

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS Y DIMENSIONAMIENTO DE SEMAFORIZACIÓN Y
SEÑALIZACIÓN EN VÍAS URBANAS APLICADA A LA AV.
CIRCUNVALACIÓN EN EL TRAMO DESDE LA AV. FROILÁN TEJERINA
HASTA AV. GRAN CHACO”**

Por:

HEIDY DANIELA GUEVARA SUBIA

Proyecto de grado presentado a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado académico

Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE II - 2022

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi madre María Lumen, quien, con su afecto, apoyo ilimitado e incondicional, fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional... no hay palabras en este mundo para agradecerte, mamá.

ÍNDICE GENERAL
CAPÍTULO I
GENERALIDADES

	Página
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación del proyecto de aplicación	1
1.3 Planteamiento del problema.....	2
1.3.1 Situación problemática.....	2
1.3.2 Problema	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Alcance.....	3

CAPÍTULO II
FUNDAMENTO TEÓRICO

	Página
2.2 Ingeniería de tráfico	5
2.2.1 Definición de ingeniería de tráfico.....	5
2.2.2 Antecedentes de la ingeniería de tráfico	5
2.3 Aforos de tráfico	6
2.3.1 Procedimiento de aforo	6
2.4 Flujo direccional	7
2.5 Elementos de tránsito	8
2.5.1 Usuario	8
2.5.2 El peatón	8
2.5.3 Conductor.....	8
2.6 Velocidades de tráfico.....	9
2.6.1 Definición de velocidad	9
2.6.3 Velocidad de punto	9
2.7 Capacidad vehicular	9
2.7.1 Nivel de servicio	10

2.7.2 Nivel de servicio A	10
2.7.3 Nivel de servicio B.....	10
2.7.4 Nivel de servicio C.....	11
2.7.5 Nivel de servicio D	11
2.7.6 Nivel de servicio E.....	11
2.7.7 Nivel de servicio F	11
2.8 Semaforización.....	12
2.8.1 Tipos de soporte, número de lentes y caras	12
2.8.2 Componentes de un semáforo	13
2.8.3 Tipos de semáforo para tránsito vehicular	13
2.8.3.1 Semáforos de tiempo fijo	14
2.8.3.2 Semáforos accionados por el tráfico	14
2.8.3.3 Semáforos con control centralizado.....	14
2.9 Señalización	17
2.9.1 Señales verticales	17
2.9.2 Señales preventivas	19
2.9.3 Señales reglamentarias.....	24
2.9.4 Señales informativas	27
2.9.5 Señales horizontales.....	28
2.10 Rotondas.....	31
2.10.1 Definición.....	31
2.10.2 Aspectos generales.....	31
2.10.3 Señalización, demarcación e iluminación de rotondas	33
2.10.4 Cartel de pre señalización	33
2.10.5 Señales previas a la rotonda	33
2.10.6 Entrada a la rotonda	34
2.11 Comportamiento del tráfico en rotondas.....	34
2.12 Capacidad y niveles de servicio en rotondas	36
2.12.1 Nivel de servicio	36
2.12.2 Nivel de servicio A	36
2.12.3 Nivel de servicio B.....	37
2.12.4 Nivel de servicio C.....	37

2.12.5 Nivel de servicio D	37
2.12.6 Nivel de servicio E.....	37
2.12.7 Nivel de servicio F	37
2.12.8 Tasa de flujo por grupos de movimientos	37
2.12.9 Tasa de flujo por grupo de carriles.....	38
2.12.10 Tasa de flujo de saturación ajustada	38
2.12.11 Módulo de análisis de capacidad	40
2.12.12 Demoras y niveles de servicio	41
2.13 Intersecciones sin semáforo	42
2.14 Nivel de servicio calle de dos carriles.....	42
2.15 Tipos de rotondas	43

