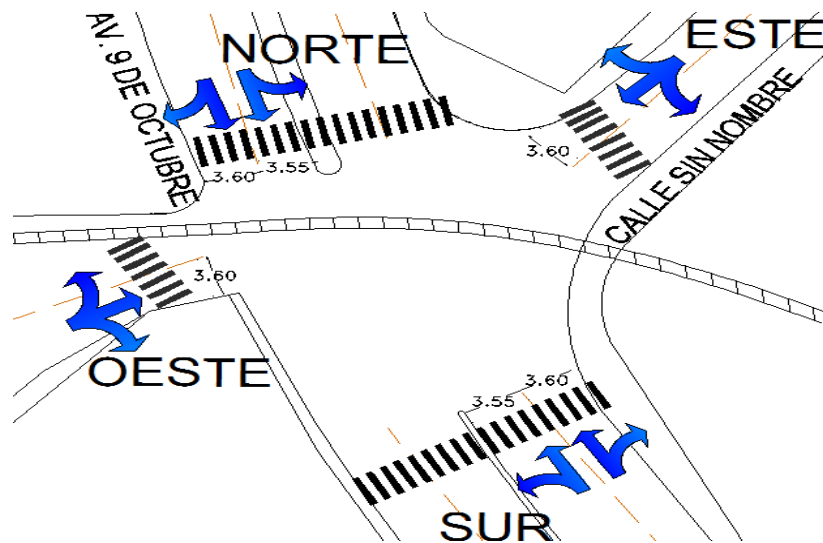
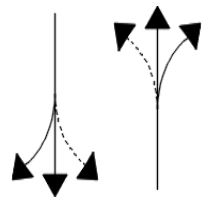
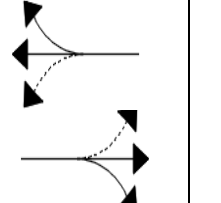


Ilustración 55: Intersección 10. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que existe un centro educativo colegio Jefferson, además es usada como ruta de transporte pesado, la misma que está controlada por un semáforo actuado ya que cuando cruza el ferrocarril este detiene el tránsito vehicular por completo. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 119: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 10: Av. 9 de Octubre y calle S/N.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		2		1		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		6		5		8		4	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	0	A:	0
		R:	28	R:	31	R:	0	R:	0
		V:	28	v:	25	V:	0	V:	0
	Duración del ciclo			59	Operación		Actuada		Establecida
Semáforos	Aproximación Norte			Aproximación Sur					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales			Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					
	Aproximación Este			Aproximación Oeste					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales			Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 120: Intersección 10: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																				
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 10: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N.																
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO	
				17:15			17:30			17:45			18:00			SUBTOTAL				
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
AV. 9 DE OCTUBRE	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	36	1	3	40	0	2	35	0	2	27	2	1	138	3	8	149	
		DER	RECTO	14	0	2	24	0	0	26	0	2	32	0	0	96	0	4	100	
			GIRO DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	72	12	16	138	19	24	114	16	6	120	42	18	444	89	64	597	
		DER	RECTO	120	6	12	132	12	24	56	11	0	108	24	6	416	53	42	511	
			GIRO DER	84	0	12	42	12	0	36	5	0	114	12	4	276	29	16	321	
CALLE S/N	ESTE-OESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	10	0	0	4	0	0	15	2	0	10	0	1	39	2	1	42	
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			GIRO DER	8	0	0	7	0	0	5	0	0	5	0	0	25	0	0	25	
	OESTE-ESTE	ÚNICO	GIRO IZQ	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	4	
			RECTO	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	
			GIRO DER	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 12096 vehículos al día, en un promedio de 1008 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 17:15 a 18:15 donde transitan 1753 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

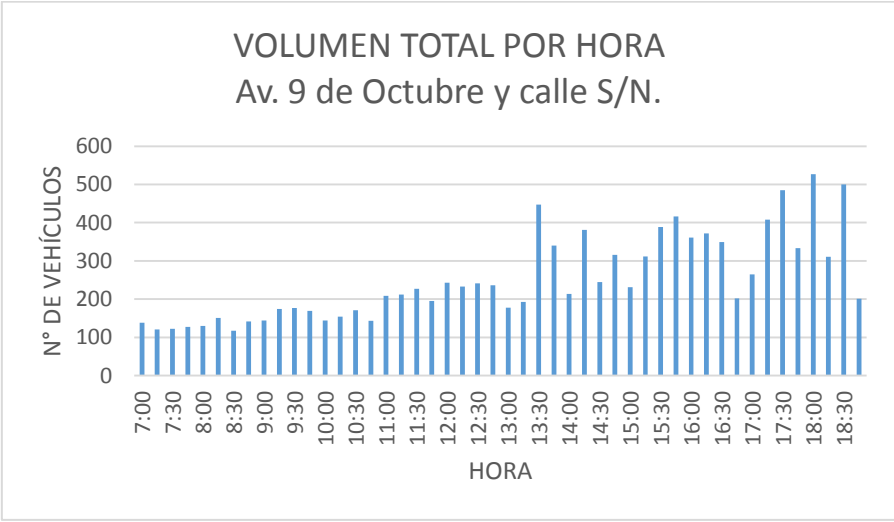


Ilustración 56: Intersección 10. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 121: Intersección 10. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	6.00	1	G1	28.00
tL=	3	2	G2	25.00
Co=	59.00			

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 122: Intersección 10. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1		2	
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	249	1429	67	8
Flujo de saturación, S (veh/h)	3073.188362	2926.153753	1564.8441	1565.085485
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	28.00	28.00	25.00	25.00
Tasa de verde G/Co	0.475	0.475	0.424	0.424
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1458	1389	663	663
Relación volumen-capacidad X	0.171	1.029	0.101	0.012
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.081	0.488	0.043	0.005
Flujo crítico de la intersección Yc	0.531			
Tiempo perdido por ciclo L	6			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.591			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	249	1429	67	8
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1458	1389	663	663
Relación Volumen-Capacidad X	0.171	1.029	0.101	0.012
Taza de verde total g/C	0.475	0.475	0.424	0.424
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	8.862	15.500	10.235	9.847
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.254	31.888	0.305	0.033
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)	9.1	47.4	10.5	9.9
Nivel de servicio de grupo de carril	A	D	B	A
Retraso por aproximación dA (s/veh)	9.1	47.4	10.5	9.9
Nivel de servicio de aproximación	A	D	B	A
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	249	1429	67	8
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	40.4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 123: Intersección 10. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0.595
2	Este-Oeste Oeste-Este	0.039

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 124: Intersección 10. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	6.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	38.225
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	40.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 125: Intersección 10. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur Sur-Norte	31.928	32
2	Este-Oeste Oeste-Este	2.072	5
		Co	43.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 126: Intersección 10. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	6.00	1	G1	32.00
tL=	3	2	G2	5.00
Co=	43.00			

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

:

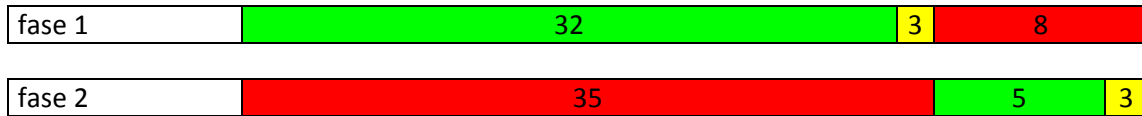


Ilustración 57: Intersección 10. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel D a nivel A, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 40.4 segundos a 4.7 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.617, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 127: Intersección 10. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1		2	
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	249	1429	67	8
Flujo de saturación, S (veh/h)	3073.18836	2926.15375	1564.8441	1565.08548
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	32.00	32.00	5.00	5.00
Tasa de verde G/Co	0.744	0.744	0.116	0.116
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	2287	2178	182	182
Relación volumen-capacidad X	0.109	0.656	0.368	0.044
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.081	0.488	0.043	0.005
Flujo crítico de la intersección Yc	0.531			
Tiempo perdido por ciclo L	6			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.617			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	249	1429	67	8
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	2287	2178	182	182
Relación Volumen-Capacidad X	0.109	0.656	0.368	0.044
Taza de verde total g/C	0.744	0.744	0.116	0.116
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	1.531	2.750	17.542	16.877
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.096	1.562	5.653	0.454
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)	1.6	4.3	23.2	17.3
Nivel de servicio de grupo de carril	A	A	C	B
Retraso por aproximación dA (s/veh)	1.6	4.3	23.2	17.3
Nivel de servicio de aproximación	A	A	C	B
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	249	1429	67	8
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	4.7			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	A			

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.11. Intersección 11: Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.

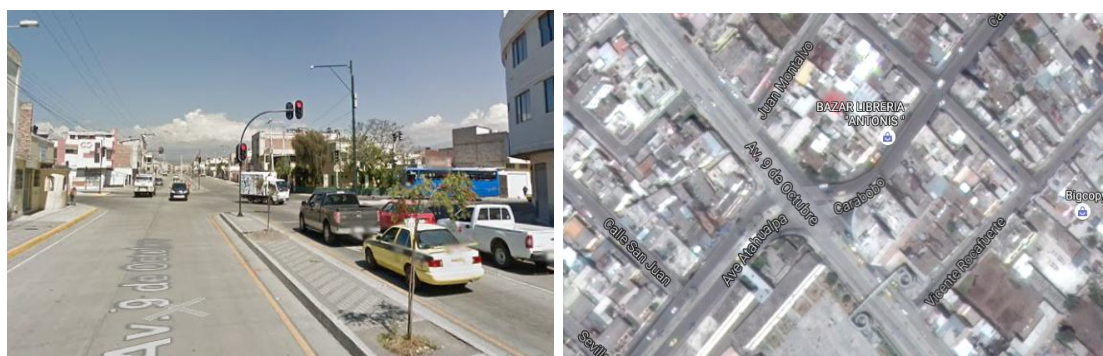


Ilustración 58: Intersección semaforizada 11: Av. 9 de Octubre y Calle Carabobo.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9814502	Este= 760460
Altitud	2773 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte y oeste-este; mientras tanto que en el sentido oeste-este constan de un carril único de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 59.

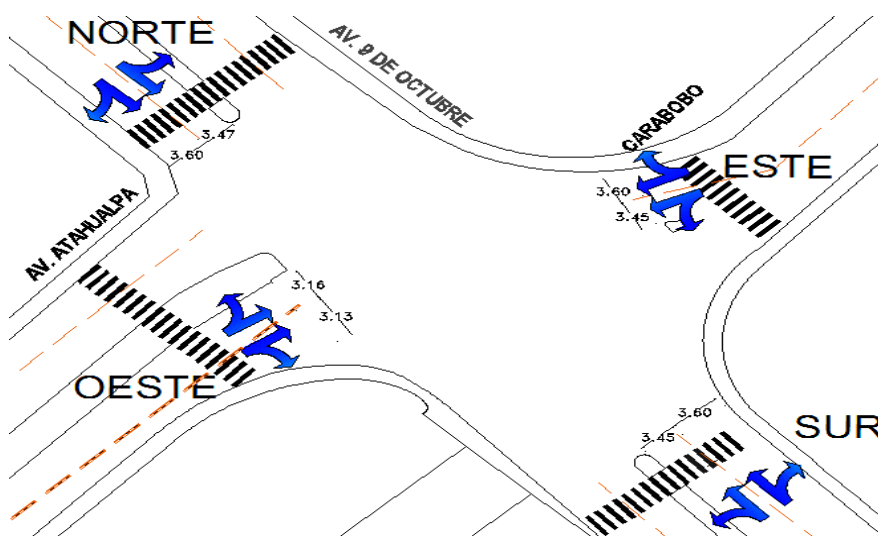


Ilustración 59: Intersección 11. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que existe un centro educativo colegio Edmundo Chiriboga, además es usada como ruta de buses y de transporte pesado, la misma que está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 128: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 11: Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		2		1		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		87		55		32		26	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	65	R:	65	R:	71	R:	69
		V:	22	v:	22	V:	16	V:	18
Duración del ciclo			90		Operación		Actuada		Establecida
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 129: Intersección 11: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 11: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				7:30			7:45			8:00			8:15			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. 9 DE OCTUBRE	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	40	0	1	44	0	1	50	0	1	21	0	0	155	0	3	158
			RECTO	11	0	0	6	0	0	8	0	0	10	0	0	35	0	0	35
		DER	RECTO	27	2	0	17	4	1	23	1	0	27	2	0	94	9	1	104
			GIRO DER	33	0	1	17	0	1	12	0	0	14	0	0	76	0	2	78
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	18	0	2	26	0	1	28	0	5	21	0	0	93	0	8	101
			RECTO	142	2	26	156	0	14	138	0	28	151	0	18	587	2	86	675
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	12	0	0	10	0	0	12	0	0	11	0	1	45	0	1	46
CARABOBO	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	12	0	0	10	0	3	7	0	0	12	0	1	41	0	4	45
			RECTO	42	3	0	39	2	2	45	3	6	55	2	0	181	10	8	199
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	6	1	0	10	1	0	9	1	1	12	0	2	37	3	3	43
AV. ATAHUALPA	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	13	1	0	10	1	1	10	1	0	11	1	0	44	4	1	49
			RECTO	62	2	8	65	1	2	74	0	7	66	0	5	267	3	22	292
		DER	RECTO	60	0	1	60	1	2	70	0	0	60	0	9	250	1	12	263
			GIRO DER	24	0	0	14	0	0	13	0	0	15	0	0	66	0	0	66

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 23545 vehículos al día, en un promedio de 1962 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 07:30 a 08:30 donde transitan 2154 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

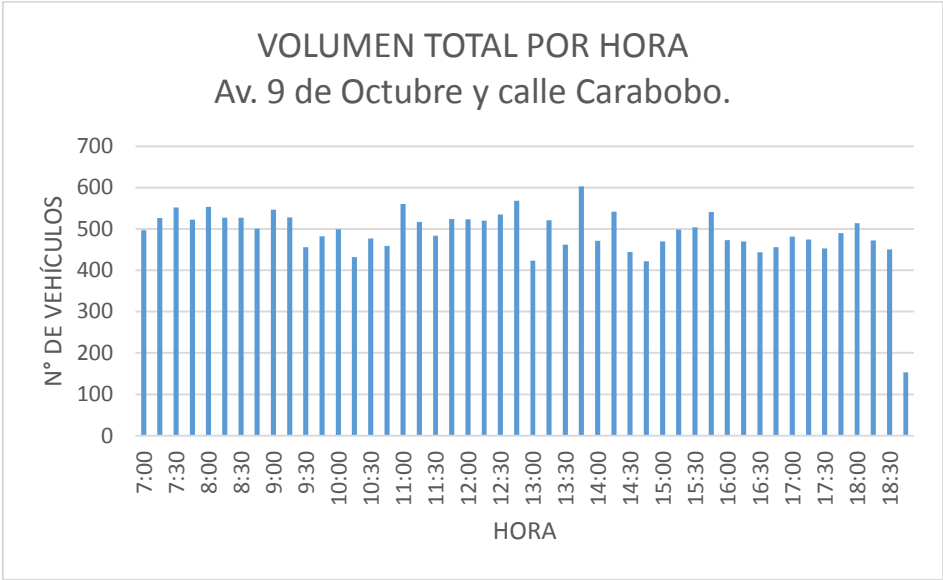


Ilustración 60: Intersección 11. Volúmenes por hora..

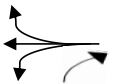
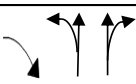
Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 130: Intersección 11. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	22.00
tL=	3	2	G2	22.00
Co=	90.00	3	G3	16.00
		4	G4	18.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 131: Intersección 11. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	375	824	287	670
Flujo de saturación, S (veh/h)	2927.962361	2913.534528	2880.170044	2750.176742
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	22.00	22.00	16.00	18.00
Tasa de verde G/Co	0.244	0.244	0.178	0.200
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	716	712	512	550
Relación volumen-capacidad X	0.524	1.157	0.561	1.218
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.128	0.283	0.100	0.244
Flujo crítico de la intersección Yc	0.754			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.870			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este - Sur giro Der	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	375	824	287	670
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	716	712	512	550
Relación Volumen-Capacidad X	0.524	1.157	0.561	1.218
Taza de verde total g/C	0.244	0.244	0.178	0.200
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	29.462	34.000	33.789	36.000
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	2.733	85.952	4.386	113.896
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)	32.2	120.0	38.2	149.9
Nivel de servicio de grupo de carril	C	F	D	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	32.2	120.0	38.2	149.9
Nivel de servicio de aproximación	C	F	D	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	375	824	287	670
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	103.1			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 132: Intersección 11. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.113
2	Sur-Norte	0.248
3	Este-Oeste	0.085
4	Oeste-Este	0.202

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 133: Intersección 11. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	12.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	65.263
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	70.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 134: Intersección 11. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	10.089	10
2	Sur-Norte	22.175	22
3	Este-Oeste	7.616	8
4	Oeste-Este	18.120	18
		Co	70.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 135: Intersección 11. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	10.00
tL=	3	2	G2	22.00
Co=	70.00	3	G3	8.00
		4	G4	18.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

:

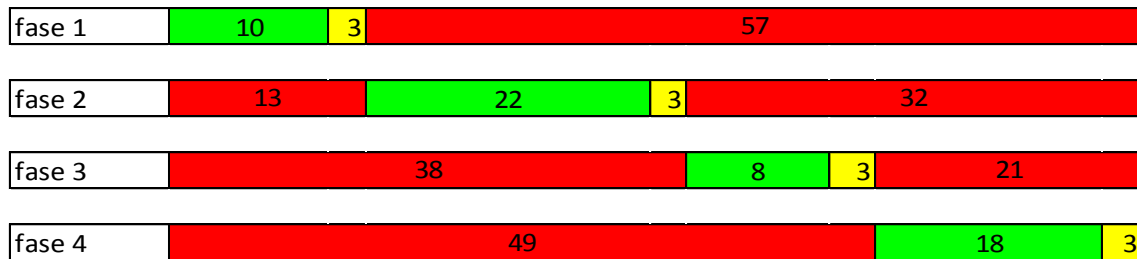


Ilustración 61: Intersección 11. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel D, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 103.1 segundos a 46.0 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.910, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 136: Intersección 11. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	375	824	287	670
Flujo de saturación, S (veh/h)	2927.96236	2913.53453	2880.17004	2750.17674
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	10.00	22.00	8.00	18.00
Tasa de verde G/Co	0.143	0.314	0.114	0.257
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	418	916	329	707
Relación volumen-capacidad X	0.897	0.900	0.872	0.947
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.128	0.283	0.100	0.244
Flujo crítico de la intersección Yc	0.754			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.910			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este - Sur giro Der	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	375	824	287	670
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	418	916	329	707
Relación Volumen-Capacidad X	0.897	0.900	0.872	0.947
Taza de verde total g/C	0.143	0.314	0.114	0.257
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	29.491	22.947	30.496	25.535
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	24.449	13.576	25.734	23.170
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)	53.9	36.5	56.2	48.7
Nivel de servicio de grupo de carril	D	D	E	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	53.9	36.5	56.2	48.7
Nivel de servicio de aproximación	D	D	E	D
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	375	824	287	670
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	46.0			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.12. Intersección 12: Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño.

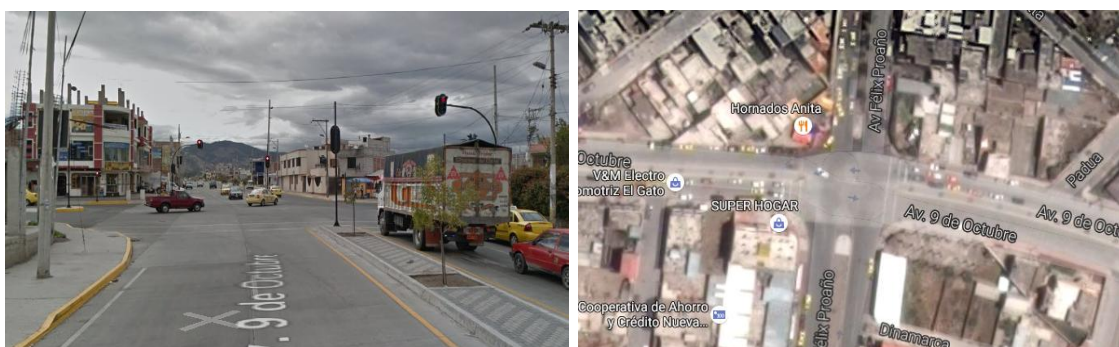


Ilustración 62: Intersección semaforizada 12: Av. 9 de Octubre y Av. Juan Félix Proaño.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9813501	Este= 762204
Altitud	2844 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, con 2 carriles por cada aproximación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 63.

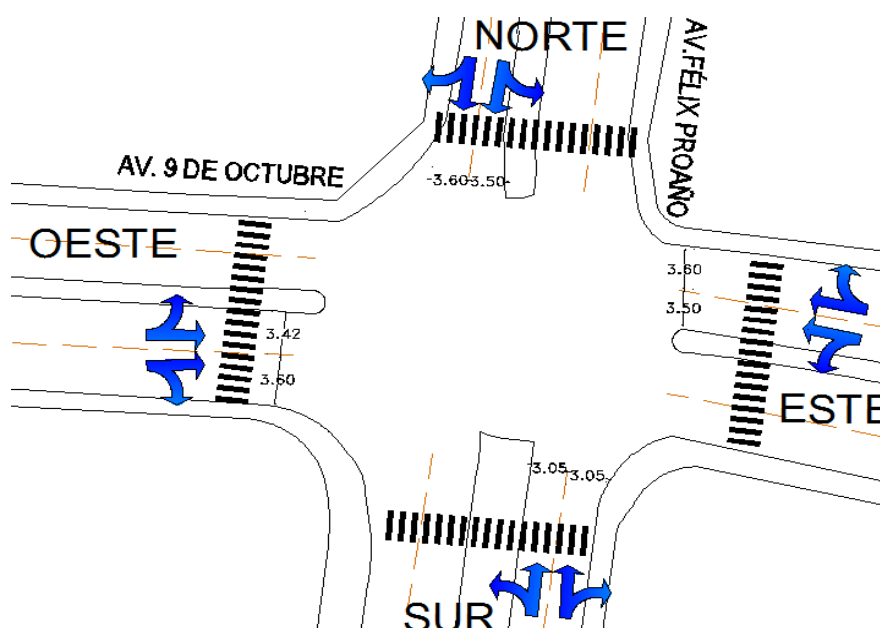


Ilustración 63: Intersección 12. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular porque es una zona comercial, además es usada como ruta de buses urbanos, inter parroquiales y de transporte pesado, la misma que está controlada por un semáforo establecido. Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte.

Tabla 137: Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 12: Av. Juan Félix Proaño y Av. 9 de Octubre									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		2		1		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		65		48		14		23	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFÓRICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	4	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	86	R:	85	R:	87	R:	96
		V:	28	v:	30	V:	28	V:	19
Duración del ciclo			90	Operación		Actuada		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 138: Intersección 12: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 12: AV. JUAN FÉLIX PROAÑO AV. 9 DE OCTUBRE .															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORARIO DE CONTEO															VOLUMEN POR CARRIL SENTIDO
				7:00			7:15			7:30			7:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	26	0	5	25	2	4	10	0	1	54	0	5	115	2	15	132
			RECTO	50	2	8	58	2	12	79	1	13	88	6	9	275	11	42	328
		DER	RECTO	50	0	21	54	3	9	66	0	10	70	4	6	240	7	46	293
			GIRO DER	37	0	25	17	12	12	19	2	4	56	0	6	129	14	47	190
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	19	1	2	18	2	1	21	2	0	26	0	1	84	5	4	93
			RECTO	54	3	8	44	2	1	39	1	2	51	1	2	188	7	13	208
		DER	RECTO	22	2	5	25	1	11	29	2	5	29	1	6	105	6	27	138
			GIRO DER	15	0	0	17	1	1	12	0	0	17	0	0	61	1	1	63
AV. 9 DE OCTUBRE	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	25	1	1	20	0	0	18	1	0	20	0	0	83	2	1	86
			RECTO	49	2	2	39	2	0	42	1	2	50	2	0	180	7	4	191
		DER	RECTO	51	1	0	41	1	1	48	2	1	37	0	1	177	4	3	184
			GIRO DER	28	1	3	33	0	4	28	1	2	30	0	3	119	2	12	133
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	19	2	2	26	0	3	22	1	1	17	1	1	84	4	7	95
			RECTO	61	2	2	65	1	0	54	1	0	56	1	0	236	5	2	243
		DER	RECTO	57	0	0	60	0	1	49	1	0	48	2	1	214	3	2	219
			GIRO DER	12	0	2	13	0	3	21	0	0	14	0	0	60	0	5	65

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 24046 vehículos al día, en un promedio de 2004 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 07:00 a 08:00 donde transitan 2661 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos.