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

	Página
3.1 Ubicación del proyecto y clasificación según su geometría	47
3.1.1 Ubicación rotonda 1 entre av. Circunvalación y av. Froilán Tejerina	48
3.1.2 Ubicación rotonda 2 entre av. Circunvalación y Colón	48
3.1.3 Ubicación rotonda 3 entre av. Circunvalación y av. Gran Chaco.....	49
3.2 Planificación y ejecución del relevamiento de campo	49
3.2.1 Aforo vehicular para la determinación de la hora pico	50
3.2.2 Aforo de volumen vehicular	53
3.3 Alternativas de solución rotonda 1.....	53
3.4 Alternativa 01	54
3.4.1 Plan de semaforización	54
3.4.2 Semaforización rotonda 1	54
3.5 Capacidad.....	62
3.5.1 Capacidad rotonda 1.....	62
3.6 Construcción y modelación del área de estudio con Vissim.....	73
3.7 Alternativa 02.....	80
3.7.1 Capacidad rotonda 1.....	80
3.8 Construcción y modelación del área de estudio con Vissim.....	91

3.9 Rotonda 2	94
3.9.1 Alternativa 01.....	94
3.9.2 Plan de semaforización rotonda 2	94
3.10 Capacidad rotonda 2.....	99
3.11 Construcción y modelación del área de estudio con Vissim.....	105
3.12 Capacidad rotonda 2 con alteración geométrica	111
3.13 Construcción y modelación del área de estudio con Vissim.....	116
3.14 Rotonda 3	120
3.14.1 Capacidad rotonda 3.....	121
3.15 Construcción y modelación del área de estudio con Vissim.....	150
3.16 Semaforización intersección Mejillones	155
3.17 Capacidad intersección Mejillones	156
3.18 Capacidad intersección Mejillones con ajuste geométrico	161
3.19 Semaforización intersección General Trigo.....	167
3.20 Capacidad intersección General Trigo	168
3.21 Capacidad intersección General Trigo geométrico	173
3.22 Semaforización intersección San Bernardo	179
3.23 Capacidad intersección San Bernardo.....	180
3.24 Semaforización intersección La Paz	185
3.25 Capacidad intersección La Paz	186
3.26 Capacidad intersección La Paz ajuste geométrico	191
3.27 Intersección Santa Cruz	197
3.28 Semaforización propuesta intersección Santa Cruz	216
3.29 Capacidad intersección Santa Cruz.....	217
3.30 Intersección 4 de Octubre	223
3.31 Semaforización propuesta intersección 4 de Octubre	243
3.32 Capacidad intersección 4 de Octubre.....	244
3.33 Intersección Ayaroa	251
3.34 nivel de servicio de calles afluyentes a la avenida Circunvalación	271
3.35 Señalización	274
3.35.1 Señalización horizontal y vertical	280
3.35.2 Señalización actual.....	281

3.35.3 Rotonda 1 entre av. Circunvalación y av. Froilan Tejerina son:.....	281
3.35.4 Rotonda 2 entre av. Circunvalación y Colón	281
3.35.5 Señalización propuesta.....	281
3.35.6 Señales preventivas	281
3.35.7 Señales reglamentarias	281
3.35.8 Señales informativas	281
3.35.9 Señales horizontales	282
3.35.10 Señalización vertical actual en el tramo av. Circunvalación desde av. Froilan Tejerina hasta av. Gran Chaco.....	282
3.35.11 Señalización propuesta.....	282
3.35.12 Señales preventivas	282
3.35.13 Señales reglamentarias.....	282
3.35.14 Señales informativas	283
3.35.15 Señales horizontales	283

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 Conclusiones	297
4.2.-Recomendaciones	299

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	HORA PICO
ANEXO II	AFORO INTERSECCIONES
ANEXO III	VELOCIDAD INTERSECCIONES
ANEXO IV	AFORO CALLES
ANEXO V	VELOCIDAD CALLES
ANEXO VI	PROBABILIDAD DE GRADO DE CONFLICTO
ANEXO VII	PLANOS A DETALLE