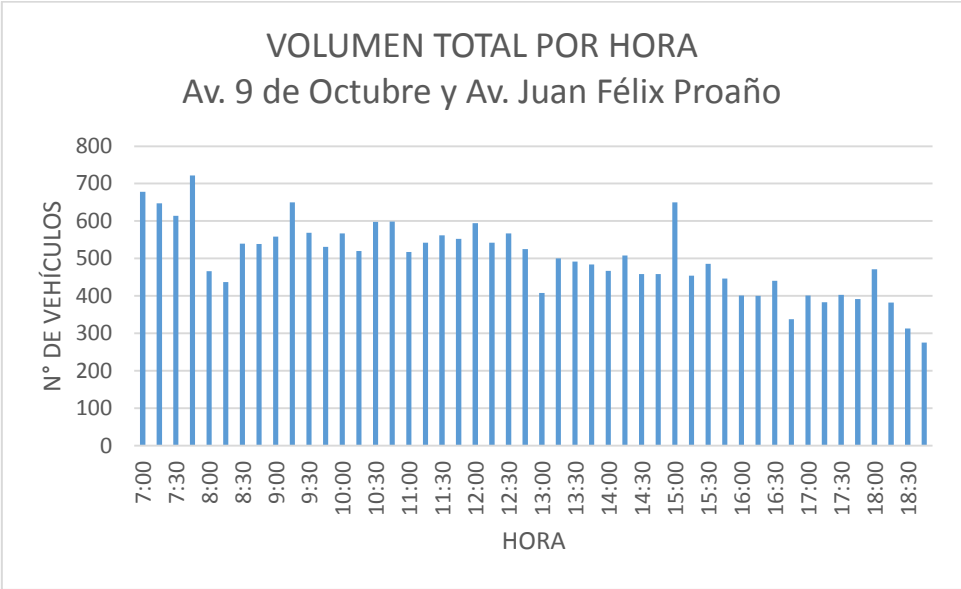


Ilustración 64: Intersección 12. Volúmenes por hora.

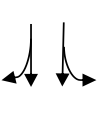
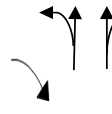
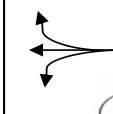
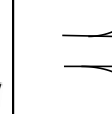
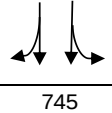
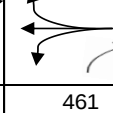
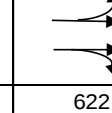
Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 139: Intersección 12. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	28.00
tL=	3	2	G2	30.00
Co=	117.00	3	G3	28.00
		4	G4	19.00

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 140: Intersección 12. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	745	502	461	622
Flujo de saturación, S (veh/h)	2853.278513	2670.636786	2880.863864	2892.489195
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	28.00	30.00	28.00	19.00
Tasa de verde G/Co	0.239	0.256	0.239	0.162
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	683	685	689	470
Relación volumen-capacidad X	1.091	0.733	0.669	1.324
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.261	0.188	0.160	0.215
Flujo crítico de la intersección Yc	0.824			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.918			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este - Sur giro Der.	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	745	502	461	622
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	683	685	689	470
Relación Volumen-Capacidad X	1.091	0.733	0.669	1.324
Taza de verde total g/C	0.239	0.256	0.239	0.162
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	44.500	39.834	40.299	49.000
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	61.882	6.831	5.095	160.145
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)	106.4	46.7	45.4	209.1
Nivel de servicio de grupo de carril	F	D	D	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	106.4	46.7	45.4	209.1
Nivel de servicio de aproximación	F	D	D	F
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	745	502	461	622
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	108.9			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 141: Intersección 12. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0.228
2	Sur-Norte	0.185
3	Este-Oeste	0.191
4	Oeste-Este	0.197

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 142: Intersección 12. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l (s)	3.000
Tiempo perdido	L(s)	12.000
Ciclo Óptimo	Co (s)	115.313
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	115.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 143: Intersección 12. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	29.343	29
2	Sur-Norte	23.779	24
3	Este-Oeste	24.519	25
4	Oeste-Este	25.358	25
		Co	115.000

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 144: Intersección 12. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	12.00	1	G1	29.00
tL=	3	2	G2	24.00
Co=	115.00	3	G3	25.00
		4	G4	25.00

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

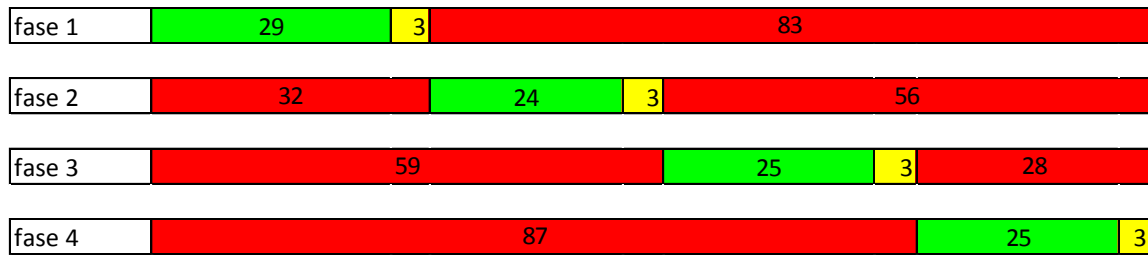
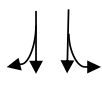
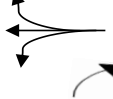
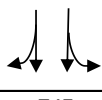
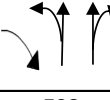
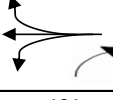
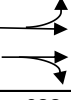


Ilustración 65: Intersección 12. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel E, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se han reducido de 108.2 segundos a 72.1 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.920, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 145: Intersección 12. Capacidad de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Número de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	745	502	461	622
Flujo de saturación, S (veh/h)	2853.27851	2670.63679	2880.86386	2892.48919
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo g, (s)	29.00	24.00	25.00	25.00
Tasa de verde G/Co	0.252	0.209	0.217	0.217
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	720	557	626	629
Relación volumen-capacidad X	1.035	0.901	0.736	0.989
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.261	0.188	0.160	0.215
Flujo crítico de la intersección Yc	0.824			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.920			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este - Sur giro Der.	Oeste
				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	745	502	461	622
Capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	720	557	626	629
Relación Volumen-Capacidad X	1.035	0.901	0.736	0.989
Taza de verde total g/C	0.252	0.209	0.217	0.217
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	43.000	44.339	41.927	44.865
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	43.025	20.179	7.538	33.345
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)	86.0	64.5	49.5	78.2
Nivel de servicio de grupo de carril	F	E	D	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	86.0	64.5	49.5	78.2
Nivel de servicio de aproximación	F	E	D	E
Taza de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	745	502	461	622
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	72.1			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los tesistas.

4.2.13. Intersección 13: Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire



Ilustración 66: Intersección semaforizada 13: Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9813128	Este= 763484
Altitud	2743 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos, norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte, oeste-este y este-oeste. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 67.

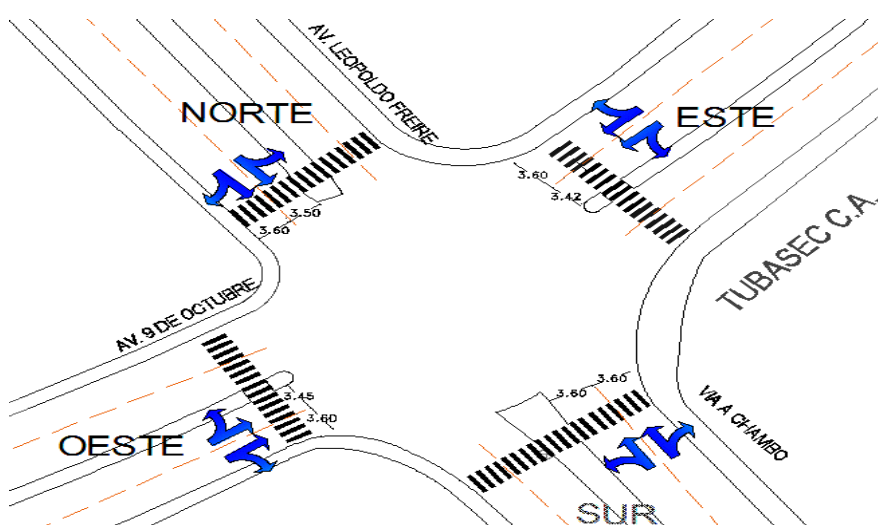


Ilustración 67: Intersección 13. Geometría y Tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, intraparroquial y cantonales que se dirigen a Chambo, también por los que se dirigen al camal y mercado mayorista de la ciudad; además este sector es de tipo comercial (TUBASEC), vivienda y estudio por el colegio Fernando Daquilema; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur, sur-norte, este-oeste y oeste-este.

Tabla 146: Intersección 13. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 13: Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		SI		SI		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		26		62		11		19	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	89	R:	79	R:	79	R:	89
		V:	20	V:	30	V:	30	V:	20
Duración del ciclo			112		Operación		Establecida		
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximacion Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 147: Intersección 13: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 13: AV. LEOPOLDO FREIRE Y AV. 9 DE OCTUBRE															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL SENTIDO
				8:15			8:30			8:45			9:00			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Leopoldo Freire	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	29	4	0	28	3	1	29	4	2	30	4	1	116	15	4	135
			RECTO	21	2	1	18	2	0	30	2	2	29	4	2	98	10	5	113
		DER	RECTO	17	1	2	19	0	1	22	1	1	22	2	1	80	4	5	89
			GIRO DER	22	0	0	23	0	0	17	0	0	12	0	1	74	0	1	75
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	41	6	4	42	5	9	47	1	5	44	6	2	174	18	20	212
			RECTO	28	3	2	42	0	4	34	1	1	29	0	0	133	4	7	144
		DER	RECTO	27	3	3	21	4	2	34	2	1	15	0	0	97	9	6	112
			GIRO DER	38	12	11	36	5	8	40	4	10	44	7	0	158	28	29	215
Av. 9 de Octubre	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	27	2	4	24	1	4	39	1	3	14	1	1	104	5	12	121
			RECTO	13	0	5	7	0	1	8	0	1	9	0	0	37	0	7	44
		DER	RECTO	10	0	1	7	0	0	10	0	0	11	0	0	38	0	1	39
			GIRO DER	38	5	5	42	5	1	19	3	1	22	2	0	121	15	7	143
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	29	1	1	10	12	10	12	12	2	44	1	2	95	26	15	136
			RECTO	46	0	1	20	18	0	18	10	14	49	0	2	133	28	17	178
		DER	RECTO	33	0	0	14	12	0	11	12	3	41	1	0	99	25	3	127
			GIRO DER	59	1	0	19	5	2	9	9	0	51	0	1	138	15	3	156

Fuente: Elaborado por los testistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016

A través de esta intersección circulan 20713 vehículos al día, en un promedio de 1726 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 8:15 a 9:15 donde transitan 2039 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

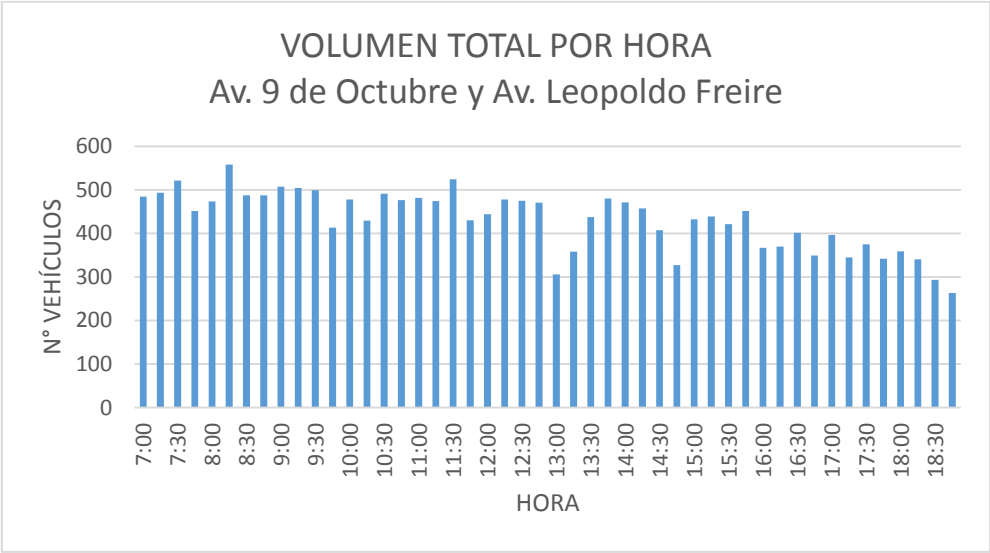


Ilustración 68: Intersección 13. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

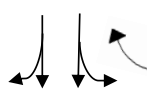
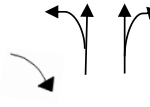
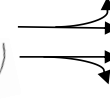
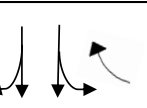
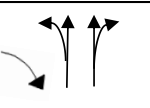
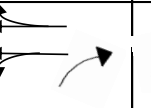
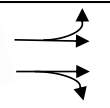
Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 148: Intersección 13. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	20
I=	3	2	G2	30
Co=	112,00	3	G3	20
		4	G4	30

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 149: Intersección 13. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	412	683	347	597
Flujo de saturación, S (veh/h)	2849	2821	2944	2634
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	20,00	30,00	20,00	30,00
Tasa de verde G/Co	0,179	0,268	0,179	0,268
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	509	756	526	706
Relación volumen-capacidad X	0,810	0,904	0,660	0,846
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,145	0,242	0,118	0,227
Flujo crítico intersección Yc	0,731			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,819			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	412	683	347	597
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	509	756	526	706
Relación Volumen-Capacidad X	0,810	0,904	0,660	0,846
Tasa de verde total g/Co	0,179	0,268	0,179	0,268
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	44,174	39,609	42,835	38,816
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	13,072	16,295	6,383	11,966
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)	57,2	55,9	49,2	50,8
Nivel de servicio de grupo de carril	E	E	D	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	57,2	55,9	49,2	50,8
Nivel de servicio de aproximación	E	E	D	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	412	683	347	597
Retraso de la intersección di, (s/veh)	53,5			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 150: Intersección 13. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0,3029
2	Norte-Sur Sur-Norte Izquierdos	0,1327
3	Este-Oeste	0,1199
4	Oeste -Este	0,2025

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 151: Intersección 13. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	95,0558814
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	95

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 152: Intersección 13. Calculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	33,17	33
2	Sur-Norte	14,53	15
3	Este-Oeste	13,12	13
4	Oeste -Este	22,18	22
		Co	95

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 153: Intersección 13. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	33
tL=	3	2	G2	15
Co=	95,00	3	G3	13
		4	G4	22

Fuente: Realizada por los tesistas.

Diagrama semafórica.



Ilustración 69: Intersección 13. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general se mantiene en el nivel D, pero los retrasos de los vehículos se ha reducido de 53.5 segundos a 38.9 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.657 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 154: Intersección 13. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	748	212	204	441
Flujo de saturación, S (veh/h)	2849	2821	2944	2634
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G , (s)	33,00	15,00	13,00	22,00
Tasa de verde G/Co	0,347	0,158	0,137	0,232
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	990	445	403	610
Relación volumen-capacidad X	0,756	0,476	0,506	0,723
Razón de flujo Y_i , (veh/h)	0,263	0,075	0,069	0,167
Flujo crítico intersección Y_C	0,574			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad X_C	0,657			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte- Sur	Norte-Sur i	Este	Oeste
Volumen vehicular (veh/h)	748	212	204	441
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	990	445	403	610
Relación Volumen-Capacidad X	0,756	0,800	0,506	0,723
Tasa de verde total g/Co	0,347	0,158	0,137	0,232
Retraso uniforme, d_1 , (s/veh)	27,435	38,554	38,024	33,688
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d_2 (s/veh)	5,368	13,992	4,493	7,277
Retraso inicial de la cola vehicular d_3 , (s/veh)	0	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	32,8	52,5	42,5	41,0
Nivel de servicio de grupo de carril	C	D	D	D
Retraso por aproximación d_A (s/veh)	32,8	52,5	42,5	41,0
Nivel de servicio de aproximación	C	D	D	D
Tasa de flujo de la aproximación V_A , (veh/h)	748	212	204	441
Retraso de la intersección d_I , (s/veh)	38,9			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los tesista

4.2.14. Intersección 14: Av. 9 de Octubre y Calle Costa Rica.

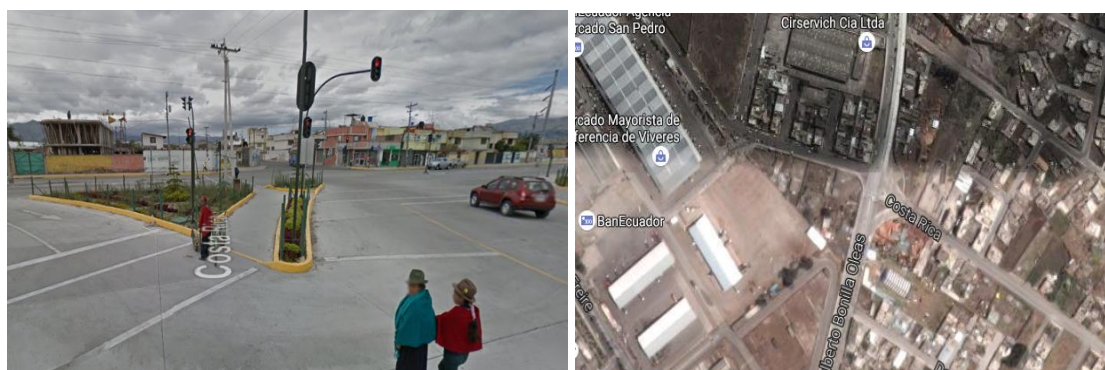


Ilustración 70: Intersección semaforizada 14: Av. 9 de Octubre y Calle Costa Rica.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9813445	Este= 763625
Altitud	2745 msnm

Esta intersección consta de 3 accesos, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido sur-norte, oeste-este y este-oeste. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 9 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 71.

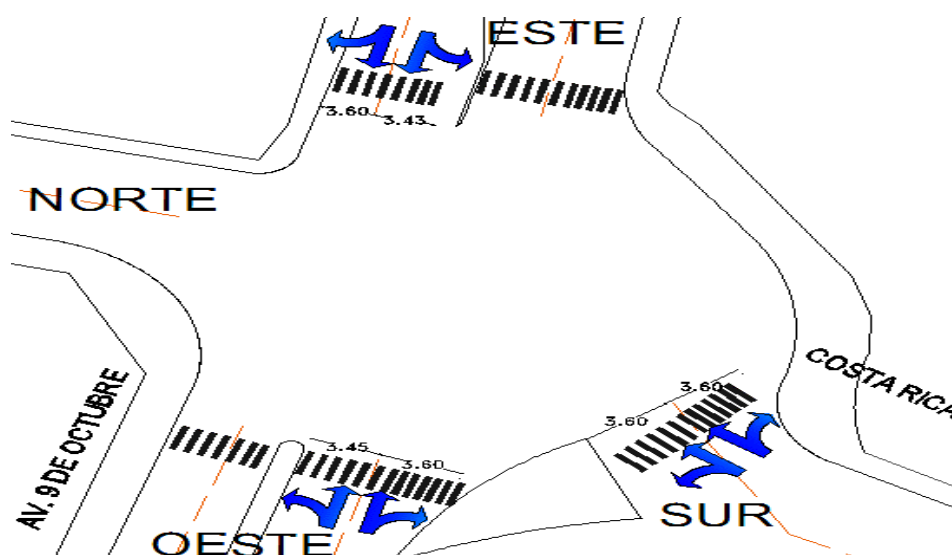


Ilustración 71: Intersección 14. Geometría y Tipos de movimientos

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los vehículos que se dirigen al mercado mayorista de la ciudad; además este sector es de tipo comerciar y vivienda; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido este-oeste y oeste-este, presentan dos carriles para la circulación vehicular por cada aproximación y en los sentidos norte-sur y sur-norte es asimétrica porque la calle Costa Rica tiene un solo sentido de circulación.

Tabla 155: Intersección 14. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 14: Av. 9 de Octubre y Costa Rica									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		-		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro		-		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		-		NO		NO		NO	
Parada de bus		-		NO		SI		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		6		5		6		4	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	ϕ 1		ϕ 2		ϕ 3		ϕ 4	
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
R:		43	R:	50	R:	47	R:	0	
V:		24	v:	17	V:	20	V:	0	
Duración del ciclo			70	Operación			Actuada	Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
					Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 156: Intersección 14: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				SEMAFORO MAYORISTA "14"															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				7:00			7:15			7:30			7:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Costa Rica	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	17	3	10	5	1	10	28	1	13	8	1	1	58	6	34	98
			RECTO	16	0	15	5	0	6	18	0	6	15	0	2	54	0	29	83
		DER	RECTO	27	0	0	10	0	0	16	0	9	12	0	2	65	0	11	76
			GIRO DER	35	10	15	50	2	26	65	2	12	50	2	10	200	16	63	279
Av. 9 de Octubre	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	5	0	1	31	2	5	2	4	0	22	0	0	60	6	6	72
			RECTO	26	16	5	48	5	12	72	2	2	14	0	0	160	23	19	202
		DER	RECTO	61	15	5	42	9	5	36	5	2	38	5	11	177	34	23	234
			GIRO DER	70	0	4	48	1	6	67	1	25	34	0	0	219	2	35	256
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	40	6	5	55	4	15	47	3	0	35	2	5	177	15	25	217
			RECTO	0	5	2	0	3	0	0	3	0	0	4	2	0	15	4	19
		DER	RECTO	25	0	3	20	1	10	15	0	5	20	0	5	80	1	23	104
			GIRO DER	15	2	0	2	0	0	10	0	0	8	2	0	35	4	0	39

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 13310 vehículos al día, en un promedio de 1109 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 07:00 a 08:00 donde transitan 1679 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

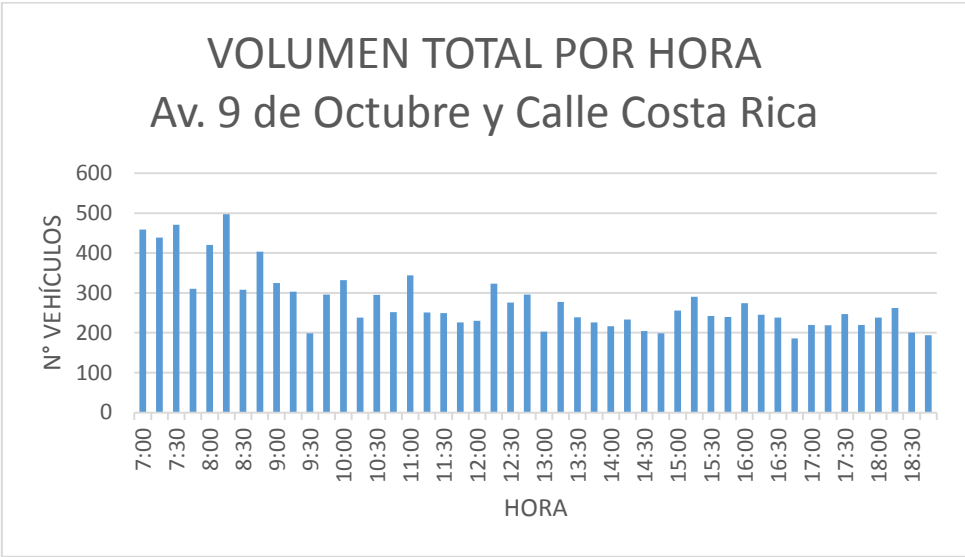


Ilustración 72: Intersección 14. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 157: Intersección 14. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	9,00	1	G1	24
tL=	3	2	G2	17
Co=	70,00	3	G3	20

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 158: Intersección 14. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Numero de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	379	764	347
Flujo de saturación, S (veh/h)	2906	2656	2920
Tiempo perdido I (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G , (s)	24,00	17,00	20,00
Tasa de verde G/Co	0,343	0,243	0,286
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	996	645	834
Relación volumen-capacidad X	0,380	1,184	0,416
Razón de flujo Y_i , (veh/h)	0,130	0,288	0,119
Flujo crítico intersección Y_c	0,537		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad X_c	0,616		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Oeste	Este	Sur
			
Volumen vehicular (veh/h)	379	764	347
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	996	645	834
Relación Volumen-Capacidad X	0,380	1,184	0,416
Tasa de verde total g/Co	0,343	0,243	0,286
Retraso uniforme, d_1 , (s/veh)	17,381	26,500	20,265
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d_2 (s/veh)	1,104	98,134	1,527
Retraso inicial de la cola vehicular d_3 , (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	18,5	124,6	21,8
Nivel de servicio de grupo de carril	B	F	C
Retraso por aproximación d_A (s/veh)	18,5	124,6	21,8
Nivel de servicio de aproximación	B	F	C
Tasa de flujo de la aproximación V_A , (veh/h)	379	764	347
Retraso de la intersección d_I , (s/veh)	73,7		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E		

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 159: Intersección 14. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Sur-Norte	0,1045
2	Este-Oeste	0,3180
3	Oeste -Este	0,1479

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 160: Intersección 14. Cálculo del ciclo óptimo

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	9
Ciclo Óptimo	Co (s)	43,0567034
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	45

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 161: Intersección 14. Calculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Sur-Norte	6,60	7
2	Este-Oeste	20,07	20
3	Oeste -Este	9,33	10
		Co	46

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 162: Intersección 14. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	9,00	1	G1	10
tL=	3	2	G2	20
Co=	46,00	3	G3	7

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

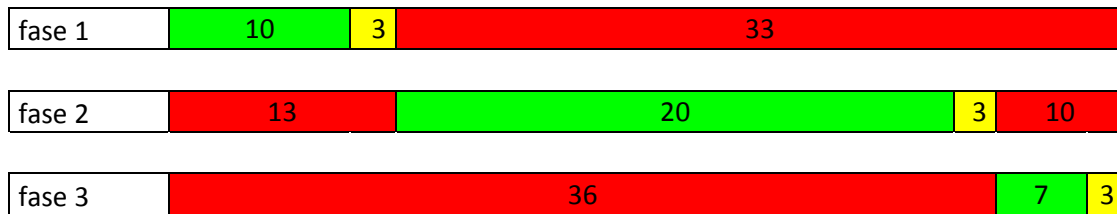


Ilustración 73: Intersección 14. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel E a nivel B, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 73.7 segundos a 19.3 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.667 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 163: Intersección 14. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Numero de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	379	764	347
Flujo de saturación, S (veh/h)	2906	2656	2920
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	10,00	20,00	7,00
Tasa de verde G/Co	0,217	0,435	0,152
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	632	1155	444
Relación volumen-capacidad X	0,600	0,662	0,781
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,130	0,288	0,119
Flujo crítico intersección YC	0,537		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad XC	0,667		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Oeste	Este	Sur
Volumen vehicular (veh/h)	379	764	347
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	632	1155	444
Relación Volumen-Capacidad X	0,600	0,662	0,781
Tasa de verde total g/Co	0,217	0,435	0,152
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	16,199	10,315	18,762
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	4,174	2,988	12,780
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	20,4	13,3	31,5
Nivel de servicio de grupo de carril	C	B	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	20,4	13,3	31,5
Nivel de servicio de aproximación	C	B	C
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	379	764	347
Retraso de la intersección di, (s/veh)	19,3		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B		

Fuente: Realizada por los testistas.