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Valores para factores de vehículos pesados	17
Tabla 2.2 Ubicación longitudinal señales verticales	18
Tabla 2.3 Altura mínima de letras en señales informativas	28
Tabla 2.4 Relación demarcación/brecha	30
Tabla 2.5 Ancho mínimo vs flujo peatonal.....	31
Tabla 2.6 Niveles de servicio en intersecciones con semáforo.....	36
Tabla 2.7 Factor tipo de área	40
Tabla 2.8 Ajuste de avance de saturación.....	42
Tabla 2.9 Factor de ajuste fg,ATS	42
Tabla 2.10 Factor de ajuste Fhv,ATS	43
Tabla 2.11 Factor de ajuste fnp,ATS	43
Tabla 3.1 Aforo vehicular día 1	50
Tabla 3.2 Aforo vehicular día 2	51
Tabla 3.3 Aforo vehicular día 3	52
Tabla 3.4 Ancho de accesos rotonda 1	55
Tabla 3.5 Porcentaje de camiones y autobuses rotonda 1.....	56
Tabla 3.6 Datos de velocidad y aceleración rotonda 1	56
Tabla 3.7 Promedio de velocidad y aceleración rotonda 1	57
Tabla 3.8 Flujo de automóviles directos equivalentes rotonda 1	59
Tabla 3.9 Longitud de intervalo de cambio de fase rotonda 1	60
Tabla 3.10 Fases de semáforo.....	62
Tabla 3.11 Datos de campo rotonda 1	63
Tabla 3.12 Módulo de tasas de flujo ajustados rotonda 1	63
Tabla 3.13 Tasa de flujos de saturación ajustadas	65
Tabla 3.14 Módulo de análisis de capacidad rotonda 1	68
Tabla 3.15 Demoras y niveles de servicio rotonda 1	70
Tabla 3.16 Longitud de cola rotonda 1	78
Tabla 3.17 Tiempo de viaje rotonda 1	78
Tabla 3.18 Fases de semáforo rotonda 1	80
Tabla 3.19 Módulo de tasas de flujos ajustados rotonda 1 alternativa 02	81

Tabla 3.20 Tasa de flujos de saturación ajustados rotonda 1 alternativa 02.....	83
Tabla 3.21 Módulo de análisis de capacidad rotonda 1 alternativa 02	86
Tabla 3.22 Demoras y niveles de servicio rotonda 1 alternativa 02	88
Tabla 3.23 Longitud de cola rotonda 1 alternativa 02	93
Tabla 3.24 Tiempo de viaje rotonda 1 alternativa 02	93
Tabla 3.25 Ancho de accesos rotonda 2 alternativa 01	95
Tabla 3.26 Promedio de velocidad y aceleración rotonda 2 alternativa 01	96
Tabla 3.27 Flujo de automóviles directos equivalentes rotonda 2 alternativa 01	98
Tabla 3.28 Longitud de intervalos de cambio de fase rotonda 2 alternativa 01	98
Tabla 3.29 Fases de semáforo rotonda 2 alternativa 01	99
Tabla 3.30 Módulo de tasas de flujo ajustados rotonda 2 alternativa 01	101
Tabla 3.31 Tasas de flujos de saturación ajustados rotonda 2 alternativa 01	102
Tabla 3.32 Módulo de análisis de capacidad rotonda 2 alternativa 01	103
Tabla 3.33 Demoras y niveles de servicio rotonda 2 alternativa 01	104
Tabla 3.34 Longitud de cola rotonda 2 alternativa 01	109
Tabla 3.35 Tiempo de viaje rotonda 2 alternativa 01	109
Tabla 3.36 Fases de semáforo rotonda 2.....	111
Tabla 3.37 Módulo de tasas de flujo ajustados rotonda 2 alternativa 02	112
Tabla 3.38 Tasas de flujos de saturación ajustadas rotonda 2 alternativa 02	113
Tabla 3.39 Módulo de análisis de capacidad rotonda 2 alternativa 02	114
Tabla 3.40 Demoras y niveles de servicio rotonda 2 alternativa 02	115
Tabla 3.41 Longitud de cola rotonda 2 alternativa 02	119
Tabla 3.42 Demoras y niveles de servicio rotonda 2 alternativa 02	120
Tabla 3.43 Ajuste de avance de saturación rotonda 3	121
Tabla 3.44 Intervalo de salida rotonda 3.....	122
Tabla 3.45 Análisis acceso sur rotonda 3.....	123
Tabla 3.46 Convergencia rotonda 3	148
Tabla 3.47 Capacidad rotonda 3	149
Tabla 3.48 Longitud de cola rotonda 3	154
Tabla 3.49 Tiempo de viaje rotonda 3	154
Tabla 3.50 Flujo de automóviles directos equivalentes intersección Mejillones.....	155
Tabla 3.51 Longitud de intervalos de cambio de fase intersección Mejillones	155