4.2.15. Intersección 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla.

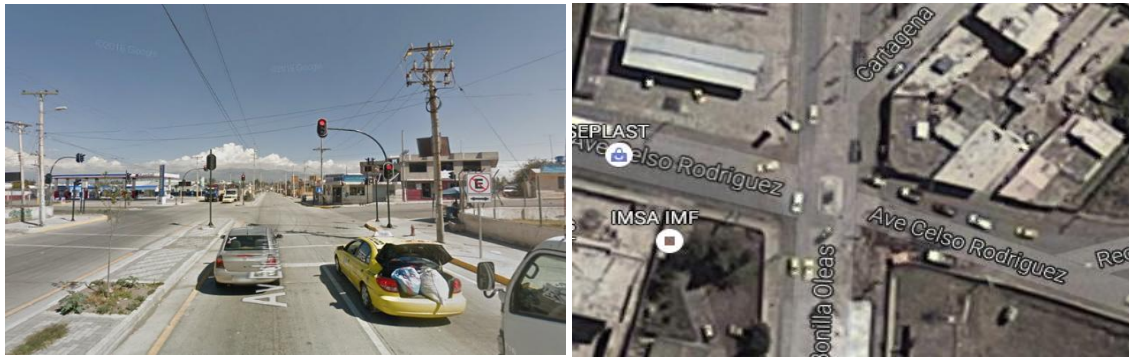


Ilustración 74: Intersección semaforizada 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9814065	Este= 763674
Altitud	2844 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, oeste-este y este-oeste pero en el sentido sur-norte presenta un solo carril de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 75.

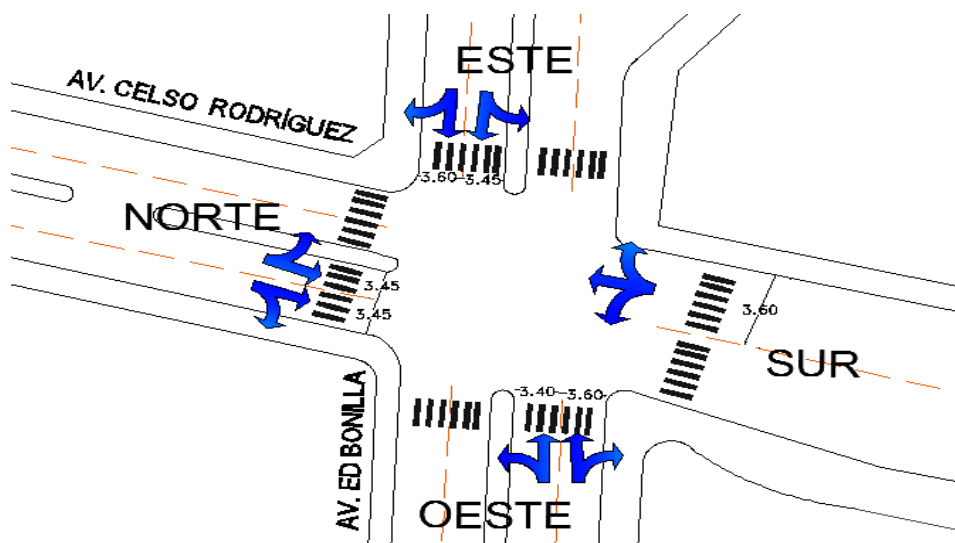


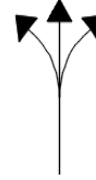
Ilustración 75: Intersección 15. Geometría y Tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los vehículos que se dirigen al sector Caminos del Sol y a la Comunidad San Clemente; además este sector es de tipo comercial y vivienda; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido este-oeste y oeste-este, en los sentidos norte-sur y sur-norte es asimétrica porque la avenida Celso Rodríguez termina el parterre en el sentido norte-sur al llegar a la intersección.

Tabla 164: Intersección 15. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 15: Av. Celso Rodríguez y Av. Edelberto Bonilla Oleas									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		1		2		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		SI		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		18		15		3		4	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	70	R:	75	R:	67	R:	67
		V:	20	v:	15	V:	23	V:	23
	Duración del ciclo			93		Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 165: Intersección 15. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 15: AV. CELSO RODRIGUES Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				8:45			9:00			9:15			9:30			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Celso Rodríguez	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	44	2	1	34	2	1	43	3	1	32	3	0	153	10	3	166
			RECTO	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5	0	2	7
		DER	RECTO	13	1	0	8	0	0	9	3	1	8	0	0	38	4	1	43
			GIRO DER	24	2	0	12	0	0	10	0	3	15	0	0	61	2	3	66
	SUR-NORTE	UNICO	GIRO IZQ	5	0	0	6	0	2	2	0	2	6	0	1	19	0	5	24
			RECTO	10	1	3	11	1	1	6	0	0	10	0	0	37	2	4	43
			GIRO DER	7	0	0	6	0	4	3	0	2	6	0	1	22	0	7	29
Av. Edelberto Bonilla Oleas	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	11	0	1	21	1	2	10	6	0	28	6	0	70	13	3	86
			RECTO	80	2	16	80	0	4	85	1	10	72	0	7	317	3	37	357
		DER	RECTO	75	0	0	85	0	5	65	1	4	39	0	3	264	1	12	277
			GIRO DER	5	0	0	13	0	2	2	1	0	9	0	2	29	1	4	34
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	26	0	0	32	2	2	31	1	0	34	2	8	123	5	10	138
			RECTO	60	0	2	60	2	15	35	0	2	51	0	15	206	2	34	242
		DER	RECTO	60	1	6	60	0	3	55	0	6	48	2	3	223	3	18	244
			GIRO DER	10	0	0	1	0	1	3	0	1	2	0	1	16	0	3	19

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 14148 vehículos al día, en un promedio de 1179 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 08:45 a 09:45 donde transitan 1775 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

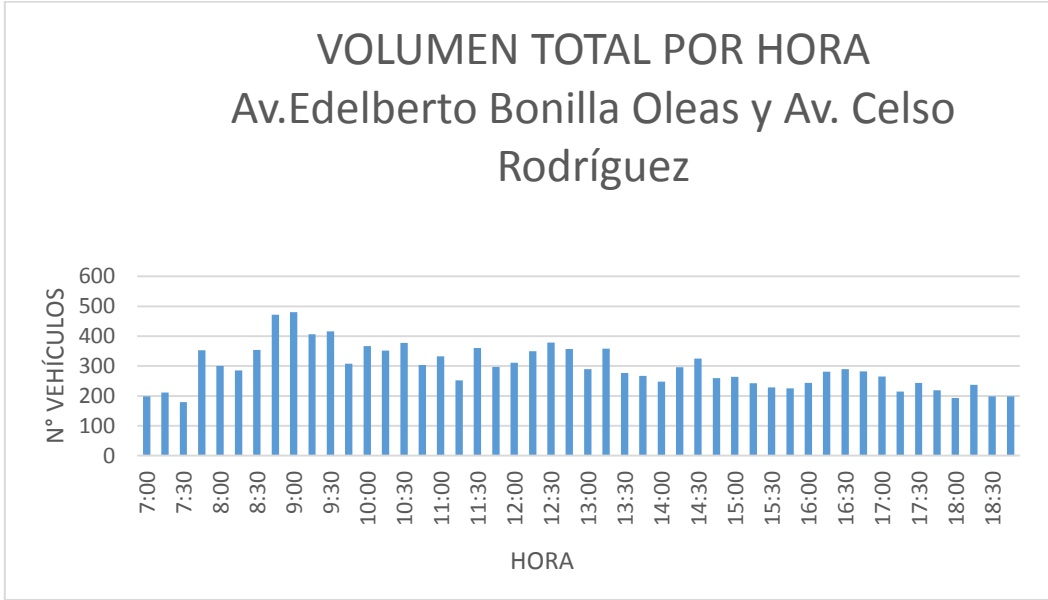


Ilustración 76: Intersección 15. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 166: Intersección 15. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	20
tL=	3	2	G2	15
Co=	93,00	3	G3	23
		4	G4	23

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 167: Intersección 15. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	282	96	754	643
Flujo de saturación, S (veh/h)	2895	1783	2891	2890
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	20,00	15,00	23,00	23,00
Tasa de verde G/Co	0,215	0,161	0,247	0,247
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	623	288	715	715
Relación volumen-capacidad X	0,453	0,334	1,055	0,900
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,097	0,054	0,261	0,222
Flujo crítico intersección YC	0,635			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,729			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	282	96	754	643
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	623	288	715	715
Relación Volumen-Capacidad X	0,453	0,334	1,055	0,900
Tasa de verde total g/Co	0,215	0,161	0,247	0,247
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	31,742	34,572	35,000	33,881
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	2,370	3,106	48,941	16,513
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)	34,1	37,7	83,9	50,4
Nivel de servicio de grupo de carril	C	D	F	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	34,1	37,7	83,9	50,4
Nivel de servicio de aproximación	C	D	F	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	282	96	754	643
Retraso de la intersección di, (s/veh)	61,4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 168: Intersección 15. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0,1054
2	Sur-Norte	0,0515
3	Este-Oeste	0,2583
4	Oeste -Este	0,2206

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 169: Intersección 15. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	63,1571157
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	65

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 170: Intersección 15. Calculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	8,79	9
2	Sur-Norte	4,30	5
3	Este-Oeste	21,53	22
4	Oeste -Este	18,39	19
		Co	67

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 171: Intersección 15. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	9
tL=	3	2	G2	5
Co=	67,00	3	G3	22
		4	G4	19

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

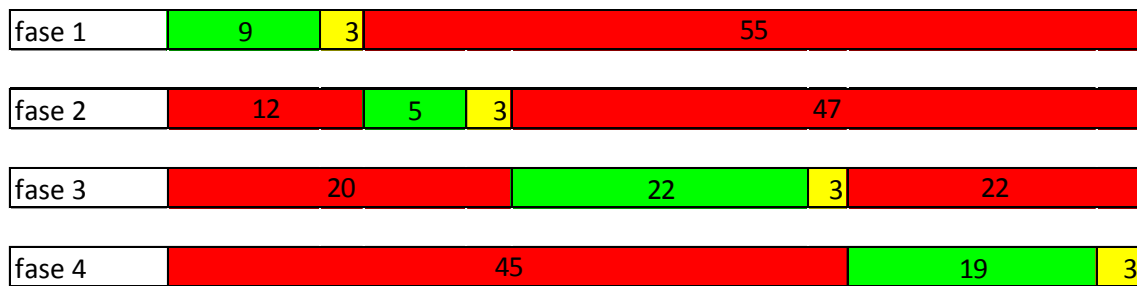


Ilustración 77: Intersección 15. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel E a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 61.4 segundos a 31.7 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.773 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 172: Intersección 15. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	282	96	754	643
Flujo de saturación, S (veh/h)	2895	1783	2891	2890
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G , (s)	9,00	5,00	22,00	19,00
Tasa de verde G/Co	0,134	0,075	0,328	0,284
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	389	133	949	820
Relación volumen-capacidad X	0,725	0,722	0,794	0,784
Razón de flujo Y_i , (veh/h)	0,097	0,054	0,261	0,222
Flujo crítico intersección Y_C	0,635			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad X_C	0,773			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	282	96	754	643
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	389	133	949	820
Relación Volumen-Capacidad X	0,725	0,722	0,794	0,784
Tasa de verde total g/Co	0,134	0,075	0,328	0,284
Retraso uniforme, $d1$, (s/veh)	27,813	30,319	20,443	22,113
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, $d2$ (s/veh)	11,192	28,570	6,817	7,425
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)	39,0	58,9	27,3	29,5
Nivel de servicio de grupo de carril	D	E	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	39,0	58,9	27,3	29,5
Nivel de servicio de aproximación	D	E	C	C
Tasa de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	282	96	754	643
Retraso de la intersección dI , (s/veh)	31,7			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C			

Fuente: Realizada por los tesistas

4.2.16. Intersección 16: Av. Edelberto Bonilla y Av. Araujo Chiriboga.



Ilustración 78: Intersección semaforizada 16: Av. Edelberto Bonilla y Av. Araujo Chiriboga.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9815632	Este= 762742
Altitud	2844 msnm

Esta intersección consta de 3 accesos norte, sur, este, cada uno de ellos con control semafórico, con dos carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte pero en el sentido este-oeste presenta un solo carril de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 9 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 79.

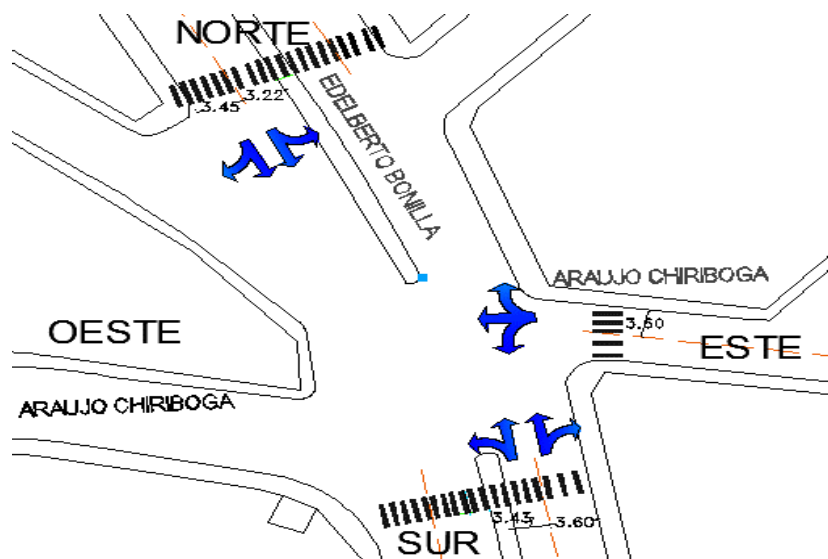


Ilustración 79: Intersección 16. Geometría y Tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesista, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los que se dirigen vehículos al sector Cerro Negro y a la Comunidad Porlón; además este sector es de tipo comercial ya que se encuentra la Dirección de Movilidad del GAD Riobamba y vivienda; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur y sur-norte, en el sentido este-oeste es asimétrica porque la avenida Araujo Chiriboga tiene un solo carril de circulación.

Tabla 173: Intersección 16. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 16: Av. Edelberto Bonilla Oleas y Av. Araujo Chiriboga									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		1		-	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		-	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		-	
Parada de bus		SI		SI		NO		-	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		7		11		4		6	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		-	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
		R:	49	R:	43	R:	52	R:	0
		V:	20	v:	26	V:	17	V:	0
	Duración del ciclo			72		Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales								

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 174: Intersección 16. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 16: AV EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				8:45			9:00			9:15			9:30			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Edelberto Bonilla Oleas	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	16	0	3	13	0	1	15	0	3	21	0	5	65	0	12	77
			RECTO	105	1	15	140	2	9	123	1	11	129	2	14	497	6	49	552
		DER	RECTO	121	0	0	29	0	5	69	0	4	197	0	3	416	0	12	428
			GIRO DER	9	0	1	14	0	1	10	0	0	22	0	2	55	0	4	59
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	2	0	0	2	0	0	1	0	0	3	0	0	8	0	0	8
			RECTO	49	2	10	125	2	1	104	1	1	133	2	5	411	7	17	435
		DER	RECTO	35	1	1	106	2	3	92	5	6	118	1	8	351	9	18	378
			GIRO DER	5	0	0	3	0	0	4	0	1	4	0	0	16	0	1	17
Av. Araujo Chiriboga	ESTE-OESTE	UNICO	GIRO IZQ	2	0	0	6	0	0	4	0	0	9	0	0	21	0	0	21
			RECTO	1	0	0	12	0	0	5	0	0	4	0	0	22	0	0	22
			GIRO DER	7	0	1	19	0	1	12	0	3	6	1	0	44	1	5	50

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 15735 vehículos al día, en un promedio de 1311 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 08:45 a 09:45 donde transitan 2047 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

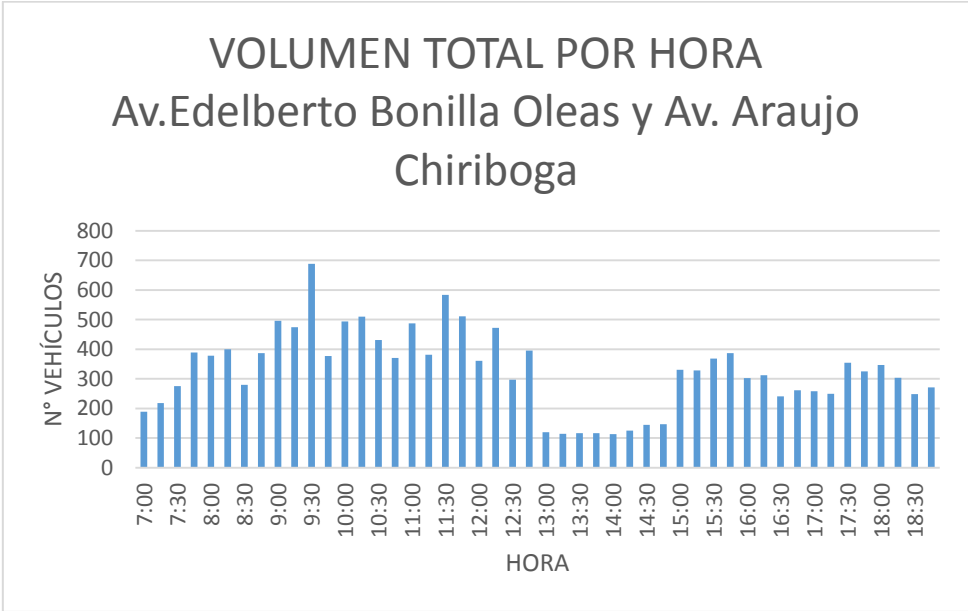


Ilustración 80: Intersección 16. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los analistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

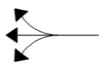
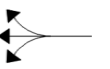
Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 175: Intersección 16. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	9,00	1	G1	20
tL=	3	2	G2	26
Co=	72,00	3	G3	17

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 176: Intersección 16. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Numero de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	1116	838	93
Flujo de saturación, S (veh/h)	2876	2845	1741
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	20,00	26,00	17,00
Tasa de verde G/Co	0,278	0,361	0,236
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	799	1028	411
Relación volumen-capacidad X	1,397	0,816	0,226
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,388	0,295	0,053
Flujo crítico intersección YC	0,736		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad XC	0,841		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur	Este
			
Volumen vehicular (veh/h)	1116	838	93
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	799	1028	411
Relación Volumen-Capacidad X	1,397	0,816	0,226
Tasa de verde total g/Co	0,278	0,361	0,236
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	26,000	20,829	22,192
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	186,292	7,133	1,275
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	212,3	28,0	23,5
Nivel de servicio de grupo de carril	F	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	212,3	28,0	23,5
Nivel de servicio de aproximación	F	C	C
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1116	838	93
Retraso de la intersección di, (s/veh)	128,3		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F		

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 177: Intersección 16. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0,3735
2	Sur-Norte	0,2570
3	Este - Oeste	0,0513

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 178: Intersección 16. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	9
Ciclo Óptimo	Co (s)	58,13526249
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	60

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 179: Intersección 16. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte – Sur giro izq	27,94	28
2	Norte - Sur	19,23	20
3	Este - Oeste	3,84	5
		Co	62

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 180: Intersección 15. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	9,00	1	G1	28
tL=	3	2	G2	20
Co=	62,00	3	G3	5

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

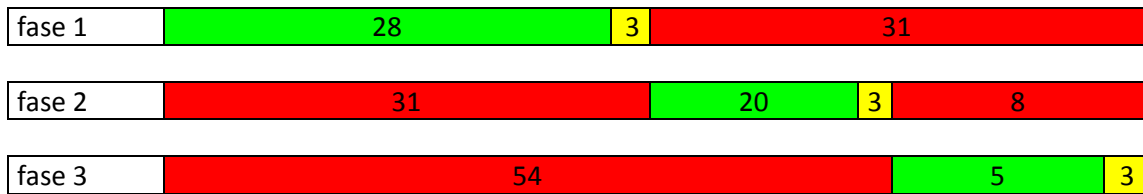


Ilustración 81: Intersección 16. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 128.3 segundos a 29.0 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.861 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 181: Intersección 16. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Numero de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	1116	838	93
Flujo de saturación, S (veh/h)	2876	2845	1741
Tiempo perdido I (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	28,00	20,00	5,00
Tasa de verde G/Co	0,452	0,323	0,081
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1299	918	140
Relación volumen-capacidad X	0,859	0,913	0,662
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,388	0,295	0,053
Flujo crítico intersección YC	0,736		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,861		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur	Este
			
Volumen vehicular (veh/h)	1116	838	93
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1299	918	140
Relación Volumen-Capacidad X	0,859	0,913	0,662
Tasa de verde total g/Co	0,452	0,323	0,081
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	15,235	20,164	27,680
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	7,563	14,903	21,953
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	22,8	35,1	49,6
Nivel de servicio de grupo de carril	C	D	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	22,8	35,1	49,6
Nivel de servicio de aproximación	C	D	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1116	838	93
Retraso de la intersección di, (s/veh)	29,0		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C		

Fuente: Realizada por los tesistas

4.2.17. Intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez.

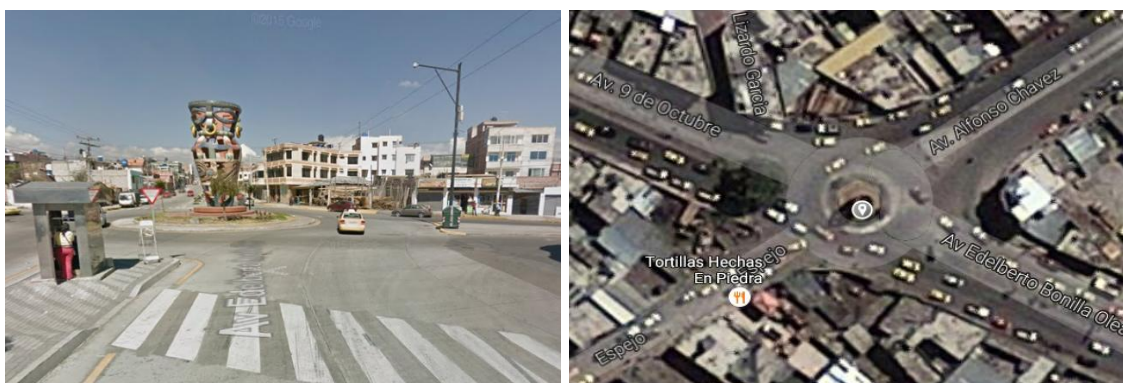


Ilustración 82: Intersección con redondel 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9815909	Este= 762419
Altitud	2776 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos brazo I, brazo II, brazo III y brazo IV. Los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos, rectos y en U como indica la ilustración 83.

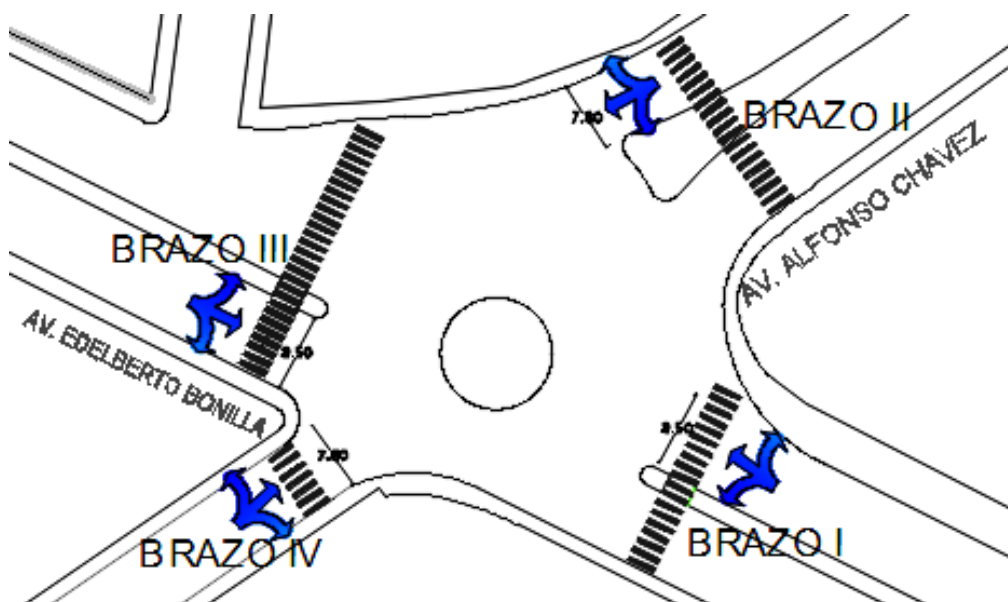


Ilustración 83: Intersección 17. Geometría y Tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los que se dirigen vehículos al Cantón Penipe y a Comunidad aledañas; además este sector es de tipo comercial y vivienda.