Tabla 3.52 Fases de semáforo intersección Mejillones	156
Tabla 3.53 Módulo de tasas de flujo ajustados intersección Mejillones	157
Tabla 3.54 Tasas de flujos de saturación ajustadas intersección Mejillones	158
Tabla 3.55 Módulo de análisis de capacidad intersección Mejillones	159
Tabla 3.56 Demoras y niveles de servicio intersección Mejillones	160
Tabla 3.57 Fases de semáforo intersección Mejillones	161
Tabla 3.58 Módulo de tasas de flujo ajustados intersección Mejillones alternativa 2..	162
Tabla 3.59 Tasas de flujos de saturación ajustadas intersección Mejillones	163
Tabla 3.60 Módulo de análisis de capacidad intersección Mejillones alternativa 02 ...	164
Tabla 3.61 Demoras y niveles de servicio intersección Mejillones alternativa 02	165
Tabla 3.62 Resultados intersección Mejillones alternativa 02.....	166
Tabla 3.63 Flujo de automóviles directos equivalentes intersección General Trigo	167
Tabla 3.64 Longitud de intervalos de cambio de fase intersección General Trigo.....	167
Tabla 3.65 Fases de semáforo intersección General Trigo	168
Tabla 3.66 Módulo de tasas de flujo ajustados intersección General Trigo	169
Tabla 3.67 Tasas de flujos de saturación ajustadas intersección General Trigo	170
Tabla 3.68 Módulo de análisis de capacidad intersección General Trigo	171
Tabla 3.69 Demoras y niveles de servicio intersección General Trigo	172
Tabla 3.70 Fases de semáfoto intersección General Trigo	173
Tabla 3.71 Módulo de tasas de flujo ajustadas Gral Trigo alternativa 02	174
Tabla 3.72 Tasas de flujos de saturación ajustadas Gral Trigo alternativa 02.....	175
Tabla 3.73 Módulo de análisis de capacidad Gral. Trigo alternativ 02	176
Tabla 3.74 Demoras y niveles de servicio Gral. Trigo alternativa 02	177
Tabla 3.75 Resultados Gral. Trigo alternativa 02	178
Tabla 3.76 Flujo de automóviles directos equivalentes San Bernardo	179
Tabla 3.77 Longitud de intervalo de cambio de fase San Bernardo	179
Tabla 3.78 Fases de semáforo San Bernardo	180
Tabla 3.79 Módulo de tasas de flujo ajustados San Bernardo	181
Tabla 3.80 Tasas de flujo de saturación ajustadas San Bernardo	182
Tabla 3.81 Módulo de análisis de capacidad San Bernardo	183
Tabla 3.82 Demoras y niveles de servicio San Bernardo.....	184
Tabla 3.83 Resultados San Bernardo	185