Tabla 182: Intersección 17. Características geométricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 17: Av. Edelberto Bonilla Oleas y Av. Alfonso Chavez				
Datos generales	Brazo I	Brazo II	Brazo III	Brazo IV
N° de carriles	2	2	2	2
Carriles exclusivos de giro	NO	NO	NO	NO
Parqueo permitido	NO	NO	NO	NO
Parada de bus	NO	NO	NO	NO
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación				
Hora Pico	Norte	Sur	Este	Oeste
N° de peatones hora pico	83	55	12	15
N° de maniobras de estacionamiento	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 30162 vehículos al día, en un promedio de 2513 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 18:00 a 19:00 donde transitan 3104 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

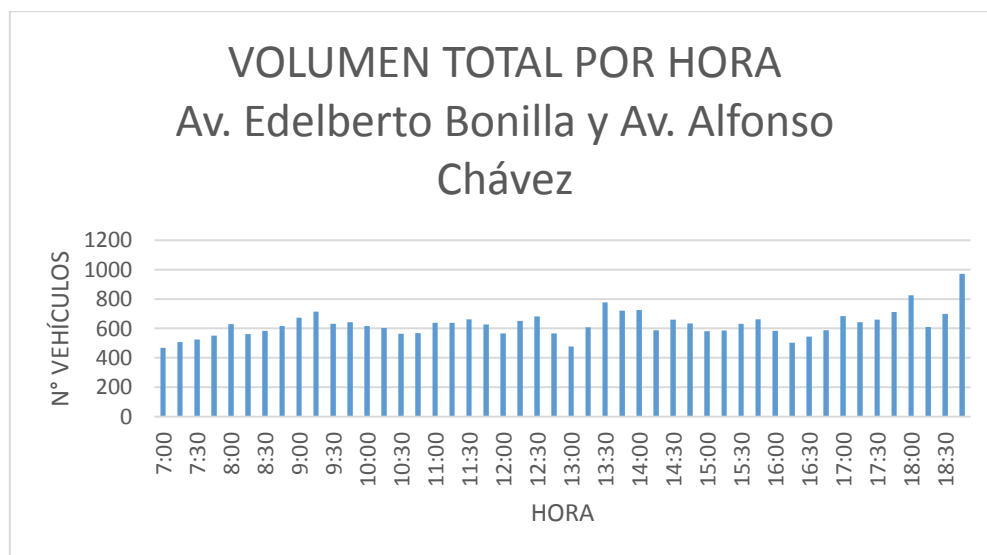


Ilustración 84: Intersección 17. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 183: Intersección 17. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																	
REDONDEL SENTIDO DE CIRCULACIÓN			HORA PICO														
			18:00			18:15			18:30			18:45			SUBTOTAL		
REDONDEL	BRAZO	GIRO	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
LA BASIJA	1	RECTO	105	7	8	110	13	10	114	17	15	115	20	25	444	57	58
		DER	84	10	6	88	9	13	92	14	9	95	18	22	359	51	50
		En U	7	0	0	4	0	0	6	0	0	7	0	2	24	0	2
	2	IZQ	158	5	10	106	6	3	120	6	3	142	12	12	526	29	28
		DER	100	1	9	79	0	4	59	0	6	82	2	8	320	3	27
		En U	6	0	0	4	0	0	3	0	0	12	0	0	25	0	0
	3	RECTO	142	2	4	98	0	7	134	1	2	210	1	2	584	4	15
		IZQ	72	1	2	74	1	2	74	0	2	103	2	4	323	4	10
		En U	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	4	RECTO	49	7	1	40	4	0	32	3	1	35	1	3	156	15	5
		IZQ	7	1	0	8	0	1	10	1	2	12	2	1	37	4	4
		DER	10	0	0	16	0	0	14	0	0	18	0	0	58	0	0

Fuente: Elaborado por los tesisas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del redondel.

Tabla 184: Intersección 17. Volumen.

VOLUMEN	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
VOLUMEN ENTRANTE	1045	958	944	279
VOLUMEN SALIENTE	1270	998	958	-
VOLUMEN CIRCULANTE	587	634	634	1578

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 185: Intersección 17. Datos de la geometría.

DATOS	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
ANCHO DE ENTRADA (e) (m)	6,85	7	6,95	6,85
ANCHO MEDIO EN APROX (v) (m)	6,85	7	6,95	6,85
LONG. EFEC. ENSANCH. (l) (m)	14	1	1	1
DIÁMETRO CIRC. INSCRITA (D) (m)	38	38	38	38
ÁNGULO DE ENTRADA (φ) (grados)	65	70	60	65
RADIO DE ENTRADA (r)	3,35	2,95	2,8	2,4

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 186: Intersección 17. Capacidad del redondel.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
k	Constante	0.60145	0.5189	0.5536	0.43845
s	Medida de agudeza del ensanchamiento	0	0	0	0
x2	Constante	6.85	7	6.95	6.85
M	Constante	0.110803158	0.11080316	0.11080316	0.11080316
td	Constante	1.450124755	1.45012476	1.45012476	1.45012476
Fc	Constante	0.721727091	0.73086288	0.72781761	0.72172709
F	Constante	2075.55	2121	2105.85	2075.55
Qc	Flujo circulante conflictivo	587	634	634	1578
Qe	Capacidad de entrada	994	860	910	411
Ve	Volumen de entrada	1045	958	944	279
v/c	Grado de saturación (V/C)	105%	111%	104%	68%
	Verificación	SATURADO	SATURADO	SATURADO	OK

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 187: Intersección 17. Volumen.

Intersección 17	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
Demora (seg/veh)	58.13888481	82.3209455	56.1508127	25.3647762
Nivel de servicio de aproximación	F	F	F	D
Volumen entrante	1045	958	944	279
Demora del redondel	61.90382521			
Nivel de servicio del redondel	F			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Esta intersección presenta un nivel de servicio F por lo que la mayoría de sus aproximaciones esta con la capacidad máxima de circulación y nos indica que los retrasos de los vehículos es de 61.90 segundos.

4.2.18. Intersección 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.



Ilustración 85: Intersección semaforizada 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816253	Este= 761659
Altitud	2799 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido este-oeste, oeste-este, sur-norte pero en el sentido norte-sur presenta un solo carril de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 86.



Ilustración 86: Intersección 18. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los vehículos que se dirigen al cantón Guano ; además este sector es de tipo comercial , vivienda, estudio por el Colegio Maldonado y la universidad Nacional de Chimborazo; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido este-oeste, oeste-este y sur-norte, y en el sentido norte-sur es asimétrica porque la avenida Edelberto Bonilla tiene un solo carril tiene un solo sentido de circulación.

Tabla 188: Intersección 18. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 18: Av. Edelberto Bonilla Oleas y Av. Antonio José de Sucre									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		1		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		7		3		22		16	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	ϕ 1		ϕ 2		ϕ 3		ϕ 4	
									
	TIEMPO	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
		R:	99	R:	89	R:	74	R:	74
		V:	10	v:	20	V:	35	V:	35
	Duración del ciclo			112		Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los analistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 189: Intersección 18. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 18: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				14:00			14:15			14:30			14:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Edelberto Bonilla Oleas	NORTE-SUR	UNICO	GIRO IZQ	6	0	0	5	0	0	4	0	0	2	0	0	17	0	0	17
			RECTO	5	0	0	11	0	2	10	0	0	8	0	0	34	0	2	36
			GIRO DER	3	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	10	0	0	10
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	54	2	12	32	0	12	39	2	12	41	1	4	166	5	40	211
			RECTO	0	0	4	4	0	0	0	0	1	4	0	1	8	0	6	14
		DER	RECTO	18	0	5	20	0	12	8	0	4	8	0	0	54	0	21	75
			GIRO DER	27	2	9	25	1	17	38	2	8	20	3	10	110	8	44	162
Av. Antonio José de Sucre	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	46	4	4	41	0	1	28	2	1	42	3	2	157	9	8	174
			RECTO	95	3	1	82	4	2	64	2	3	81	0	0	322	9	6	337
		DER	RECTO	67	0	0	65	0	0	56	0	0	68	0	0	256	0	0	256
			GIRO DER	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	0	4
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	75	3	24	34	2	18	30	13	1	44	0	5	183	18	48	249
			RECTO	34	18	12	24	4	1	84	2	2	37	2	1	179	26	16	221
		DER	RECTO	60	11	24	72	12	2	67	11	1	62	0	2	261	34	29	324
			GIRO DER	24	5	12	48	5	5	26	1	5	27	1	1	125	12	23	160

Fuente: Elaborado por los testistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 21581 vehículos al día, en un promedio de 1798 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 18:00 a 19:00 donde transitan 2250 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

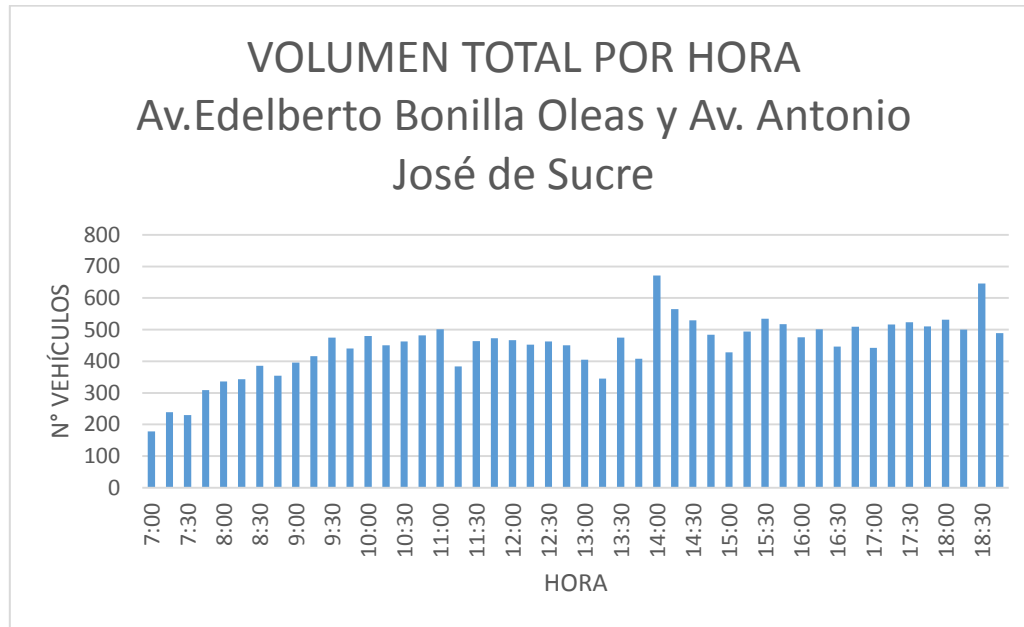


Ilustración 87: Intersección 18. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 190: Intersección 18. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	10
tL=	3	2	G2	20
Co=	112,00	3	G3	35
		4	G4	35

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 191: Intersección 18. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	63	462	954	771
Flujo de saturación, S (veh/h)	1977	3050	2992	2797
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	10,00	20,00	35,00	35,00
Tasa de verde G/Co	0,089	0,179	0,313	0,313
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	176	545	935	874
Relación volumen-capacidad X	0,357	0,848	1,020	0,882
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,032	0,151	0,319	0,276
Flujo crítico intersección Yc	0,778			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,871			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	63	462	954	771
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	176	545	935	874
Relación Volumen-Capacidad X	0,357	0,848	1,020	0,882
Tasa de verde total g/Co	0,089	0,179	0,313	0,313
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	47,976	44,531	38,500	36,541
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	5,555	15,127	34,653	12,468
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)	53,5	59,7	73,2	49,0
Nivel de servicio de grupo de carril	D	E	E	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	53,5	59,7	73,2	49,0
Nivel de servicio de aproximación	D	E	E	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	63	462	954	771
Retraso de la intersección di, (s/veh)	61,6			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 192: Intersección 18. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0,0313
2	Sur-Norte	0,1475
3	Este-Oeste	0,2917
4	Oeste -Este	0,2970

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 193: Intersección 18. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	98,9139302
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	100

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 194: Intersección 18. Calculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	3,59	5
2	Sur-Norte	16,91	17
3	Este-Oeste	33,45	33
4	Oeste -Este	34,05	34
		Co	101

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 195: Intersección 18. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	5
tL=	3	2	G2	17
Co=	101,00	3	G3	33
		4	G4	34

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

:

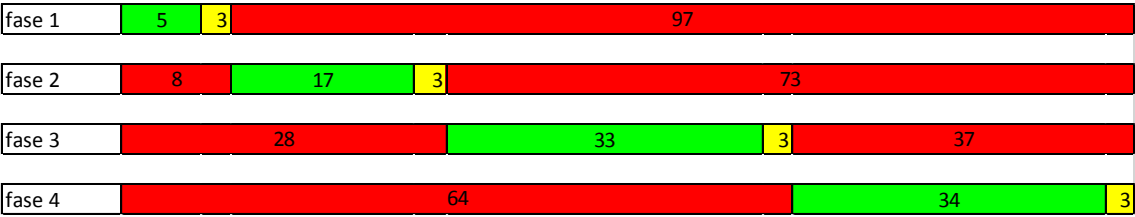


Ilustración 88: Intersección 18. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel E a nivel D, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos de ha reducido de 61.6 segundos a 52.4 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.883 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 196: Intersección 18. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	63	462	954	771
Flujo de saturación, S (veh/h)	1977	3050	2992	2797
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G , (s)	5,00	17,00	33,00	34,00
Tasa de verde G/Co	0,050	0,168	0,327	0,337
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	98	513	978	942
Relación volumen-capacidad X	0,644	0,900	0,976	0,819
Razón de flujo Y_i , (veh/h)	0,032	0,151	0,319	0,276
Flujo crítico intersección Y_C	0,778			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad X_C	0,883			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	63	462	954	771
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	98	513	978	942
Relación Volumen-Capacidad X	0,644	0,900	0,976	0,819
Tasa de verde total g/Co	0,050	0,168	0,327	0,337
Retraso uniforme, d_1 , (s/veh)	47,126	41,167	33,607	30,679
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d_2 (s/veh)	28,265	21,385	23,521	7,877
Retraso inicial de la cola vehicular d_3 , (s/veh)	0	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	75,4	62,6	57,1	38,6
Nivel de servicio de grupo de carril	E	E	E	D
Retraso por aproximación d_A (s/veh)	75,4	62,6	57,1	38,6
Nivel de servicio de aproximación	E	E	E	D
Tasa de flujo de la aproximación V_A , (veh/h)	63	462	954	771
Retraso de la intersección d_i , (s/veh)	52,4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los tesistas

4.2.19. Intersección 19: Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroes de Tapi.

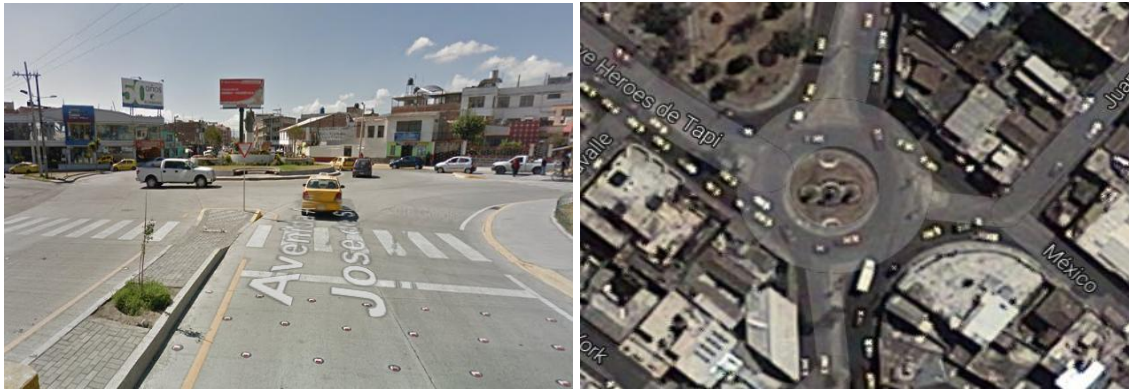


Ilustración 89: Intersección con redondel 19: Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroes de Tapi.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9815970	Este= 761506
Altitud	2773 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos brazo I, brazo II, brazo III y brazo IV. Los movimientos que se pueden realizar son 16 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos, rectos y en U como indica la ilustración 90.

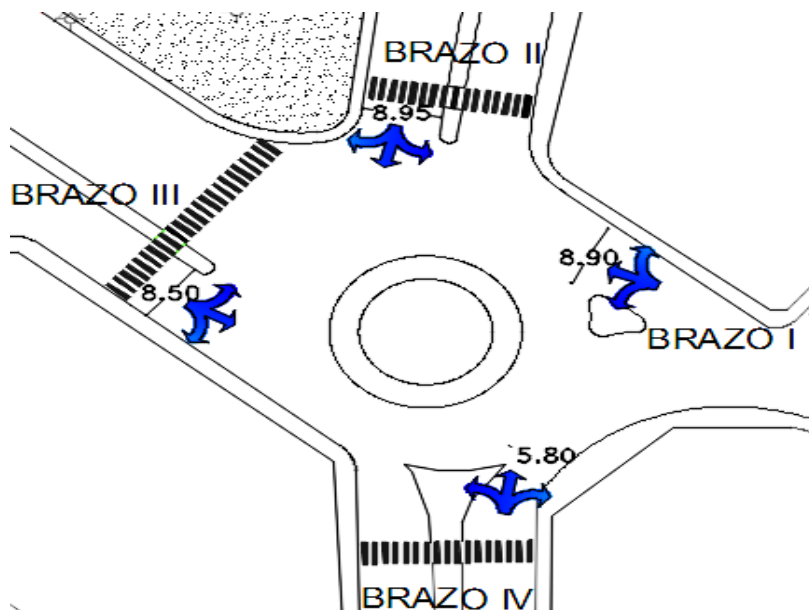


Ilustración 90: Intersección 19. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los que se dirigen vehículos al Cantón Guano y a Comunidad aledañas; además este sector es de tipo comercial, estudio por el Colegio COMIL y vivienda.

Tabla 197: Intersección 19. Características geométricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 19: Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroes de Tapi				
Datos generales	Brazo I	Brazo II	Brazo III	Brazo IV
N° de carriles	1	1	1	1
Carriles exclusivos de giro	NO	NO	NO	NO
Parqueo permitido	NO	NO	NO	NO
Parada de bus	NO	NO	NO	NO
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación				
Hora Pico	Norte	Sur	Este	Oeste
N° de peatones hora pico	83	55	12	15
N° de maniobras de estacionamiento	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 28574 vehículos al día, en un promedio de 2381 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 11:00 a 12:00 donde transitan 3106 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

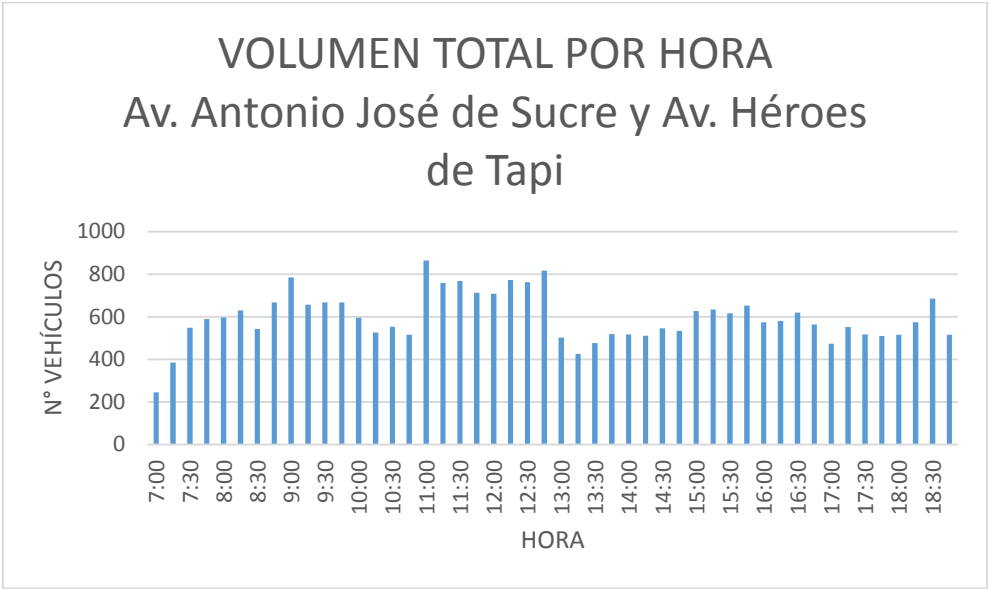


Ilustración 91: Intersección 19. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los analistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 198: Intersección 19. Cuento volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																	
REDONDEL SENTIDO DE CIRCULACIÓN			HORA PICO														
			11:00			11:15			11:30			11:45			SUBTOTAL		
REDONDEL	BRAZO	GIRO	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
COMIL	1	RECTO	80	0	1	60	0	1	52	0	3	40	0	1	232	0	6
		IZQ	113	0	1	90	1	1	69	0	2	50	1	0	322	2	4
		DER	2	0	0	1	0	2	3	0	1	2	0	0	8	0	3
		En U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	RECTO	100	1	3	100	1	3	112	1	3	82	1	2	394	4	11
		IZQ	0	0	1	1	0	1	3	0	1	1	0	1	5	0	4
		DER	40	2	5	37	2	5	52	2	5	47	2	4	176	8	19
		En U	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0
	3	RECTO	173	1	2	152	0	1	134	0	2	152	0	2	611	1	7
		IZQ	110	2	0	75	3	0	91	2	0	80	2	3	356	9	3
		DER	50	1	2	39	0	3	62	0	2	45	0	1	196	1	8
		En U	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	5	0	0
	4	RECTO	65	3	5	75	2	3	72	2	3	80	3	6	292	10	17
		IZQ	32	1	1	36	0	1	23	2	0	25	1	2	116	4	4
		DER	57	2	2	57	1	6	54	3	5	65	2	3	233	8	16
		En U	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	7	0	0

Fuente: Elaborado por los tesisas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del redondel.

Tabla 199: Intersección 19. Volumen.

VOLUMEN	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
VOLUMEN ENTRANTE	577	625	1197	707
VOLUMEN SALIENTE	885	702	570	949
VOLUMEN CIRCULANTE	827	702	757	1005

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 200: Intersección 19. Datos de la geometría.

DATOS	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
ANCHO DE ENTRADA (e) (m)	7,5	8,9	8,55	8,22
ANCHO MEDIO EN APROX (v) (m)	7,5	8,9	8,55	8,22
LONG. EFEC. ENSANCH. (l) (m)	1	1	1	1
DIÁMETRO CIRC. INSCRITA (D) (m)	46,5	46,5	46,5	46,5
ÁNGULO DE ESTRADA (φ) (grados)	42	46	43	40
RADIO DE ENTRADA (r)	2.1	2.4	2.8	2.05

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 201: Intersección 19. Capacidad del redondel.

PARAMETRO	DESCRIPCION	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
k	Constante	0.54154571	0.58588	0.65450429	0.53712683
S	Medida de agudeza del ensanchamiento	0	0	0	0
X2	Constante	7.5	8.9	8.55	8.22
M	Constante	0.25924026	0.25924026	0.25924026	0.25924026
tD	Constante	1.39706481	1.39706481	1.39706481	1.39706481
Fc	Constante	0.73345903	0.81560644	0.79506959	0.77570627
F	Constante	2272.5	2696.7	2590.65	2490.66
Qc	Flujo circulante conflictivo	827	702	757	1005
Qe	Capacidad de entrada	902	1244	1302	919
Ve	Volumen de entrada	577	625	1197	707
v/c	Grado de saturación (V/C)	63.97%	50%	92%	77%
	Verificación	OK	OK	OK	OK

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 202: Intersección 17. Volumen.

Intersección 19	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
Demora (seg/veh)	10.79169	5.77866637	23.0013816	15.6541373
Nivel de servicio de aproximación	B	A	C	C
Volumen entrante	577	625	1197	707
Demora del redondel	15.59517079			
Nivel de servicio del redondel	C			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Esta intersección presenta un nivel de servicio A por lo que la mayoría de sus aproximaciones esta con la capacidad adecuada de circulación y nos indica que los retrasos de los vehículos es de 6.93 segundos.

4.2.20. Intersección 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.



Ilustración 92: Intersección semaforizada 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816231	Este= 761186
Altitud	2775 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte pero en el sentido oeste-este presenta un solo carril de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 9 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 93.