Tabla 3.84 Flujo de automóviles directos equivalentes La Paz	185
Tabla 3.85 Longitud de intervalo de cambio de fase La Paz	185
Tabla 3.86 Fases de semáforo La Paz	186
Tabla 3.87 Módulo de tasas de flujo ajustados La Paz	187
Tabla 3.88 Tasas de flujos de saturación ajustadas.....	188
Tabla 3.89 Módulo de análisis de capacidad La Paz	189
Tabla 3.90 Demoras y niveles de servicio La Paz	190
Tabla 3.91 Fases de semáforo La Paz alternativa 2	191
Tabla 3.92 Módulo de tasas de flujo ajustados La Paz alternativa 2	192
Tabla 3.93 Tasas de flujo de saturación ajustadas La Paz alternativa 2	193
Tabla 3.94 Módulo de análisis de capacidad La Paz alternativa 2	194
Tabla 3.95 Demoras y niveles de servicio La Paz alternativa 2	195
Tabla 3.96 Resultados La Paz alternativa 2	196
Tabla 3.97 Ajuste de avance de saturación Santa Cruz	197
Tabla 3.98 Intervalo de salida Santa Cruz	197
Tabla 3.99 Análisis de acceso sur Santa Cruz	198
Tabla 3.100 Intervalo de salida Santa Cruz	215
Tabla 3.101 Nivel de servicio	216
Tabla 3.102 Volúmen camión y autobuses Santa Cruz	216
Tabla 3.103 Promedio de velocidad y aceleración Santa Cruz	216
Tabla 3.104 Flujo de automóviles directos equivalentes Santa Cruz	217
Tabla 3.105 Longitud de intervsls de cambio de fase Santa Cruz	217
Tabla 3.106 Fases de semáforo Santa Cruz	217
Tabla 3.107 Datos de campo Santa Cruz	218
Tabla 3.108 Módulo de tasas de flujo ajustados Santa Cruz	219
Tabla 3.109 Tasas de flujos de saturación ajustadas Santa Cruz	220
Tabla 3.110 Módulo de análisis de capacidad Santa Cruz	221
Tabla 3.111 Demoras y niveles de servicio Santa Cruz	222
Tabla 3.112 Resultados Santa Cruz	223
Tabla 3.113 Ajusre de avance de saturación 4 de Octubre	223
Tabla 3.114 Intervalo de salida 4 de Octubre	224
Tabla 3.115 Análisis acceso sur 4 de Octubre	225

Tabla 3.116 Intervalo de salida 4 de Octubre	242
Tabla 3.117 Nivel de servicio 4 de Octubre.....	243
Tabla 3.118 Porcentaje de camiones y autobuses 4 de Octubre	243
Tabla 3.119 Promedio de velocidad y aceleración 4 de Octubre.....	243
Tabla 3.120 Flujo de automóviles directos equivalente 4 de Octubre	244
Tabla 3.121 Longitud de intervalo de cambio de fase 4 de Octubre	244
Tabla 3.122 Fases de semáforo 4 de Octubre	244
Tabla 3.123 Datos de campo 4 de Octubre	245
Tabla 3.124 Módulo de tasas de flujo ajustados 4 de Octubre	246
Tabla 3.125 Tasas de flujos de saturación ajustadas 4 de Octubre	247
Tabla 3.126 Módulo de análisis de capacidad 4 de Octubre	248
Tabla 3.127 Demoras y niveles de servicio 4 de Octubre	249
Tabla 3.128 Resultados 4 de Octubre	250
Tabla 3.129 Ajuste de avance de saturación Ayaroa	251
Tabla 3.130 Intervalo de salida Ayaroa	251
Tabla 3.131 Análisis acceso sur Ayaroa	252
Tabla 3.132 Intervalo de salida Ayaroa	269
Tabla 3.133 Nivel de servicio Ayaroa	270
Tabla 3.134 Datos Timoteo Raña	271
Tabla 3.135 Resultados calles afluyentes a la av. Circunvalación	273
Tabla 3.136 Longitud de cola La Torre	284
Tabla 3.137 Tiempo de viaje La Torre	285
Tabla 3.138 Longitud de cola La Torre alternativa 2	286
Tabla 3.139 Tiempo de viaje La Torre alternativa 2	286
Tabla 3.140 Longitud de cola Colón	288
Tabla 3.141 Tiempo de viaje Colón	289
Tabla 3.142 Longitud de cola Colón alternativa 2.....	289
Tabla 3.143 Tiempo de viaje Colón alternativa 2	290
Tabla 3.144 Longitud de cola Gran Chaco	292
Tabla 3.145 Tiempo de viaje Gran Chaco	292
Tabla 3.146 Resumen Mejillones.....	293
Tabla 3.147 Resumen General Trigo	293