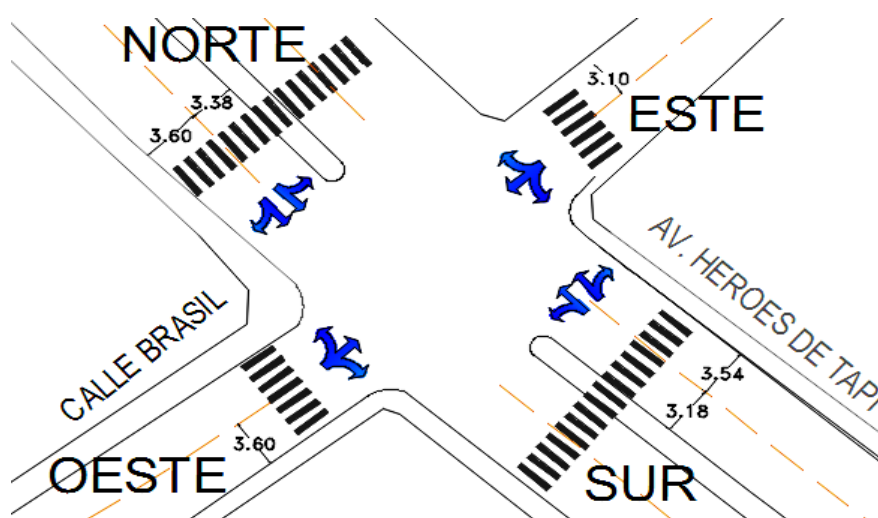


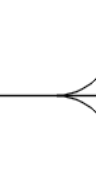
Ilustración 93: Intersección 20. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los vehículos que se dirigen al terminal terrestre de la ciudad; además este sector es de tipo comercial, vivienda, estudio por la unidad educativa José María Román; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido este-oeste, oeste-este y sur-norte, y en el sentido norte-sur es asimétrica porque la calle Brasil tiene un solo carril tiene un solo sentido de circulación.

Tabla 203: Intersección 20. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 20: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		-		1	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		-		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		-		NO	
Parada de bus		NO		NO		-		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		8		11		4		5	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		-		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
									
	TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	0
		R:	54	R:	54	R:	62	R:	0
		V:	28	v:	28	V:	20	V:	0
	Duración del ciclo			85		Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximacion Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
					Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 204: Intersección 20. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																				
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 20: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL																
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO	
				10:15			10:30			10:45			11:00			SUBTOTAL				
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Av. Héroes de Tapi	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			RECTO	105	4	3	120	3	7	80	4	8	105	1	7	410	12	25	447	
		DER	RECTO	28	0	0	32	0	0	31	0	0	51	0	0	142	0	0	142	
			GIRO DER	33	2	1	50	1	0	32	4	1	43	1	1	158	8	3	169	
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	20	1	0	15	0	0	17	1	0	16	0	0	68	2	0	70	
			RECTO	108	5	7	105	0	5	90	1	5	112	2	0	415	8	17	440	
		DER	RECTO	88	4	0	72	1	0	90	2	2	88	3	0	338	10	2	350	
			GIRO DER	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Calle Brasil	OESTE-ESTE	UNICO	GIRO IZQ	12	0	0	5	0	0	8	0	0	5	0	0	30	0	0	30	
			RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			GIRO DER	15	1	0	14	2	0	10	1	1	10	0	0	49	4	1	54	

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 17522 vehículos al día, en un promedio de 1460 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 10:15 a 11:15 donde transitan 1634 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

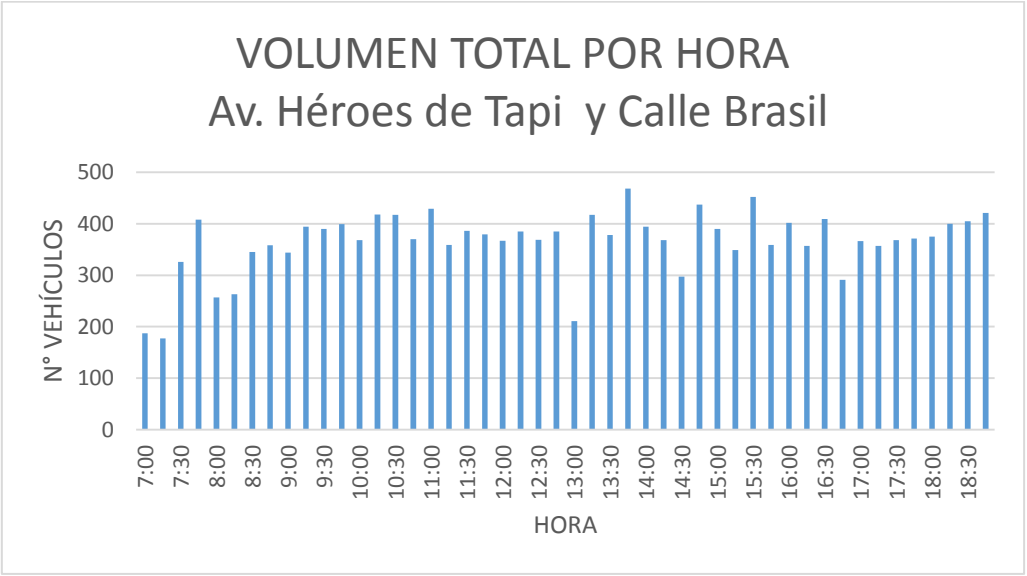


Ilustración 94: Intersección 20. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 205: Intersección 20. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	9,00	1	G1	28
tL=	3	2	G2	28
Co=	85,00	3	G3	20

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 206: Intersección 20. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Numero de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	758	792	84
Flujo de saturación, S (veh/h)	3141	3107	1713
Tiempo perdido l (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	28,00	28,00	20,00
Tasa de verde G/Co	0,329	0,329	0,235
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1035	1024	403
Relación volumen-capacidad X	0,733	0,774	0,208
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,241	0,255	0,049
Flujo crítico intersección Yc	0,545		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,610		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur	Este
			
Volumen vehicular (veh/h)	758	792	84
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1035	1024	403
Relación Volumen-Capacidad X	0,733	0,774	0,208
Tasa de verde total g/Co	0,329	0,329	0,235
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	25,190	25,650	26,134
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	4,589	5,697	1,172
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	29,8	31,3	27,3
Nivel de servicio de grupo de carril	C	C	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	29,8	31,3	27,3
Nivel de servicio de aproximación	C	C	C
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	758	792	84
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	30,4		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C		

Fuente: Realizada por los testistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

:

Tabla 207: Intersección 20. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0,2409
2	Sur-Norte	0,2762
3	Este-Oeste	0,0473

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 208: Intersección 20. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	9
Ciclo Óptimo	Co (s)	42,4717046
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	45

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 209: Intersección 20. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	15,37	16
2	Sur-Norte	17,62	18
3	Este-Oeste	3,02	5
		Co	48

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 210: Intersección 20. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G)		
L=	9,00	1	G1	16
tL=	3	2	G2	18
Co=	48,00	3	G3	5

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Diagrama semafórica.

:

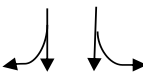


Ilustración 95: Intersección 20. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel C a nivel B, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 30.4 segundos a 17.7 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.671 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 211: Intersección 20. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN			
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD			
Numero de fase	1	2	3
Grupo de carril			
Volumen vehicular (veh/h)	758	792	84
Flujo de saturación, S (veh/h)	3141	3107	1713
Tiempo perdido I (s)	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	16,00	18,00	5,00
Tasa de verde G/Co	0,333	0,375	0,104
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1047	1165	178
Relación volumen-capacidad X	0,724	0,680	0,471
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,241	0,255	0,049
Flujo crítico intersección YC	0,545		
Tiempo perdido por ciclo L	9		
Volumen relacionado con la capacidad XC	0,671		
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO			
Grupo de carril	Norte	Sur	Este
			
Volumen vehicular (veh/h)	758	792	84
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1047	1165	178
Relación Volumen-Capacidad X	0,724	0,680	0,471
Tasa de verde total g/Co	0,333	0,375	0,104
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	14,059	12,582	20,254
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	4,355	3,207	8,657
Retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	18,4	15,8	28,9
Nivel de servicio de grupo de carril	B	B	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	18,4	15,8	28,9
Nivel de servicio de aproximación	B	B	C
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	758	792	84
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	17,7		
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B		

Fuente: Realizada por los testistas

4.2.21. Intersección 21: Av. La Prensa y Calle Gonzalo Dávalos.



Ilustración 96: Intersección con redondel 21: Av. La Prensa y Calle Gonzalo Dávalos.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816770	Este= 760661
Altitud	2798 msnm

Esta intersección consta de 3 accesos brazo I, brazo II y brazo III. Los movimientos que se pueden realizar son 9 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos, rectos y en U como indica la ilustración 97.

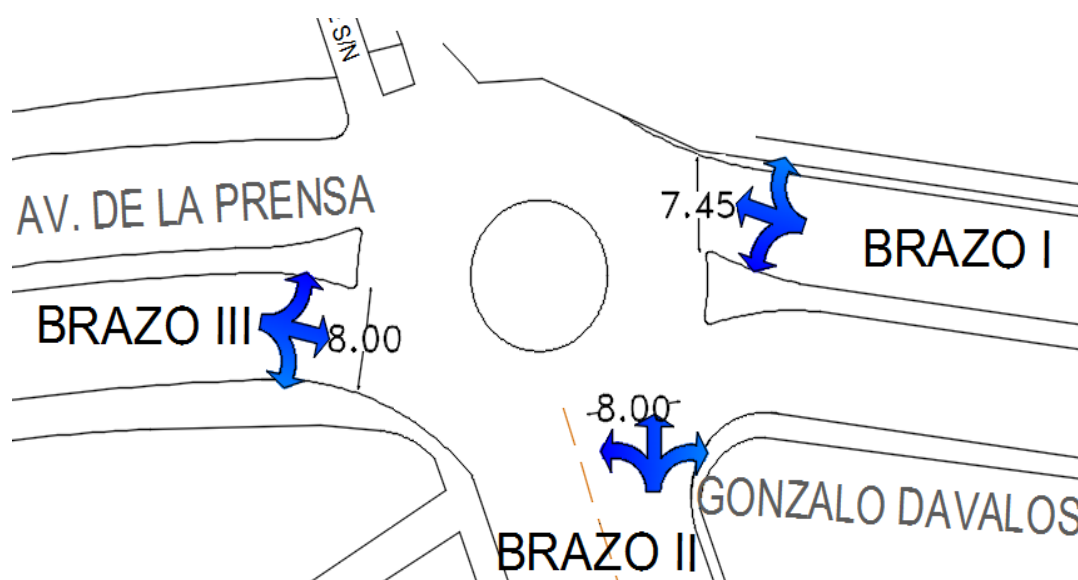


Ilustración 97: Intersección 21. Geometría y tipos de movimiento.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los vehículos que se dirigen al terminal terrestre de la ciudad; además este sector es de tipo comercial, estudio por el Colegio Salesianos y vivienda.

Tabla 212: Intersección 21. Características geométricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 21: Av. La Prensa y Calle Gonzalo Davalos				
Datos generales	Brazo I	Brazo II	Brazo III	Brazo IV
N° de carriles	1	1	1	1
Carriles exclusivos de giro	NO	NO	NO	NO
Parqueo permitido	NO	NO	NO	NO
Parada de bus	NO	NO	NO	NO
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación				
Hora Pico	Norte	Sur	Este	Oeste
N° de peatones hora pico	83	55	12	15
N° de maniobras de estacionamiento	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 16934 vehículos al día, en un promedio de 1411 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 09:45 a 10:45 donde transitan 1647 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

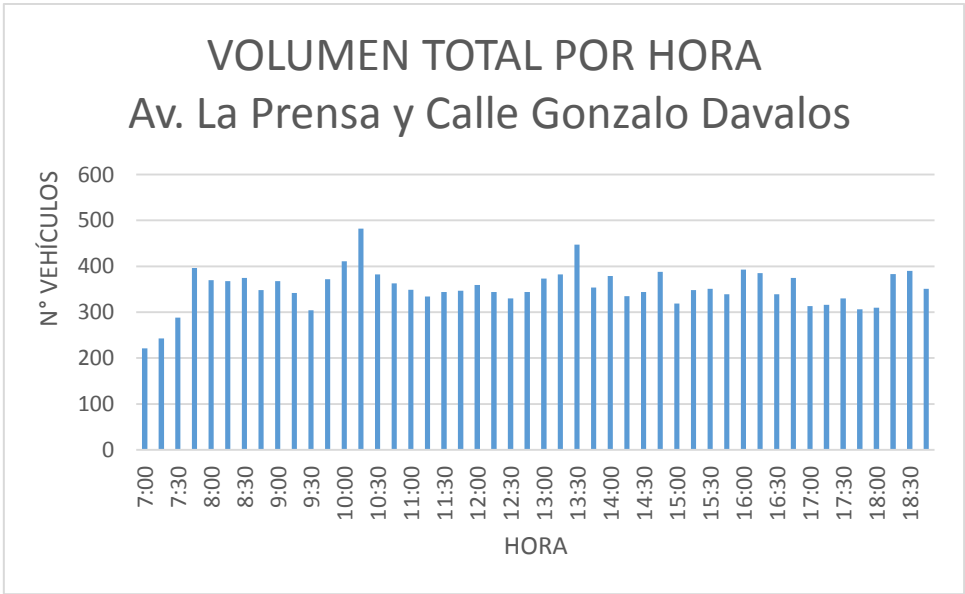


Ilustración 98: Intersección 21. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 213: Intersección 21. Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																	
REDONDEL SENTIDO DE CIRCULACIÓN			HORARIO DE CONTEO														
			9:45			10:00			10:15			10:30			SUBTOTAL		
REDONDEL	BRAZO	GIRO	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
AEROPUERTO	1	RECTO	160	2	4	152	1	4	174	3	5	125	1	4	611	7	17
		IZQ	6	0	0	5	0	1	3	0	0	3	0	1	17	0	2
		DER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		En U	1	0	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	8	0	0
	2	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		IZQ	11	0	0	20	0	0	25	1	0	23	1	0	79	2	0
		DER	3	0	0	2	0	2	1	0	0	6	0	0	12	0	2
		En U	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	RECTO	129	4	9	168	3	10	195	2	9	171	1	8	663	10	36
		IZQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DER	33	1	3	36	1	2	47	0	6	27	0	7	143	2	18
		En U	6	0	0	2	0	0	7	0	0	3	0	0	18	0	0

Fuente: Elaborado por los analistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del redondel.

Tabla 214: Intersección 21. Volumen.

VOLUMEN	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3
VOLUMEN ENTRANTE	662	95	890
VOLUMEN SALIENTE	731	182	734
VOLUMEN CIRCULANTE	99	735	27

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 215: Intersección 21. Datos de la geometría.

DATOS	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3
ANCHO DE ENTRADA (e) (m)	8,45	8,5	8,5
ANCHO MEDIO EN APROX (v) (m)	8,45	8,5	8,5
LONG. EFEC. ENSANCH. (l) (m)	1	1	1
DIÁMETRO CIRC. INSCRITA (D) (m)	30,7	30,7	30,7
ÁNGULO DE ESTRADA (φ) (grados)	39	41	44
RADIO DE ENTRADA (r)	10	13	12

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 216: Intersección 21. Capacidad del redondel.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3
K	Constante	0,91987	0,93549923	0,91882
S	Medida de agudeza del ensanchamiento	0	0	0
X2	Constante	8,45	8,5	8,5
M	Constante	0,05339704	0,05339704	0,05339704
Td	Constante	1,47465484	1,47465484	1,47465484
Fc	Constante	0,83303252	0,83612929	0,83612929
F	Constante	2560,35	2575,5	2575,5
Qc	Flujo circulante conflictivo	99	735	27
Qe	Capacidad de entrada	2279	1834	2346
Ve	Volumen de entrada	662	95	890
V/C	Grado de saturación (V/C)	29,05%	5%	38%
	Verificación	OK	OK	OK

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 217: Intersección 21. Volumen.

Intersección 21	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3
Demora (seg/veh)	2,22504048	2,07012833	2,4693981
Nivel de servicio de aproximación	A	A	A
Volumen entrante	662	95	890
Demora del redondel	2,348150147		
Nivel de servicio del redondel	A		

Fuente: Realizada por los tesistas.

Esta intersección presenta un nivel de servicio A por lo que la mayoría de sus aproximaciones esta con la capacidad adecuada de circulación y nos indica que los retrasos de los vehículos es de 2.34 segundos.

4.2.22. Intersección 22: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu.

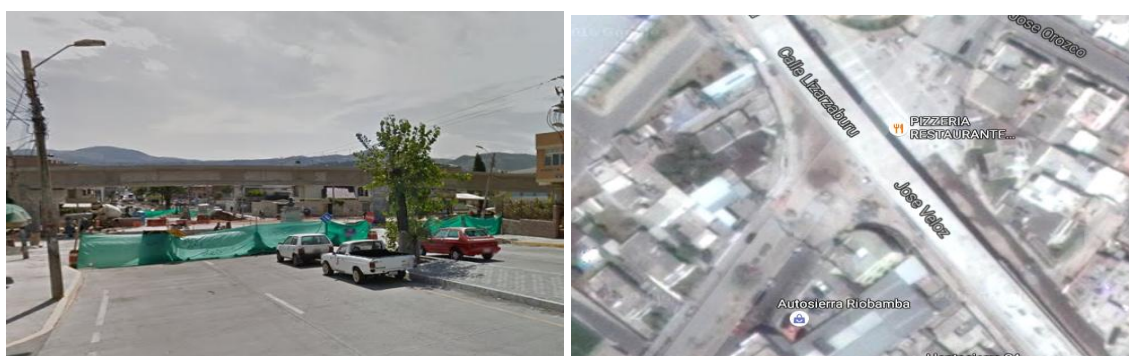


Ilustración 99: Intersección semaforizada 22: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9814502	Este= 760133
Altitud	2790 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte, oeste-este y este-oeste. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones pero tiene un paso a desnivel, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 100.

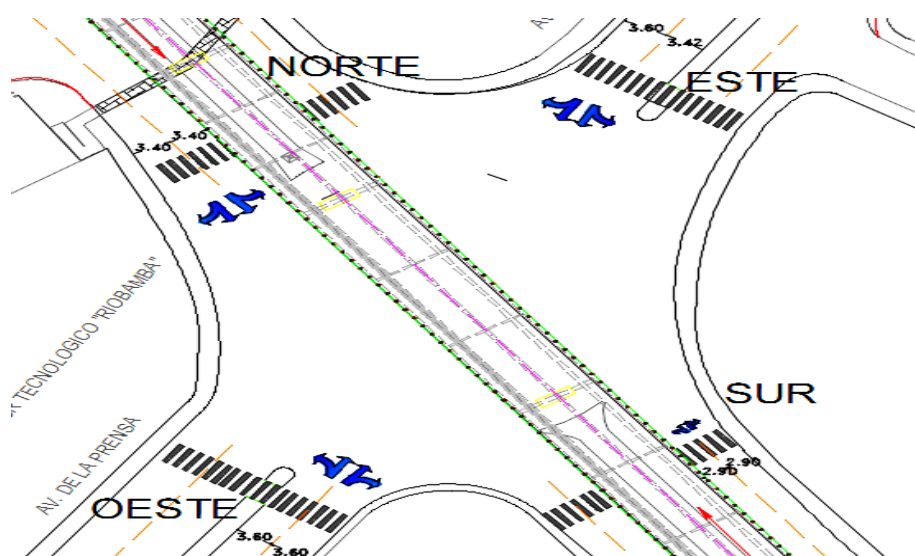


Ilustración 100: Intersección 22. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada como ruta de buses urbanos, también por los vehículos que se dirigen al terminal terrestre de la ciudad; además este sector es de tipo comercial, vivienda, estudio por la unidad Riobamba; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en todos los sentidos de circulación.

Tabla 218: Intersección 22. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 22: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		NO		NO		NO		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		24		8		6		9	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3	
	R:	104	R:	104	R:	94	R:	94	
	V:	25	v:	25	V:	35	V:	35	
Duración del ciclo				132	Operación		Establecida		
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 219: Intersección 22: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 22: AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				7:45			8:00			8:15			8:30			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Lizarzaburu	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	69	0	1	80	0	5	88	0	1	82	0	2	319	0	9	328
			RECTO	6	0	0	6	0	1	6	0	0	4	0	1	22	0	2	24
		DER	RECTO	5	0	0	14	0	0	8	0	2	7	0	0	34	0	2	36
			GIRO DER	32	0	0	36	0	2	36	0	1	30	0	0	134	0	3	137
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	31	0	0	42	2	0	27	6	0	24	4	0	124	12	0	136
			RECTO	16	2	1	11	1	1	2	3	1	7	0	1	36	6	4	46
		DER	RECTO	9	0	0	7	0	0	10	2	0	3	0	0	29	2	0	31
			GIRO DER	4	0	0	5	0	0	14	0	0	4	0	0	27	0	0	27
Av. La Prensa	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	18	0	0	11	0	0	14	0	0	6	0	0	49	0	0	49
			RECTO	96	1	6	61	0	0	52	2	4	66	0	2	275	3	12	290
		DER	RECTO	60	0	3	54	0	2	51	0	2	56	0	0	221	0	7	228
			GIRO DER	66	0	11	66	0	2	48	0	1	66	0	3	246	0	17	263
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	35	0	0	28	0	0	17	2	0	22	1	0	102	3	0	105
			RECTO	60	4	1	66	12	0	71	4	0	55	7	0	252	27	1	280
		DER	RECTO	43	7	1	30	8	0	49	0	0	58	0	0	180	15	1	196
			GIRO DER	11	0	0	17	0	1	16	7	0	17	3	0	61	10	1	72

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 20651 vehículos al día, en un promedio de 1720 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 07:45 a 08:45 donde transitan 2248 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

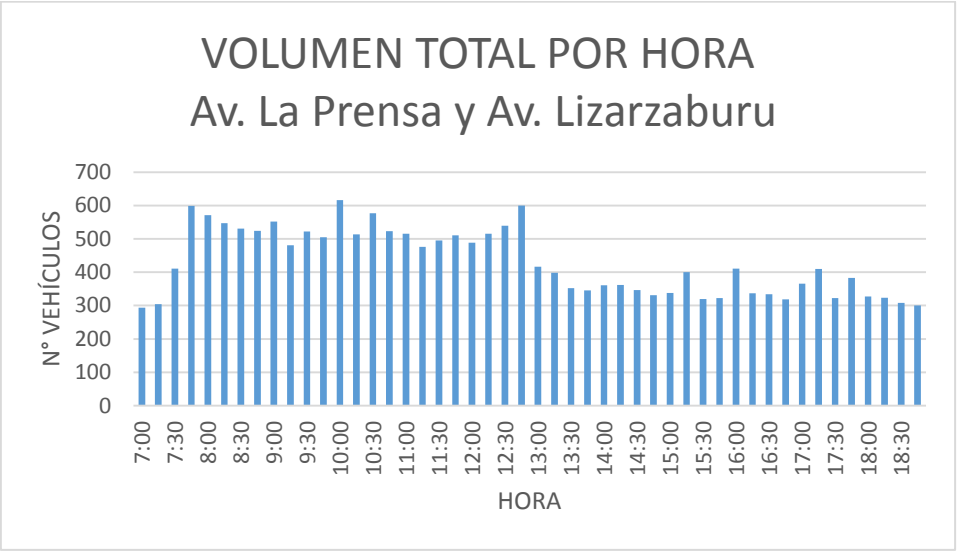


Ilustración 101: Intersección 22. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 220: Intersección 22. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	25
tL=	3	2	G2	25
Co=	132,00	3	G3	35
		4	G4	35

Fuente: Realizada por los tesisas.

Tabla 221: Intersección 22. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	525	240	830	653
Flujo de saturación, S (veh/h)	3156	3031	2991	2937
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	25,00	25,00	35,00	35,00
Tasa de verde G/Co	0,189	0,189	0,265	0,265
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	598	574	793	779
Relación volumen-capacidad X	0,878	0,418	1,046	0,839
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,166	0,079	0,277	0,222
Flujo crítico intersección Yc	0,745			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,820			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Oeste	Este
				
Volumen vehicular (veh/h)	525	240	830	653
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	598	574	793	779
Relación Volumen-Capacidad X	0,878	0,418	1,046	0,839
Tasa de verde total g/Co	0,189	0,189	0,265	0,265
Retraso uniforme, d1 , (s/veh)	52,022	47,097	48,500	45,830
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	16,672	2,234	44,769	10,491
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)	68,7	49,3	93,3	56,3
Nivel de servicio de grupo de carril	E	D	F	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	68,7	49,3	93,3	56,3
Nivel de servicio de aproximación	E	D	F	E
Tasa de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	525	240	830	653
Retraso de la intersección dI , (s/veh)	72,1			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 222: Intersección 22. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0,1890
2	Sur-Norte	0,1004
3	Este-Oeste	0,2909
4	Oeste -Este	0,2205

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 223: Intersección 22. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	115,429143
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	115

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 224: Intersección 22. Calculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	24,31	24
2	Sur-Norte	12,91	13
3	Este-Oeste	37,42	38
4	Oeste -Este	28,36	28
		Co	115

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 225: Intersección 22. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	24
tL=	3	2	G2	13
Co=	115,00	3	G3	38
		4	G4	28

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

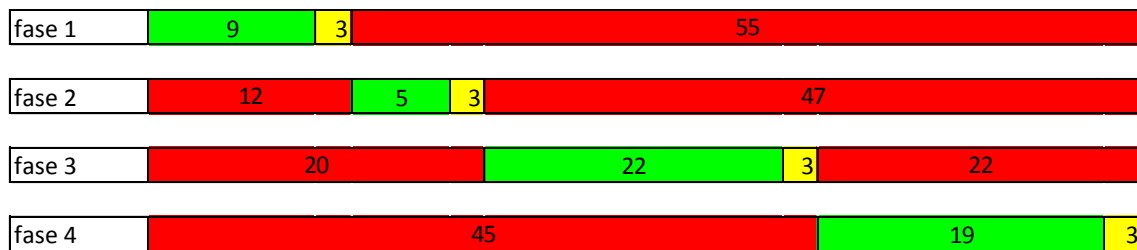


Ilustración 102: Intersección 22. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel E a nivel D, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 72.1 segundos a 52.7 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.832 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 226: Intersección 22. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	525	240	830	653
Flujo de saturación, S (veh/h)	3156	3031	2991	2937
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	24,00	13,00	38,00	28,00
Tasa de verde G/Co	0,209	0,113	0,330	0,243
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	659	343	988	715
Relación volumen-capacidad X	0,797	0,701		0,913
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,166	0,079	0,277	0,222
Flujo crítico intersección YC	0,745			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad XC	0,832			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Oeste	Este
				
Volumen vehicular (veh/h)	525	240	830	653
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	659	343	988	715
Relación Volumen-Capacidad X	0,797	0,701	0,840	0,913
Tasa de verde total g/Co	0,209	0,113	0,330	0,243
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	43,189	49,125	35,678	42,318
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	9,708	11,336	8,530	18,099
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)	52,9	60,5	44,2	60,4
Nivel de servicio de grupo de carril	D	E	D	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	52,9	60,5	44,2	60,4
Nivel de servicio de aproximación	D	E	D	E
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	525	240	830	653
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	52,7			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D			

Fuente: Realizada por los testistas

4.2.23. Intersección 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres.

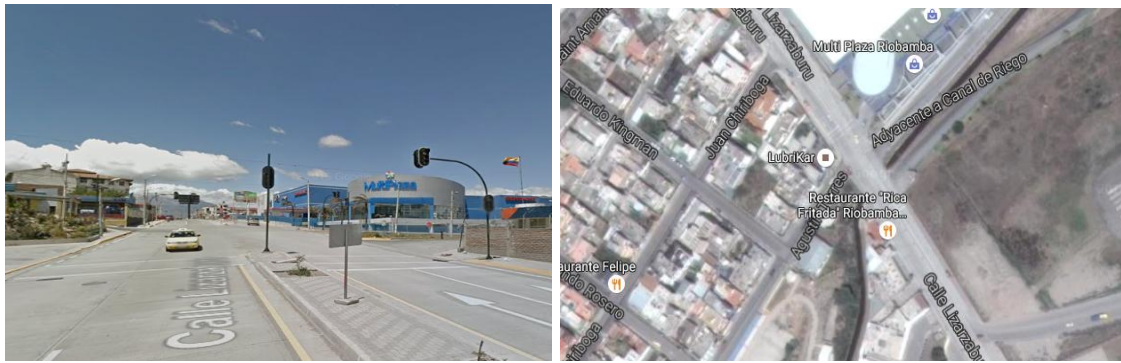


Ilustración 103: Intersección semaforizada 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816686	Este= 759900
Altitud	2806 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte, mientras que en los sentidos oeste-este y este-oeste poseen un carril de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones pero tiene un paso a desnivel, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 104.

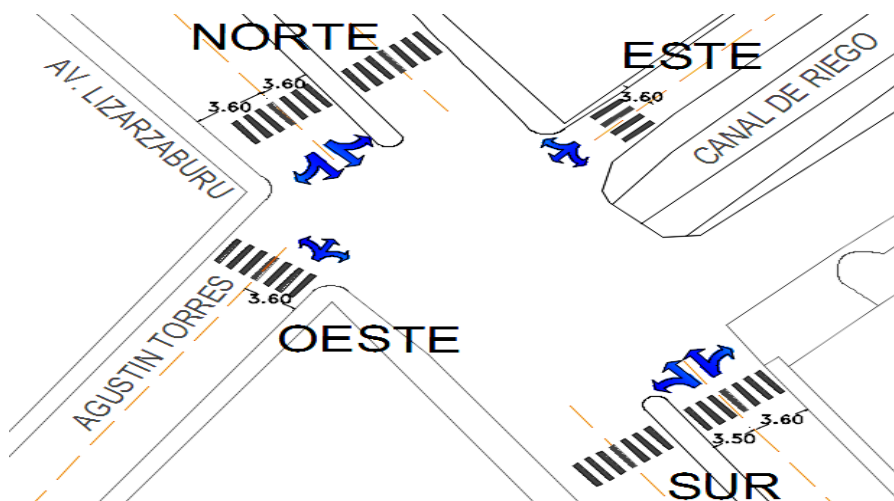


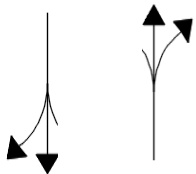
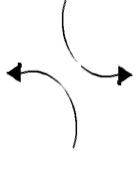
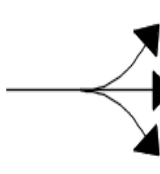
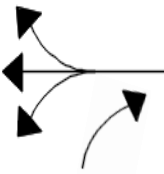
Ilustración 104: Intersección 23. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada por los vehículos que se dirigen fuera de la ciudad; además este sector es de tipo comercial, vivienda, estudio por la unidad Riobamba; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur, sur-norte y en el sentido este-oeste, oeste-este es asimétrica porque la calle Agustín Torres tiene un solo carril tiene un solo sentido de circulación.

Tabla 227: Intersección 205. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 23: Av. Lizarzaburu y Calle Agustín Torres										
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de carriles		2		2		1		1		
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO		
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO		
Parada de bus		NO		NO		NO		NO		
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación										
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de peatones hora pico		19		13		11		15		
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0		
CONDICIONES SEMAFORICAS										
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE									
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4		
										
		TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
			R:	54	R:	89	R:	89	R:	89
	V:		50	v:	15	V:	15	V:	15	
	Duración del ciclo			107		Operación		Establecida		
Semáforos	Aproximación Norte			Aproximacion Sur						
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales			Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales						
	Aproximación Este			Aproximación Oeste						
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales									

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 228: Intersección 23: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 23: AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTIN TORRES.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				12:00			12:15			12:30			12:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Lizarzaburu	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	3	0	0	8	0	0	9	0	1	10	1	2	30	1	3	34
			RECTO	80	0	1	108	0	2	111	0	1	104	1	2	403	1	6	410
		DER	RECTO	64	0	2	96	0	1	76	0	2	100	0	0	336	0	5	341
			GIRO DER	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	19	0	4	15	0	1	20	0	3	25	0	2	79	0	10	89
			RECTO	102	4	7	85	0	3	120	0	5	100	2	5	407	6	20	433
		DER	RECTO	90	1	0	107	0	4	90	0	1	105	0	5	392	1	10	403
			GIRO DER	25	0	3	9	0	0	14	0	0	9	0	2	57	0	5	62
Calle Agustín Torres	ESTE-OESTE	UNICO	GIRO IZQ	17	0	0	19	0	0	22	0	0	25	0	1	83	0	1	84
			RECTO	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	3
			GIRO DER	3	0	0	7	0	1	14	0	2	15	0	1	39	0	4	43
	OESTE-ESTE	UNICO	GIRO IZQ	0	0	0	6	0	0	2	0	0	1	0	0	9	0	0	9
			RECTO	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	3
			GIRO DER	19	0	0	24	0	0	22	0	0	21	0	0	86	0	0	86

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 20545 vehículos al día, en un promedio de 1712 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 12:00 a 13:00 donde transitan 2002 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

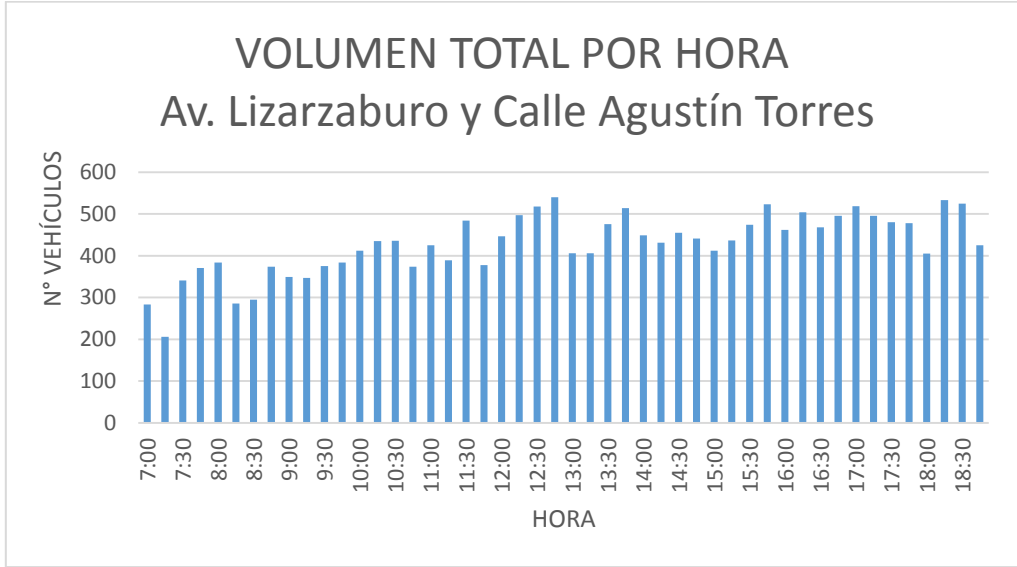


Ilustración 105: Intersección 23. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

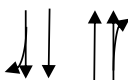
Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 229: Intersección 23. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	50
tL=	3	2	G2	15
Co=	107,00	3	G3	15
		4	G4	15

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 230: Intersección 23. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Flujo de saturación, S (veh/h)	6201	1893	1668	1701
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	50.00	15.00	15.00	15.00
Tasa de verde G/Co	0.467	0.140	0.140	0.140
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	2897	265	234	238
Relación volumen-capacidad X	0.570	0.463	0.556	0.411
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.266	0.065	0.078	0.058
Flujo crítico intersección YC	0.467			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad XC	0.526			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte, Sur	Izq Norte, Sur	Oeste	Este
				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	2897	265	234	238
Relación Volumen-Capacidad X	0.570	0.463	0.556	0.411
Tasa de verde total g/Co	0.467	0.140	0.140	0.140
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	20.692	42.299	42.895	41.969
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.819	5.721	9.219	5.164
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)	21.5	48.0	52.1	47.1
Nivel de servicio de grupo de carril	C	D	D	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	21.5	48.0	52.1	47.1
Nivel de servicio de aproximación	C	D	D	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1651	123	130	98
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	26.4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C			

Fuente: Realizada por los tesistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 231: Intersección 23. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0,4933
2	Norte-Sur i Sur-Norte i	0,0470
3	Este-Oeste	0,0730
4	Oeste -Este	0,0576

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 232: Intersección 23. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	69,8955712
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	70

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 233: Intersección 23. Calculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	42,65	42
2	Sur-Norte	4,06	5
3	Este-Oeste	6,31	7
4	Oeste -Este	4,98	5
		Co	71

Fuente: Realizada por los tesistas.

Tabla 234: Intersección 23. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	42
tL=	3	2	G2	5
Co=	71,00	3	G3	7
		4	G4	5

Fuente: Realizada por los tesistas.

Diagrama semafórica.

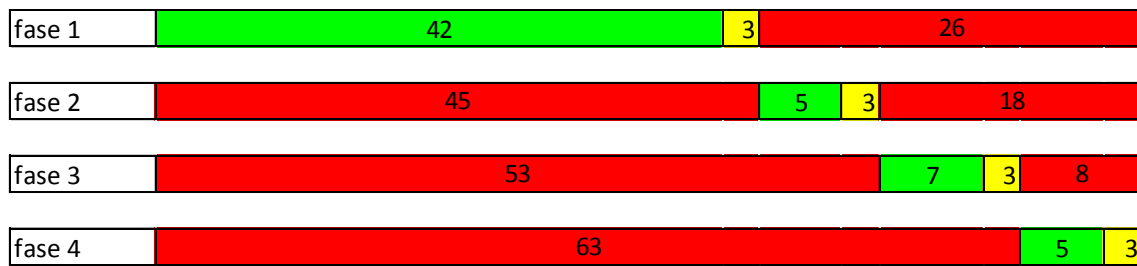
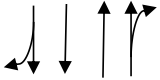


Ilustración 106: Intersección 23. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesisistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel C, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 84.5 segundos a 29.1 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.871 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 235: Intersección 23. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Flujo de saturación, S (veh/h)	6201	1893	1668	1701
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	42.00	5.00	7.00	5.00
Tasa de verde G/Co	0.592	0.070	0.099	0.070
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	3668	133	164	120
Relación volumen-capacidad X	0.450	0.922	0.791	0.818
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.266	0.065	0.078	0.058
Flujo crítico intersección YC	0.467			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad XC	0.562			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte, Sur	Izq Norte, Sur	Oeste	Este
				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	3668	133	164	120
Relación Volumen-Capacidad X	0.450	0.922	0.791	0.818
Tasa de verde total g/Co	0.592	0.070	0.099	0.070
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	8.072	32.807	31.284	32.551
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0.401	59.425	31.090	43.944
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)	8.5	92.2	62.4	76.5
Nivel de servicio de grupo de carril	A	F	E	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	8.5	92.2	62.4	76.5
Nivel de servicio de aproximación	A	F	E	E
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1651	123	130	98
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	20.4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C			

Fuente: Realizada por los testistas

4.2.24. Intersección 24: Av. Lizarzaburu y Av. Saint Amont Montread.

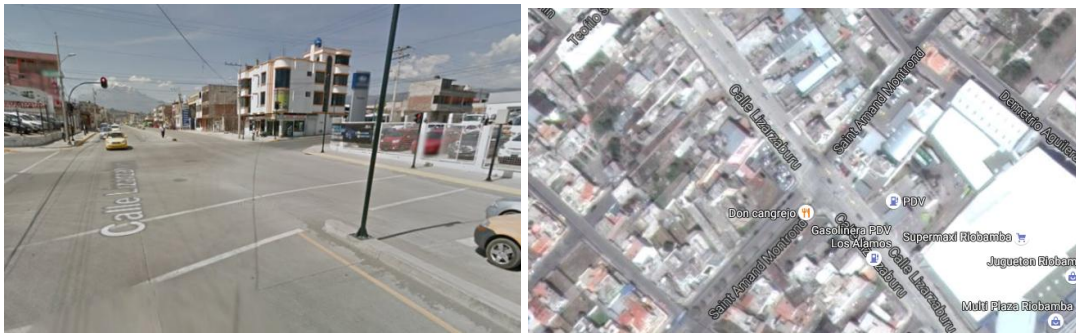


Ilustración 107: Intersección semaforizada 24: Av. Lizarzabura y Av. Saint Amont Montread.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9816835	Este= 759783
Altitud	2813 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación de sentido norte-sur, sur-norte y oeste-este, mientras que en el sentido este-oeste poseen un carril de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones pero tiene un paso a desnivel, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 108.

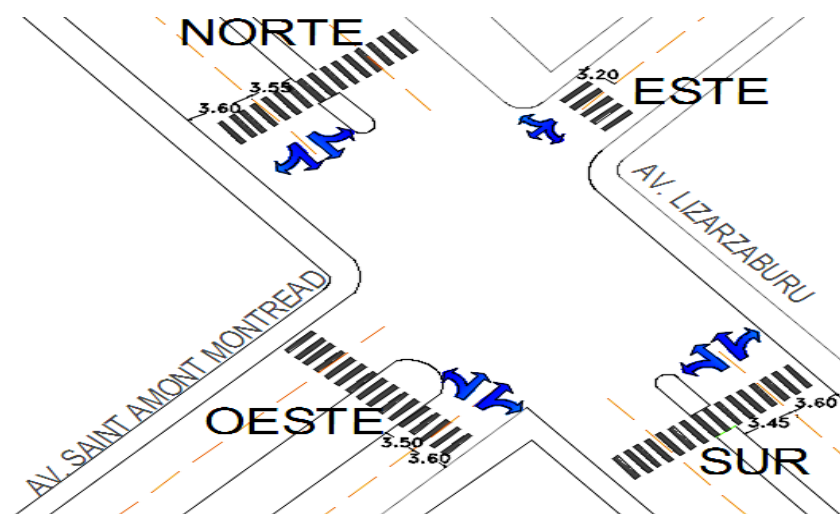


Ilustración 108: Intersección 24. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada por los vehículos que se dirigen fuera de la ciudad; además este sector es de tipo comercial y vivienda; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en el sentido norte-sur, sur-norte y en el sentido este-oeste, oeste-este es asimétrica porque la Av. Saint Amont Montread cambia de dos sentidos de circulación a uno.

Tabla 236: Intersección 24. Características geométricas y condiciones semafóricas.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 24: Av. Lizarzaburu y Av. Saint Amount Montread									
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles		2		2		1		2	
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO	
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO	
Parada de bus		SI		NO		SI		NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico		16		12		6		8	
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0	
CONDICIONES SEMAFORICAS									
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4	
		TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:
	R:		54	R:	89	R:	89	R:	89
	V:		50	v:	15	V:	15	V:	15
	Duración del ciclo			107		Operación		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares con giros exclusivos a la derecha, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 237: Intersección 24: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 24: AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MANTREAD.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				12:00			12:15			12:30			12:45			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Lizarzaburu	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	1	0	0	4	0	0	2	0	0	3	0	0	10	0	0	10
			RECTO	124	0	1	106	0	5	94	1	0	108	0	1	432	1	7	440
		DER	RECTO	107	0	2	72	0	1	69	0	0	84	0	1	332	0	4	336
			GIRO DER	40	7	0	37	7	1	29	5	0	34	6	0	140	25	1	166
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	32	0	0	25	0	2	20	0	0	27	0	0	104	0	2	106
			RECTO	97	0	3	94	0	2	118	0	4	118	0	2	427	0	11	438
		DER	RECTO	91	0	5	100	0	1	104	0	2	104	1	2	399	1	10	410
			GIRO DER	4	0	0	7	0	2	8	0	1	7	0	2	26	0	5	31
Av. Saint Amont Montread	ESTE-OESTE	UNICO	GIRO IZQ	15	0	0	14	0	0	34	0	2	24	0	2	87	0	4	91
			RECTO	10	2	1	10	2	0	12	2	1	17	2	2	49	8	4	61
			GIRO DER	3	0	0	3	0	0	3	0	0	4	0	0	13	0	0	13
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	16	5	1	16	2	1	19	4	0	21	5	0	72	16	2	90
			RECTO	5	0	1	6	0	2	6	3	1	10	3	0	27	6	4	37
		DER	RECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER	9	1	0	6	0	0	14	0	1	9	0	1	38	1	2	41

Fuente: Elaborado por los testistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

A través de esta intersección circulan 22260 vehículos al día, en un promedio de 1855 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 12:00 a 13:00 donde transitan 2270 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

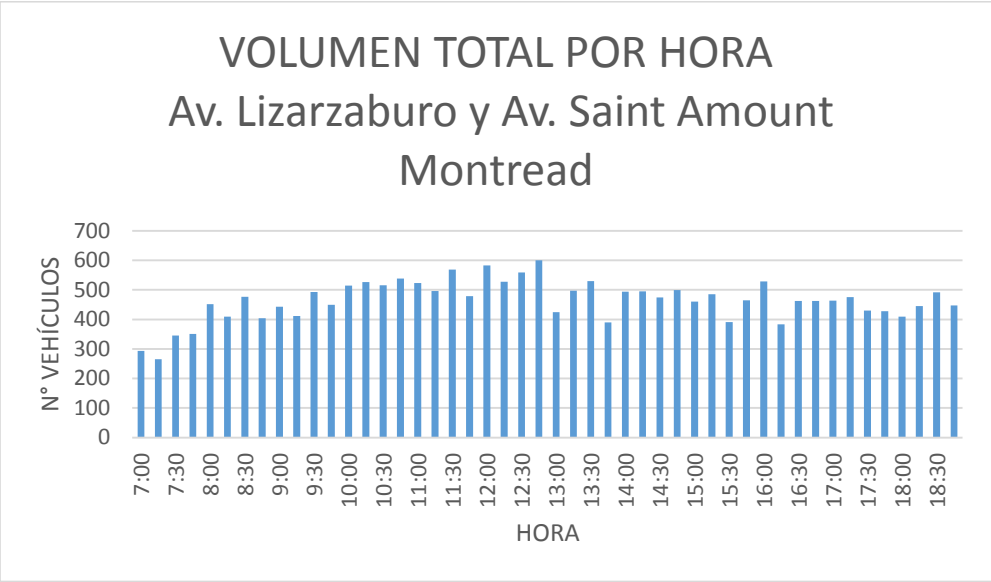


Ilustración 109: Intersección 24. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

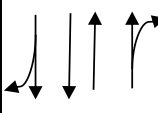
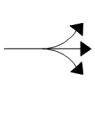
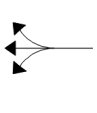
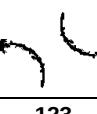
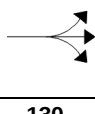
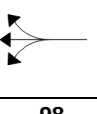
Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 238: Intersección 24. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	50
tL=	3	2	G2	15
Co=	107,00	3	G3	15
		4	G4	15

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 239: Intersección 24. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Flujo de saturación, S (veh/h)	3156	1893	1668	1701
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	50.00	15.00	15.00	15.00
Tasa de verde G/Co	0.467	0.140	0.140	0.140
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1475	265	234	238
Relación volumen-capacidad X	1.120	0.463	0.556	0.411
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0.523	0.065	0.078	0.058
Flujo crítico intersección YC	0.724			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0.815			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte, Sur	zq. Norte, Sur	Oeste	Este
				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	1475	265	234	238
Relación Volumen-Capacidad X	1.120	0.463	0.556	0.411
Tasa de verde total g/Co	0.467	0.140	0.140	0.140
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	28.500	42.299	42.895	41.969
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	63.483	5.721	9.219	5.164
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)	92.0	48.0	52.1	47.1
Nivel de servicio de grupo de carril	F	D	D	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	92.0	48.0	52.1	47.1
Nivel de servicio de aproximación	F	D	D	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	1651	123	130	98
Retraso de la intersección dI, (s/veh)	84.5			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los testistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 240: Intersección 24. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur Sur-Norte	0,5258
2	Norte-Sur i Sur-Norte i	0,0559
3	Este-Oeste	0,0918
4	Oeste -Este	0,0720

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 241: Intersección 24. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	90,3979538
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	90

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 242: Intersección 24. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	55,01	55
2	Sur-Norte	5,85	6
3	Este-Oeste	9,61	10
4	Oeste -Este	7,53	8
		Co	91

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 243: Intersección 24. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	55
tL=	3	2	G2	6
Co=	71,00	3	G3	10
		4	G4	8

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

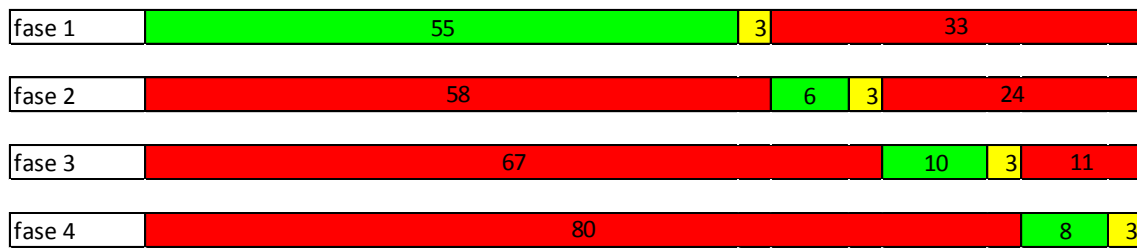
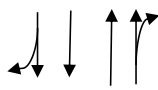
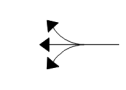
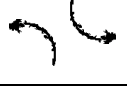
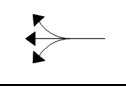


Ilustración 110: Intersección 24. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel B, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 84.5 segundos a 12.5 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.871 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 244: Intersección 24. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Flujo de saturación, S (veh/h)	3156	1893	1668	1701
Tiempo perdido I (s)	4	4	4	4
Tiempo de verde efectivo G , (s)	55.00	6.00	10.00	8.00
Tasa de verde G/Co	0.775	0.085	0.141	0.113
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	2445	160	235	192
Relación volumen-capacidad X	0.675	0.769	0.553	0.511
Razón de flujo Y_i , (veh/h)	0.523	0.065	0.078	0.058
Flujo crítico intersección Y_c	0.724			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad X_c	0.871			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte, Sur	Izq. Norte, Sur	Oeste	Este
				
Volumen vehicular (veh/h)	1651	123	130	98
Capacidad del grupo de carril , C (veh/h)	2445	160	235	192
Relación Volumen-Capacidad X	0.675	0.769	0.553	0.511
Tasa de verde total g/Co	0.775	0.085	0.141	0.113
Retraso uniforme, d_1 , (s/veh)	3.781	31.821	28.420	29.659
Calibración del incremento de retraso k	0.500	0.500	0.500	0.500
Incremento de retraso, d_2 (s/veh)	1.516	29.202	9.088	9.419
Retraso inicial de la cola vehicular d_3 , (s/veh)	0	0	0	0
Factor de progresión PF	1	1	1	1
Retraso, d (s/veh)	5.3	61.0	37.5	39.1
Nivel de servicio de grupo de carril	A	E	D	D
Retraso por aproximación d_A (s/veh)	5.3	61.0	37.5	39.1
Nivel de servicio de aproximación	A	E	D	D
Tasa de flujo de la aproximación V_A , (veh/h)	1651	123	130	98
Retraso de la intersección d_i , (s/veh)	12.5			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B			

Fuente: Realizada por los tesistas

4.2.25. Intersección 25: Av. Lizarzaburu y Av. 11 de Noviembre.

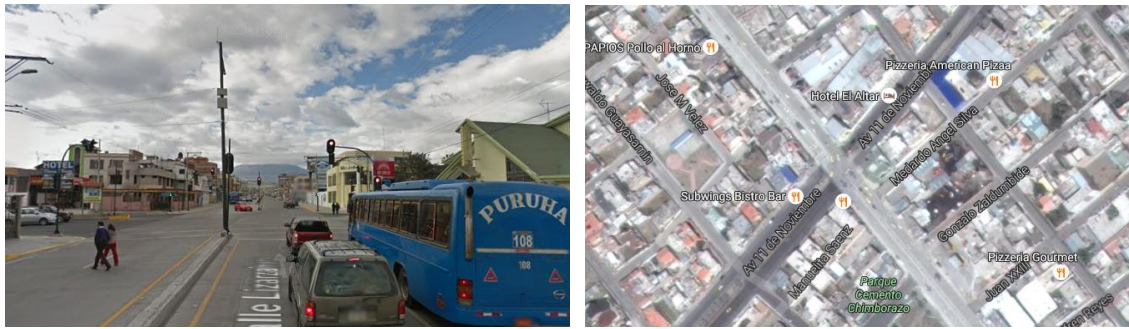


Ilustración 111: Intersección semaforizada 25: Av. Lizarzaburu y Av. 11 de Noviembre.