Tabla 3.148 Resumen La Paz.....	294
Tabla 3.149 Resumen San Bernardo	294
Tabla 3.150 Resumen Santa Cruz	294
Tabla 3.151 Resumen 4 de Octubre	295
Tabla 3.152 Resumen Ayaroa.....	295
Tabla 3.153 Nivel de servicio calles av. Circunvalación.....	295

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.3 Señales restrictivas	19
Figura 2.4 Señales reglamentarias	25
Figura 3.1 Ubicación del proyecto	48
Figura 3.2 Ubicación rotonda 1	48
Figura 3.3 Ubicación rotonda 2.....	49
Figura 3.4 Ubicación rotonda 3	49
Figura 3.5 Medición ancho de accesos rotonda 1	55
Figura 3.6 Ábaco capacidad y tasa de flujo de saturación	55
Figura 3.7 Reparto de tiempos fase 1.....	61
Figura 3.8 Reparto de tiempos fase 2.....	61
Figura 3.9 Diagrama de programación de tiempos rotonda 1	61
Figura 3.10 Imagen satelital rotonda 1.....	73
Figura 3.11 Enlaces rotonda 1.....	74
Figura 3.12 Conectores rotonda 1	75
Figura 3.13 Volúmen de tráfico rotonda 1	75
Figura 3.14 Decisión de ruta rotonda 1	76
Figura 3.15 Zonas de conflicto rotonda 1	76
Figura 3.16 Señales de control rotonda 1	77
Figura 3.17 Nivel de servicio rotonda 1.....	77
Figura 3.18 Geometría ancho de carril rotonda 1 alternativa 02	79
Figura 3.19 Implementación de ciclovía rotonda 1 alternativa 02.....	79
Figura 3.20 Enlaces rotonda 1 alternativa 02.....	91
Figura 3.21 Volúmen de tráfico rotonda 1 alternativa 02	92
Figura 3.22 Señales de control rotonda 1 alternativa 02.....	92
Figura 3.23 Nivel de servicio rotonda 1 alternativa 02	93
Figura 3.24 Medición ancho de accesos rotonda 2 alternativa 01	95
Figura 3.25 Reparto de tiempos fase 1 rotonda 2 alternativa 01.....	98
Figura 3.26 Reparto de tiempos fase rotonda 2 alternativa 01.....	99
Figura 3.27 Diagrama de programación de tiempos rotonda 2 alternativa 01	99
Figura 3.28 Imagen satelital rotonda 2 alternativa 01.....	105