Fuente: Google Maps-2016.

UBICACIÓN	
Norte= 9817175	Este= 759506
Altitud	2821 msnm

Esta intersección consta de 4 accesos norte, sur, este y oeste, cada uno de ellos con control semafórico, con 2 carriles por cada aproximación en todos los carriles de circulación. No posee un carril exclusivo para giros izquierdos en todas las aproximaciones, los movimientos que se pueden realizar son 12 ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y rectos como indica la ilustración 112.

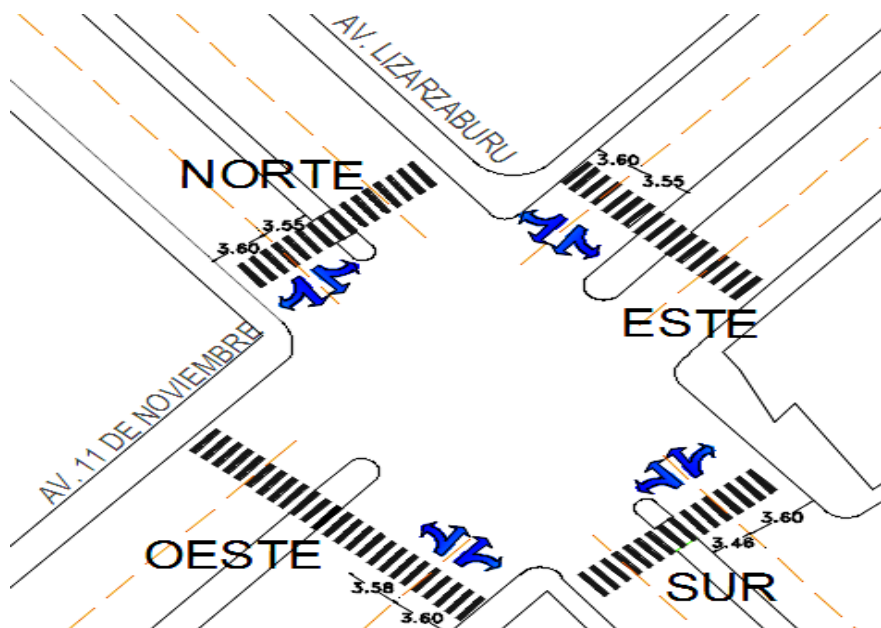


Ilustración 112: Intersección 25. Geometría y tipos de movimientos.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

En esta intersección se crea congestión vehicular ya que es usada por los vehículos que se dirigen fuera de la ciudad; además este sector es de tipo comercial y vivienda; la misma que está controlada por un semáforo establecido.

Esta intersección es simétrica en todos los sentidos.

Tabla 245: Intersección 25. Características geométricas y condiciones semafóricas

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN 25: Av. Lizarzaburu y Av. 11 de Noviembre										
Datos generales		Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de carriles		2		2		2		2		
Carriles exclusivos de giro		NO		NO		NO		NO		
Parqueo permitido		NO		NO		NO		NO		
Parada de bus		SI		NO		NO		NO		
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación										
Hora Pico		Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de peatones hora pico		21		17		8		7		
N° de maniobras de estacionamiento		0		0		0		0		
CONDICIONES SEMAFORICAS										
V: Verde A: Amarillo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE									
	DIAGRAMA	φ 1		φ 2		φ 3		φ 4		
		TIEMPO (seg)	A:	3	A:	3	A:	3	A:	3
			R:	87	R:	89	R:	102	R:	97
	V:		35	v:	33	V:	20	V:	25	
	Duración del ciclo			125	Operación		Actuada		Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					
	Aproximación Este				Aproximación Oeste					
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales					

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Tabla 246: Intersección 25: Conteo volumétrico de tránsito de la hora pico.

CONTEO DE TRÁFICO																			
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 25: AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE.															
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO															VOLUMEN POR CARRIL- SENTIDO
				12:30			12:45			13:00			13:15			SUBTOTAL			
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. Lizarzaburu	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ	4	1	0	4	0	0	3	0	0	1	0	0	12	1	0	13
			RECTO	71	2	5	80	2	6	55	2	2	60	2	3	266	8	16	290
		DER	RECTO	80	3	6	85	10	4	62	0	3	72	6	1	299	19	14	332
			GIRO DER	20	0	1	16	0	1	22	1	2	23	0	1	81	1	5	87
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ	16	0	2	11	1	3	17	0	3	15	0	4	59	1	12	72
			RECTO	103	2	4	99	4	5	100	2	3	103	2	8	405	10	20	435
		DER	RECTO	60	1	2	55	9	0	89	3	1	90	3	8	294	16	11	321
			GIRO DER	16	1	0	6	1	0	16	0	0	26	0	0	64	2	0	66
Av. 11 de Noviembre	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ	18	1	0	25	1	0	19	0	0	15	0	0	77	2	0	79
			RECTO	17	0	0	22	1	0	21	0	0	25	0	0	85	1	0	86
		DER	RECTO	13	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	31
			GIRO DER	2	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0	0	8
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ	68	1	2	75	1	1	58	1	4	70	1	4	271	4	11	286
			RECTO	14	1	1	20	0	0	21	1	1	18	1	0	73	3	2	78
		DER	RECTO	16	0	0	22	0	0	25	0	2	22	0	0	85	0	2	87
			GIRO DER	7	0	2	10	0	0	17	0	1	16	0	2	50	0	5	55

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016

A través de esta intersección circulan 25604 vehículos al día, en un promedio de 2133 vehículos por hora. La hora pico de esta intersección es de las 12:00 a 13:00 donde transitan 2534 autos. En la ilustración se presentan los volúmenes vehiculares por cada 15 minutos de esta intersección.

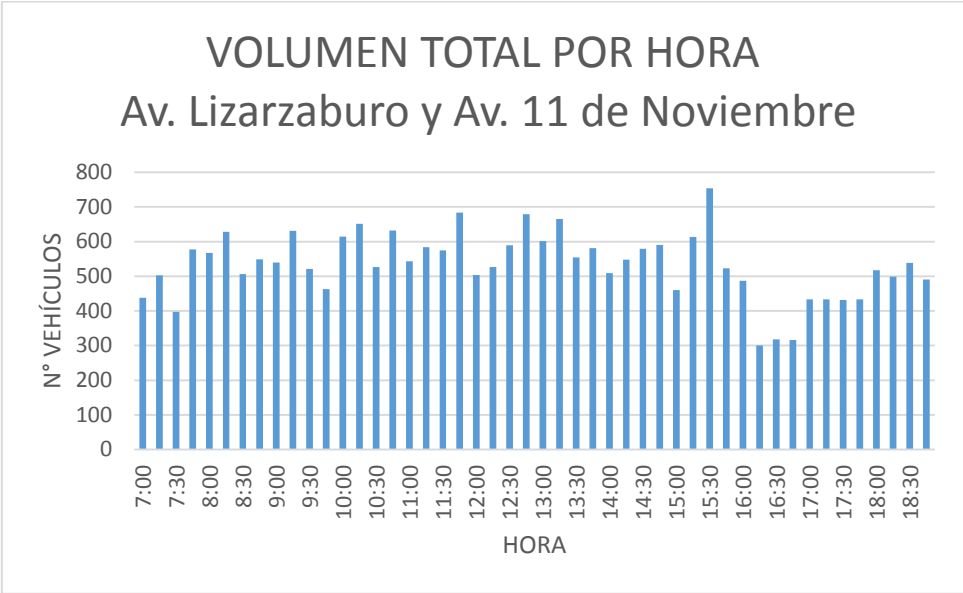


Ilustración 113: Intersección 25. Volúmenes por hora.

Fuente: Elaborado por los tesisistas, es una observación de campo, 5 de Septiembre del 2016.

Análisis del plan de fases actuales.

Tabla 247: Intersección 25. Sincronización semafórica actual.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	35
tL=	3	2	G2	33
Co=	125,00	3	G3	25
		4	G4	20

Fuente: Realizada por los tesisistas.

Tabla 248: Intersección 25. Capacidad y nivel de servicio actual.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	734	918	652	204
Flujo de saturación, S (veh/h)	2764	2958	3124	2993
Tiempo perdido l (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	35,00	33,00	25,00	20,00
Tasa de verde G/Co	0,280	0,264	0,200	0,160
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	774	781	625	479
Relación volumen-capacidad X	0,948	1,175	1,044	0,426
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,266	0,310	0,209	0,068
Flujo crítico intersección Yc	0,853			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,943			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Este	Oeste
				
Volumen vehicular (veh/h)	734	918	652	204
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	774	781	625	479
Relación Volumen-Capacidad X	0,948	1,175	1,044	0,426
Tasa de verde total g/Co	0,280	0,264	0,200	0,160
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	44,114	46,000	50,000	47,326
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	21,963	92,150	47,883	2,760
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)	66,1	138,2	97,9	50,1
Nivel de servicio de grupo de carril	E	F	F	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	66,1	138,2	97,9	50,1
Nivel de servicio de aproximación	E	F	F	D
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	734	918	652	204
Retraso de la intersección di, (s/veh)	99,4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F			

Fuente: Realizada por los testistas.

Análisis de plan de fases propuestas.

Tabla 249: Intersección 25. Razón de flujo crítico Ycr.

Fase	Movimientos	Ycr
1	Norte-Sur	0,2501
	Sur-Norte	
2	Sur-Norte	0,2783
3	Este-Oeste	0,0919
	Oeste -Este	
4	Izq. Este, Oeste	0,1991

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 250: Intersección 25. Cálculo del ciclo óptimo.

CICLO ÓPTIMO		
Tiempo entre verde	l(s)	3
Tiempo perdido	L(s)	12
Ciclo Óptimo	Co (s)	127,383536
Ciclo Óptimo (redondeado)	Co (s)	130

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 251: Intersección 25. Cálculo del verde efectivo.

Fase	Sentido circulación	Verde efectivo	Verde adoptado
1	Norte-Sur	36,02	36
2	Sur-Norte	40,07	40
3	Este- Oeste	13,24	14
4	Oeste -Este	28,67	29
		Co	131

Fuente: Realizada por los testistas.

Tabla 252: Intersección 25. Nueva sincronización semafórica.

SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA				
Total Ciclo		Fases (G) seg.		
L=	12,00	1	G1	36
tL=	3	2	G2	40
Co=	131,00	3	G3	29
		4	G4	14

Fuente: Realizada por los testistas.

Diagrama semafórica.

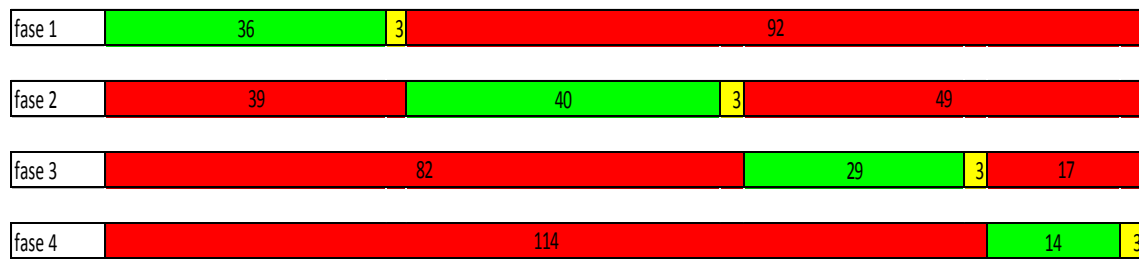


Ilustración 114: Intersección 25. Diagrama semafórica

Fuente: Realizado por los tesistas.

Al realizar la comparación del nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de nivel F a nivel E, lo que nos indica que los retrasos de los vehículos se ha reducido de 99.4 segundos a 74.6 segundos. Y el análisis de la capacidad de la intersección en general es de 0.939 este se encuentra bajo la capacidad de la intersección lo que quiere decir que la demanda no sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 253: Intersección 25. Capacidad y nivel de servicio de la propuesta.

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	4
Grupo de carril				
Volumen vehicular (veh/h)	734	918	652	204
Flujo de saturación, S (veh/h)	2764	2958	3124	2993
Tiempo perdido I (s)	3	3	3	3
Tiempo de verde efectivo G, (s)	36,00	40,00	29,00	14,00
Tasa de verde G/Co	0,275	0,305	0,221	0,107
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	760	903	692	320
Relación volumen-capacidad X	0,966	1,016	0,943	0,638
Razón de flujo Yi, (veh/h)	0,266	0,310	0,209	0,068
Flujo crítico intersección YC	0,853			
Tiempo perdido por ciclo L	12			
Volumen relacionado con la capacidad Xc	0,939			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Norte	Sur	Oeste	Este
Volumen vehicular (veh/h)	734	918	652	204
Capacidad del grupo de carril ,C (veh/h)	760	903	692	320
Relación Volumen-Capacidad X	0,966	1,016	0,943	0,638
Tasa de verde total g/Co	0,275	0,305	0,221	0,107
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	46,901	45,500	50,185	56,070
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	25,400	34,060	22,774	9,370
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)	72,3	79,6	73,0	65,4
Nivel de servicio de grupo de carril	E	E	E	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	72,3	79,6	73,0	65,4
Nivel de servicio de aproximación	E	E	E	E
Tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	734	918	652	204
Retraso de la intersección di, (s/veh)	74,6			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E			

Fuente: Realizada por los tesistas

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN.

Luego de emplear las metodologías del HCM 2000 y la simulación en el software SYNCHRO 8.0 para el análisis de las intersecciones estudiadas, fueron realizados los análisis comparativos de los parámetros de tasa de flujo de saturación (S), grado de saturación (X) o relación V/C, demoras por control (D), niveles de servicio. Así mismo, los resultados obtenidos fueron medidos directamente de la información de campo.

Intersección 1: Av. Lizarzaburu y Av. By Pass.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 26430 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 5855, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 2700, es decir que esta intersección se está utilizando en un 66% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que existe congestión notable y mayores retrasos.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de F, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 1.0 lo que nos indica que la demanda alcanzó su capacidad.

Intersección 2: Av. By Pass y calle Sergio Quirola.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 13311 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2849, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 1294 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 31% de su capacidad calificando con un nivel de servicio A, lo que quiere decir que la progresión de los automóviles es extremadamente favorable y corta duración del ciclo.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de A, lo que nos indica que sigue con un nivel favorable, pero el retraso de los vehículos a disminuido de 6.0 a 3.4 seg/veh. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 0.349 lo que nos indica que la demanda está por debajo de alcanzar su capacidad.

Intersección 3: Av By Pass y Av. Canónigo Ramos.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 16214 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2926, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 1658 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 72% de su capacidad calificando con un nivel de servicio D, lo que quiere decir que existe congestión notable y mayores retrasos.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de C, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 0.73 lo que nos indica que la demanda está a punto de alcanzar su capacidad.

Intersección 4: Av. By Pass y Av. Pedro Vicente Maldonado.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 24477 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3250, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 2327 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 88% de su capacidad calificando con un nivel de servicio E, lo que quiere decir que experimenta un gran retraso, mala progresión, larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de C, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 0.457 lo que nos indica que la demanda está en un punto intermedio de su capacidad.

Intersección 5: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José de Araujo.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 15258 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2856, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 1755 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 76% de su capacidad calificando con un nivel de servicio E, lo que quiere decir que experimenta un gran retraso, mala progresión, larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de D, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 0.84 lo que nos indica que la demanda está a punto de alcanzar su capacidad.

Intersección 6: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle José Peralta.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 16453 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2656, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 1643 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 72% de su capacidad calificando con un nivel de servicio D, lo que quiere decir que existe congestión notable y mayores retrasos.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de C, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 0.80 lo que nos indica que la demanda está a punto de alcanzar su capacidad.

Intersección 7: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 25061 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2926, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 2157 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 72% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobrecapacidad, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de E, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad, que para esta intersección es de 0.93 lo que nos indica que la demanda está a punto de alcanzar su capacidad.

Intersección 8: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Saint Amont Montread.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 21520 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2926, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 2099 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 47% de su capacidad calificando con un nivel de servicio B, lo que quiere decir que tiene una buena progresión y corta duración del ciclo.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de A, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.481, lo que nos indica que la demanda es baja en comparación a su capacidad.

Intersección 9: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 9 de Octubre.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 16760 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2926, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es 1793 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 73% de su capacidad calificando con un nivel de servicio C, lo que quiere decir que los ciclos más sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de B, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.50 lo que nos indica que la demanda está en un punto medio de su capacidad.

Intersección 10: Av. 9 de Octubre y calle S/N.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 12096 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3073, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 1753 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 59% de su capacidad calificando con un nivel de servicio D, lo que quiere decir que existe congestión notable y mayores retrasos.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de A, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.617 lo que nos indica que la demanda está en un punto medio de su capacidad.

Intersección 11: Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 23545 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2927, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2156 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 87% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de D, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.91 lo que nos indica que la demanda está muy próxima a igualar a la capacidad.

Intersección 12: Av. 9 de Octubre y Av. Juan Félix Proaño.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 24046 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2892, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2463 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 92% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de E, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.92 lo que nos indica que la demanda está muy próxima a igualar a la capacidad.

Intersección 13: Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 20713 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2943, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2039 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 82% de su capacidad calificando con un nivel de servicio D, lo que quiere decir que existe congestión notable y mayores retrasos.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de D, lo que nos indica que sigue con un nivel favorable, pero el retraso de los vehículos a disminuido de 6.0 a 3.4 seg/veh. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0. 657 lo que nos indica que la demanda está en un punto medio de su capacidad.

Intersección 14: Av. 9 de Octubre y Av. Costa Rica.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 13310 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2920, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 1490 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 62% de su capacidad calificando con un nivel de servicio E, lo que quiere decir que experimenta un gran retraso, mala progresión, larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de B, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0. 667 lo que nos indica que la demanda está en un punto medio de su capacidad.

Intersección 15: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Augusto Rodríguez.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 14148 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2895, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 1775 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 73% de su capacidad calificando con un nivel de servicio E, lo que quiere decir que experimenta un gran retraso, mala progresión, larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de C, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0. 773 lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

Intersección 16: Av. Edelberto Bonilla y calle Araujo Chiriboga.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 15735 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 2875, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2047 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 84% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de C, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0. 861 lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

Intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 30162 vehículos y el grado de saturación de la intersección es de 88%, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 3226 vehículos, siendo esta la intersección con más flujo vehiculares, con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que experimenta un gran retraso, mala progresión. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

Intersección 18: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 21581 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3049, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2250 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 87% de su capacidad calificando con un nivel de servicio E, lo que quiere decir que experimenta

un gran retraso, mala progresión, larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de D, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.883, lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

Intersección 19: Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroes de Tapi.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 28573 vehículos y el grado de saturación de la intersección es de 53%, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 3106 vehículos, con un nivel de servicio C, lo que quiere decir que el número de vehículos que paran en esta intersección es alto.

Intersección 20: Av. Héroes de Tapi y calle Brasil.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 17522 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3141, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 1704 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 61% de su capacidad calificando con un nivel de servicio C, lo que quiere decir que los ciclos más sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de B, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.671, lo que nos indica que la demanda está en un punto medio de su capacidad.

Intersección 21: Av. La Prensa y calle Gonzalo Dávalos.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 16935 vehículos y el grado de saturación de la intersección es de 24%, el flujo vehicular ajustado según el factor de

hora pico es de 1647 vehículos, con un nivel de servicio A, lo que quiere decir que el progreso de esta intersección es extremadamente favorable.

Intersección 22: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 20651 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3155, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2248 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 82% de su capacidad calificando con un nivel de servicio E, lo que quiere decir que experimenta un gran retraso, mala progresión, larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de D, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.832, lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

Intersección 23: Av. Lizarzaburu y calle Agustín Torres.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 20545 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3155, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2002 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 53% de su capacidad calificando con un nivel de servicio C, lo que quiere decir que los ciclos más sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de C, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido de 26.4 a 20.4 seg/veh. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.562, lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

Intersección 24: Av. Lizarzaburu y Av. Saint Amont Montread.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 22260 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3156, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2270 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 82% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de B, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.871, lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

Intersección 25: Av. Lizarzaburu y Av. 11 de Noviembre.

El volumen de tráfico de esta intersección es de 25604 vehículos y el flujo de saturación de la intersección es de 3123, el flujo vehicular ajustado según el factor de hora pico es de 2326 vehículos, es decir que esta intersección se está utilizando en un 94% de su capacidad calificando con un nivel de servicio F, lo que quiere decir que es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

De acuerdo a nuestro análisis y empleando un rediseño en las fases semafóricas el nivel de servicio es de E, lo que nos indica que el retraso de los vehículos a disminuido. Como último punto a observar es la relación volumen capacidad que para esta intersección es de 0.939, lo que nos indica que la demanda está próxima a alcanzar su capacidad.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones.

- Mediante el análisis y evaluación de las intersecciones de la circunvalación de la ciudad de Riobamba se determinó la situación real de movilidad que éstas presentan, contando con un nivel de servicio muy bajo debido a las demandas del tráfico, diseño geométrico, planes de semaforización. En la siguiente tabla se presentan los niveles de servicio y la demora en cada intersección.

Tabla 254: Nivel de servicio y demoras.

INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	DEMORA (seg/veh)
AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS	F	146.9
AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA	A	6
AV. BY PASS Y AV. CANONIGO RAMOS	D	54.2
AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	E	65.3
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO	E	62.5
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA	D	48.1
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	F	83.3
AV. PEDRO VICENTE MADONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	B	17.3
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE	C	28.8
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	D	40.4
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO	F	103.1
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	F	108.9
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	D	53.5
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	E	73.7
AV. CELSO RODRÍGUEZ Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	E	61.4
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA	F	128.3
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	E	61.6
AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	C	30.4
AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	E	72.1
AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTÍN TORRES	C	26.4
AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	F	84.5
AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	F	99.4
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ALFONSO CHÁVEZ	F	61.9
AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Y AV. HÉROES DE TAPI	C	15.6
AV. LA PRENSA Y CALLE GONZALO DÁVALOS	A	2.3

Fuente: Realizado por los tesistas

- Al realizar el conteo vehicular se determinó el tráfico promedio diario horario (TPDH) de cada una de las intersecciones en estudio, en la cual se observó que la intersección con más demanda horaria de vehículos es en la Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez (redondel de la Vasija) por donde circulan 30162 vehículos. A continuación se presenta una tabla de tráfico promedio diario horario de cada intersección.

Tabla 255: Tráfico promedio diario horario.

INTERSECCIONES	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO HORARIO
AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS	26430
AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA	13311
AV. BY PASS Y AV. CANONIGO RAMOS	16214
AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	24477
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO	15258
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA	16453
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	25061
AV. PEDRO VICENTE MADONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	21520
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE	16760
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	12096
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO	23545
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	24046
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	20713
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	13310
AV. CELSO RODRÍGUEZ Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	14148
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA	15735
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	21581
AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	17522
AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	20651
AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTÍN TORRES	20545
AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	22260
AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	25604
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ALFONSO CHÁVEZ	30162
AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Y AV. HÉROES DE TAPI	28574
AV. LA PRENSA Y CALLE GONZALO DÁVALOS	16934

Fuente: Realizado por los tesistas

- Con los datos obtenidos de las propuestas para las soluciones de las intersecciones semaforizadas en estudio demuestra que no todas se encuentran saturadas en sus aproximaciones, el flujo vehicular no excede la capacidad de las vías. El resultado de la relación volumen capacidad X_c no sobrepasa valores de 1.0, esto es un indicativo que el diseño geométrico la duración del ciclo, el plan de fases u otras características de la zona de estudio son adecuadas para la demanda dada.