Figura 3.29 Enlaces rotonda 2 alternativa 01	106
Figura 3.30 Conectores rotonda 2 alternativa 01	106
Figura 3.31 Volúmen de tráfico rotonda 2 alternativa 01	107
Figura 3.32 Decisión de ruta rotonda 2 alternativa 01	107
Figura 3.33 Zonas de conflicto rotonda 2 alternativa 01	108
Figura 3.34 Señal de control rotonda 2 alternativa 01	108
Figura 3.35 Nivel de servicio rotonda 2 alternativa 01	109
Figura 3.36 Geometría ancho de carril rotonda 2 alternativa 02	110
Figura 3.37 Implementación de ciclovía rotonda 2 alternativa 02	110
Figura 3.38 Enlaces rotonda 2 alternativa 02	116
Figura 3.39 Conectores rotonda 2 alternativa 02	117
Figura 3.40 Volúmen de tráfico rotonda 2 alternativa 02	117
Figura 3.41 Decisión de ruta rotonda 2 alternativa 02	118
Figura 3.42 Zonas de rebase rotonda 2 alternativa 02	118
Figura 3.43 Señales de control rotonda 2 alternativa 02	119
Figura 3.44 Nivel de servicio rotonda 2 alternativa 02	119
Figura 3.45 Medición ancho de accesos rotonda 3	121
Figura 3.46 Decisión de ruta rotonda 3	151
Figura 3.47 Enlaces rotonda 3	151
Figura 3.48 Conectores rotonda 3	152
Figura 3.49 Volúmen de tráfico rotonda 3	152
Figura 3.50 Decisión de ruta rotonda 3	153
Figura 3.51 Zonas de conflicto rotonda 3	153
Figura 3.52 Nivel de servicio rotonda 3	154
Figura 3.53 Reparto de tiempos de fase intersección Mejillones	155
Figura 3.54 Reparto de tiempos de fase 2 intersección Mejillones	156
Figura 3.55 Diagrama de programación de tiempos intersección Mejillones	156
Figura 3.56 Reparto de tiempos fase 1 intersección General Trigo	167
Figura 3.57 Reparto de tiempos fase 2 intersección General Trigo	168
Figura 3.58 Diagrama de programación de tiempos intersección General Trigo	168
Figura 3.59 Reparto de tiempos de fase 1 San Bernardo	179
Figura 3.60 Reparto de tiempos fase 2 San Bernardo	180

Figura 3.61 Diagrama de programación de tiempos San Bernardo	180
Figura 3.62 Peatones en la vía SP-52.....	274
Figura 3.64 Puente SP-44.....	274
Figura 3.65 Ceda el paso SR-2	275
Figura 3.66 Prohibido girar en “u” SR-9	275
Figura 3.67 Velocidad máxima SR-30	276
Figura 3.68 Señal tipo mapa	276
Figura 3.69 Señal tipo flechas.....	277
Figura 3.70 Flecha recta y de viraje	277
Figura 3.71 Flecha de viraje.....	278
Figura 3.72 Flecha recta.....	278
Figura 3.73 Líneas de cruce en paso peatonal	279
Figura 3.74 Línea doble amarilla continua	279
Figura 3.75 Línea blanca discontinua	279
Figura 3.76 Cono	280
Figura 3.77 Achurado	280
Figura 3.78 Tiempos de ciclo La Torre.....	284
Figura 3.79 Tiempos de ciclo Colón.....	288
Figura 4.1 Tiempo de ciclo La Torre	297
Figura 4.2 Tiempo de ciclo Colón	297

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 3.1 Hora pico día 1	51
Gráfico 3.2 Hora pico día 2	52
Gráfico 3.3 Hora pico día 3	53
Gráfico 3.4 Demora intersección Mejillones alternativa 02	166
Gráfico 3.5 Demora Gral. Trigo alternativa 02.....	178
Gráfico 3.6 Demora La Paz alternativa 2.....	196
Gráfico 3.7 Tiempo de viaje La Torre	285
Gráfico 3.8 Tiempo de viaje La Torre	285
Gráfico 3.9 Longitud de cola La Torre alternativa 2	286
Gráfico 3.10 Tiempo de viaje La Torre alternativa 2	287
Gráfico 3.11 Longitud de cola La Torre alternativa 2	287
Gráfico 3.12 Tiempo de viaje La Torre alternativa 2	287
Gráfico 3.13 Longitud de cola Colón	288
Gráfico 3.14 Tiempo de viaje Colón.....	289
Gráfico 3.15 Longitud de cola Colón alternativa 2.....	290
Gráfica 3.16 Tiempo de viaje Colón alternativa 2	290
Gráfico 3.17 Longitud de cola Colón alternativa 2.....	291
Gráfico 3.18 Tiempo de cola Colón alternativa 2	291
Gráfico 3.19 Longitud de cola Gran Chaco	292
Gráfico 3.20 Tiempo de viaje Gran Chaco	292