Tabla 256: Comparación de niveles de servicio.

INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO MEJORADO
AV. LIZARZABURU Y AV. BY PASS	F	F
AV. BY PASS Y CALLE SERGIO QUIROLA	A	A
AV. BY PASS Y AV. CANONIGO RAMOS	D	C
AV. BY PASS Y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	E	C
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ DE ARAUJO	E	D
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y CALLE JOSÉ PERALTA	D	C
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	F	E
AV. PEDRO VICENTE MADONADO Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	B	A
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y AV. 9 DE OCTUBRE	C	B
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	D	A
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE CARABOBO	F	D
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO	F	E
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	D	D
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	E	B
AV. CELSO RODRÍGUEZ Y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	E	C
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ARAUJO CHIRIBOGA	F	C
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	E	D
AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	C	B
AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	E	D
AV. LIZARZABURU Y CALLE AGUSTÍN TORRES	C	C
AV. LIZARZABURU Y AV. SAINT AMONT MONTREAD	F	B
AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE	F	E

Fuente: Realizado por los tesisistas

6.2. Recomendaciones.

Para mejorar el nivel de servicio de una intersección se debe implementar campañas de concientización donde se les explique a la ciudadanía en general a conducir de una manera más segura y respetando las leyes de tránsito. Además se debe considerar el mayor número de movimientos posibles dentro de una fase semafórica.

Los semáforos tienen que funcionar correctamente, se deberá dar un constante mantenimiento verificando que no exista ninguna desprogramación. Todas las señalizaciones que indican las entradas y salidas a los carriles de giro o a los carriles centrales, tendrán que encontrarse claramente posicionadas para su buena visualización.

A las autoridades pertinentes se les recomienda realizar un estudio de todos los semáforos que se encuentran ubicados en la ciudad, para de esta manera tener menos demoras en los tiempos de viaje y así contribuir a una mejor movilidad en la ciudad.

CAPITULO VII

7. PROPUESTA.

7.1. Título de la propuesta.

Diseño geométrico en la intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez de la ciudad de Riobamba.

7.2. Introducción.

Como respuesta al desarrollo de la ciudad y el cambio de uso del suelo, surgen altos volúmenes de tránsito que deterioran la calidad de servicio, aumentan el congestionamiento y excede la capacidad de la vía para la cual fue planificada.

En los últimos años, Riobamba ha tenido un crecimiento económico que ha llevado a experimentar un avance importante, a elevar el poder adquisitivo de la sociedad. Es por esto que se ha visto reflejado en el incremento de centros comerciales, colegios, universidades, edificios y crecimiento en el parque automotor.

Para hacer frente a los problemas del tráfico que presenta la ciudad exclusivamente en la intersección más crítica en estudio: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez (redondel de la Vasija), se plantea un diseño geométrico de un paso deprimido con el fin de aumentar la capacidad de tránsito en dicha intersección. Esta propuesta será simulada con el software SYNCHRO 8.0, donde se comentará que parámetros se tomaron en cuenta para proponer esta alternativa.

7.3. OBJETIVOS.

7.3.1. Objetivo general.

Simular y analizar dos alternativas de solución al problema de tráfico que existe en la intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez (redondel de la Vasija) con el software SYNCHRO 8.0.

7.3.2. Objetivo específico.

- Obtener los datos requeridos por el programa para ejecutar la simulación.
- Escoger la alternativa más favorable para mejorar el nivel de servicio de esta intersección.

7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TEÓRICA.

7.4.1. Intersección 17: Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez (redondel de la Vasija).

Por esta intersección circulan 30162 vehículos al día y durante la hora pico transitan 3104 vehículos, lo cual esto genera que sus brazos de aproximación tengan un grado de saturación crítico y presenten un nivel de servicio F.

Una vez identificado el problema y su situación actual se deben formular acciones que puedan dar solución o disminuir los efectos de la causa o causas que se ha considerado resolver. Para este efecto hemos desarrollado dos alternativas que están basadas en la sustitución del redondel por otro medio señalizado.

7.4.2. Pasos e intersecciones a desnivel.

Según la AASHTO, 2011, los pasos e intersecciones a desnivel son convenientes y eficientes para resolver problemas que se presentan en intersecciones a nivel; sin embargo, debido a su alto costo inicial, sus objetivos principales son la disminución de los costos de operación de transporte y la reducción de los accidentes de tránsito.

Los pasos a desnivel pueden ser de dos tipos:

- 1) Pasos inferiores.- son aquellos que en el camino pasa por debajo de otra vía de comunicación terrestre.
- 2) Pasos superiores.- son aquellos que en camino pasan por arriba de otra vía de comunicación terrestre

7.4.2.1. Pasos inferiores.

Ancho de la estructura

Se recomienda que el ancho total de la sección transversal del camino, incluyendo la calzada, la faja separadora central, los acotamientos y las distancias libres entre ambos lados, se prolonguen sin cambios a través de la estructura.

Distancia libre laterales

La distancia lateral mínima desde la orilla de la calzada del camino hasta la cara interna de la barrera de protección, será igual al ancho de acotamiento.

Distancia libre vertical (Gálibo).

La altura libre vertical de un paso inferior será determinada para toda la carretera, considerando las especificaciones generales del proyecto que se hayan establecido. La altura libre mínima de todas las estructuras, desde la superficie de la calzada y acotamientos, será de 5.50 metros. Son convenientes alturas adicionales para compensar los reencarpetados de la carretera en el futuro y camiones ocasionalmente sobrecargados.

7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.

7.5.1. Alternativa 1: Semaforización y aumento a 3 carriles en sus aproximaciones.

La primera alternativa parte de la idea de reemplazar el redondel de la vasija por un semáforo establecido que ayudará a controlar el tráfico generado en el sector y la ampliación de las aproximaciones de entrada de dos a tres carriles de 3 metros de ancho.

7.5.1.1. Datos ingresados para la modelación.

Previo a la simulación en el software SYNCHRO 8 ingresamos los siguientes datos:

- Sentido de las intersecciones, tomando en cuenta que se amplió el número de carriles.
- Ingresar el número de vehículos y sus respectivos movimientos en esta intersección, estos datos se los ha obtenido en el conteo vehicular del volumen de tráfico por hora.
- Se define un semáforo establecido, posterior a ello se establece las fases semafóricas, en nuestro caso son cuatro.

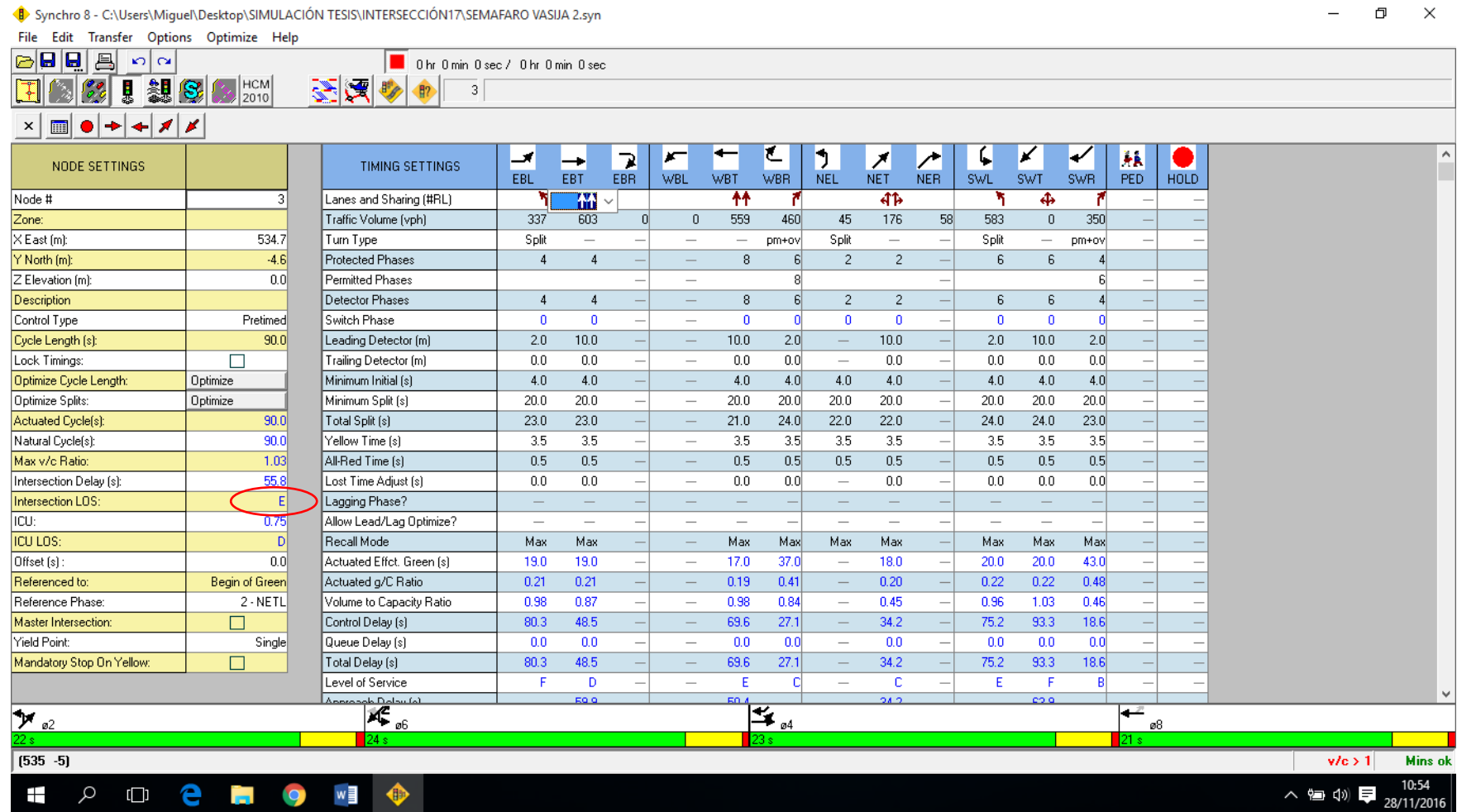


Ilustración 115: Datos ingresados y obtenidos en la simulación en el software SYNCHRO 8.0 de la alternativa 1.

Fuente: SYNCHRO 8.0.

Podemos notar que el nivel de servicio ha mejorado pasando de F a E, lo que quiere decir que en este nivel los vehículos experimentan un gran retraso, además nos indica una muy mala progresión y una larga duración del ciclo. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión y accidentes de tránsito.

Una vez simulada la alternativa de solución propuesta se observa que el tráfico se ha distribuido en una forma ordenada, pero no se ha mejorado en mucho el nivel de servicio con el que cuenta actualmente; lo que quiere decir que el semáforo no es una de las mejores soluciones.

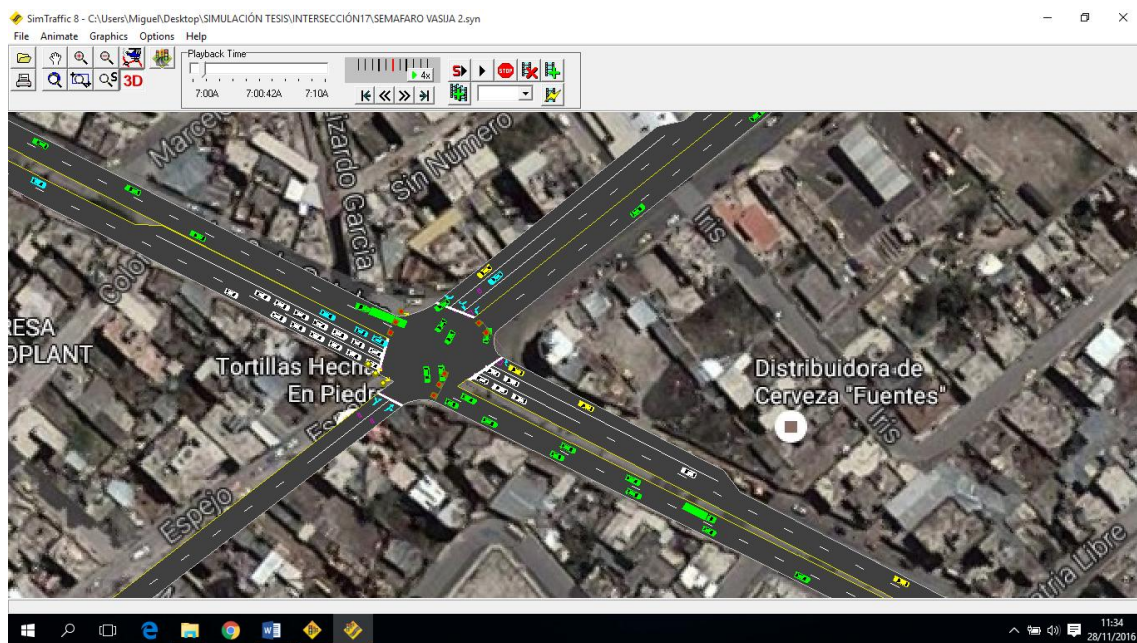


Ilustración 116: Alternativa 1. Simulada en el software SYNCHRO 8.0

Fuente: SYNCHRO 8.0

7.5.2. Alternativa 2: Paso deprimido.

Se propone la idea de crear un paso deprimido con lo que se pretende optimizar el flujo vehicular y a la vez mejorar el nivel de servicio de la intersección.

7.5.2.1. Datos ingresados para la modelación.

Para el caso de esta alternativa propuesta se ingresó la siguiente información previa a la simulación:

- Se creara un paso deprimido en la Av. Edelberto Bonilla que permitirá distribuir el volumen de tráfico evitando el congestionamiento.

- Número de vehículos que transitan por la intersección, este dato se lo obtuvo mediante el conteo vehicular de la hora pico.
- De igual manera los tiempos de las fases semafóricas se utilizó el calculado por el programa al igual que en algunos de los datos que proporcionan por defecto, tomando en consideración la HCM 2000.

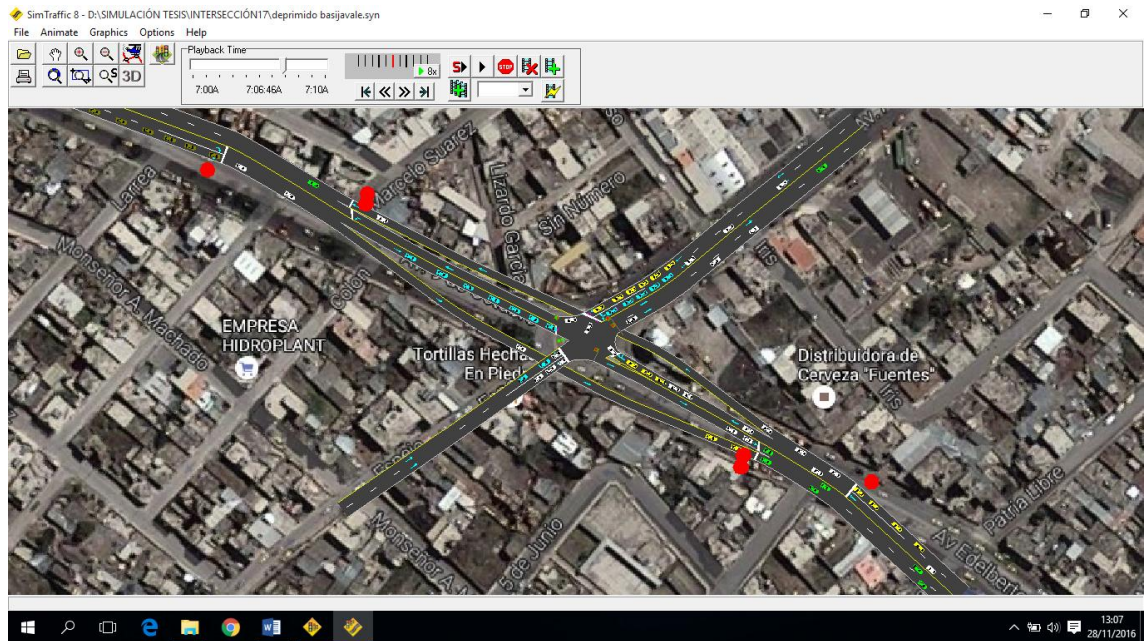


Ilustración 117: Simulación del paso deprimido en el software SYNCHRO 8.0.

Fuente: SYNCHRO 8.0.

Podemos notar que el nivel de servicio a mejorado pasando de F a C con un retraso de 29.8 seg/veh, los volúmenes han reducido de manera que la eficiencia de la intersección ha mejorado, por lo que es más favorable que la alternativa 1; y al ser viable es la más adecuada y se resuelve el problema suscitado en esta intersección.

7.5.3. Alternativa escogida.

Para proponer una solución al congestionamiento vehicular en el redondel de la Vasija fue necesario analizar las dos posibilidades determinando el nivel de servicio de cada una de ellas. La solución óptima fue la creación de un paso deprimido el mismo que tiene las siguientes características geométricas que se detallan en el anexo 3 plano 1 propuesta paso deprimido en el sector de la Vasija-Riobamba.

7.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL.

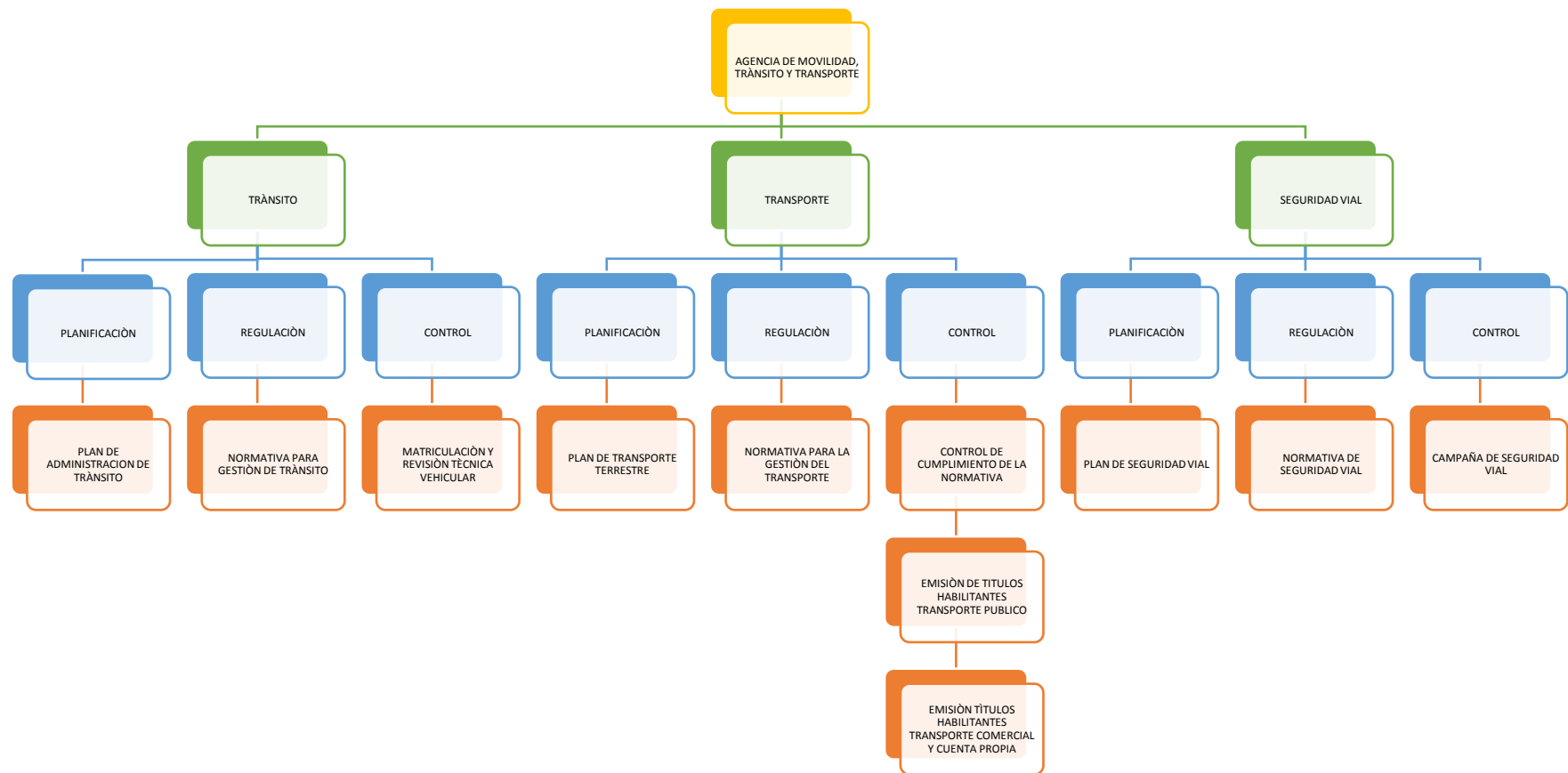


Ilustración 119: Diseño Organizacional.

Fuente: Dirección de gestión de movilidad y transporte GADM Riobamba.

7.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

Los problemas que se presentan en la actualidad en la intersección es debido al crecimiento urbano no planificado de la ciudad, la misma que causa: congestión vehicular, crecimiento desmedido del parque automotor y mal estado de las calles que convergen con la circunvalación.

La mejor manera de enfrentar estos problemas es creando un paso deprimido que nos ayudará a solucionar los problemas de congestión. Una vez realizados estos cambios y llevándolos a la realidad, se logrará un menor tiempo de viaje y por ende menos riesgos de accidentabilidad.

Una vez realizada la modelación en el software SYNCHRO 8.0 nos indica que esta intersección va a tener un nivel de servicio C con un retraso de 29.8seg/veh, razón por la cual su construcción sería muy beneficiosa para la colectividad riobambeña.

CAPITULO VIII

8. BIBLIOGRAFÍA.

- American Association of States Highway and Transportation Officials (AASTHO-2011).
- Bañón Blázquez Luis, Beviá Gracia José (25 de septiembre del 2000). Manual de Carreteras, Universidad de Alicante.
- Castro Juan (2003). Metodología de la investigación.
- Cueva Juan (2012). Síntesis de intersecciones, señalización y semáforos. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Díaz Vargas Luis Fernando (29 de abril del 2009). Análisis vial de dos intersecciones sin semáforo en la zona aledaña a nuevo terrapuerto de Piura. Piura, Perú.
- Federal Highway Administrator. (2009). Manual on Uniform Traffic Control Devices. United States. Us Departament of Transportation.
- Fernández Rodrigo (abril 2012). Análisis de modelos de capacidad y demora en intersecciones prioritarias. Santiago de Chile.
- Google Maps. (5 de octubre del 20016). Circunvalación de la ciudad de Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2012). Reglamento Técnico Ecuatoriano. INEN 004: 2012 Parte 5. Quito, obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_4_5.pdf
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2003) “Normas de diseño geométrico de carreteras”. MTOP. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas (2002) “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes”. MOP-001-f-2002, Tomos I y II. Quito, Ecuador.
- National Academy of Sciences (2000). Highhway Capacity Manual. United States. Library of Congress Cataloging in Cublication Data.
- Rafael Cal y Mayor R; James Cárdenas (2007). Ingeniería de Tránsito fundamentos y aplicaciones, México.

- RR Studio Arquitectura y Diseño, conceptos básicos de vialidad. obtenido de <http://rr-studio.tumblr.com/post/48684530223/conceptos-b%C3%A1sicos-devialidad>
- Thomas Ian, B. A. (2002). Revista de la Cepal 76. La congestión del tránsito urbano México.

CAPITULO IX

9. ANEXOS.

9.1. ANEXO 1: FORMATO DEL CONTEO VEHICULAR.

CONTEO DE TRÁFICO															
REDONDEL E INTERSECCIÓN				INTERSECCIÓN 25: AV. LIZARZABURU Y AV. 11 DE NOVIEMBRE.											
CALLE, SENTIDO Y CARRILES				HORA PICO											
				12:30			12:45			13:00			13:15		
NOMBRE CALLE	SENTIDO	CARRIL	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Av. Lizarzaburu	NORTE-SUR	IZQ	GIRO IZQ												
			RECTO												
		DER	RECTO												
			GIRO DER												
	SUR-NORTE	IZQ	GIRO IZQ												
			RECTO												
		DER	RECTO												
			GIRO DER												
Av. 11 de Noviembre	ESTE-OESTE	IZQ	GIRO IZQ												
			RECTO												
		DER	RECTO												
			GIRO DER												
	OESTE-ESTE	IZQ	GIRO IZQ												
			RECTO												
		DER	RECTO												
			GIRO DER												

**9.2. ANEXO 2: PLANO 1 PROPUESTA PASO DEPRIMIDO EN EL SECTOR
DE LA VASIJA-RIOBAMBA.**

9.3. ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS.

CONTEO VEHICULAR MANUAL



Av. Edelberto Bonilla y Av. Alfonso Chávez.



Av. 9 de Octubre y calle Carabobo.



Av. Edelberto Bonilla y Av. Costa Rica.

RECOPIACIÓN DE DATOS GEOMÉTRICOS DE INTERSECCIONES



Av. 9 de Octubre y Av. Juan Félix Proaño.



Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire.

FASES SEMAFÓRICAS



Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Augusto Rodríguez.