

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**“DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA DE CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL
INTERCAMBIADOR FERNÁNDEZ SALVADOR: INTERSECCIÓN AV. MARISCAL
SUCRE, AV. FERNÁNDEZ SALVADOR Y CALLE MELCHOR DE VALDEZ.”**

DAVID EZEQUIEL GUAMÁN AGUIRRE

DIRECTOR: ING. JUAN MERIZALDE

QUITO, 2016

DEDICATORIA

A mis padres Ezequiel G. y Blanca A, quienes con su esfuerzo, sabiduría y dedicación han sido los principales pilares de mi vida que me han ayudado alcanzar nuevas metas.

A mis hermanos, quienes me dieron su apoyo y ánimo a cada momento para continuar adelante con este trabajo, enseñándome que con esfuerzo y sacrificio se alcanza las metas.

A mi querida ciudad de Quito, que me vio nacer y crecer, y donde tengo plena confianza que los problemas de congestión vehicular se pueden solucionar.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen Dolorosa en quienes pongo toda mi confianza, esperanza y anhelos.

A mis padres, quienes se esforzaron cada día por inculcar en mí valores y por brindarme una de las mayores herencias que se le puede dar a un hijo como es la educación.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador PUCE, a través de sus profesores quienes han inculcado el conocimiento y sabiduría. De manera muy especial al Ing. Juan Merizalde, director de Tesis, y a los Ing. Gustavo Yáñez e Ing. Juan Pablo Solórzano, por entregar parte de su tiempo para revisar y corregir este trabajo.

A todos mis amigos y compañeros, quienes me brindaron a cada momento su apoyo incondicional. De una manera especial quiero agradecer, a la Comunidad “Jesús es el Señor” a través de su movimiento “Católicos en Acción”, por ser formadores de mi vida y carácter.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
JUSTIFICACIÓN	xvii
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1. Congestión vehicular	1
1.1.1. Volumen Vehicular	2
1.1.2. Velocidad vehicular	4
1.1.3. Capacidad vial - Oferta vial	7
1.2. Intercambiador	7
1.2.1. Red vial e intersección	8
1.2.2. Diseño Geométrico	11
1.2.3. Dispositivos de Control de tránsito	13
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LAS VÍAS QUE CONFLUYEN AL PROYECTO	26
2.1. Avenida Mariscal Sucre	26
2.1.1. Tipo de Vía	26
2.1.2. Características de la vía	28
2.1.3. Importancia de la vía	36
2.1.4. Intersecciones	40
2.2. Avenida Fernández Salvador	40
2.2.1. Tipo de Vía	40
2.2.2. Características de la Vía	41
2.2.3. Importancia de la Vía	45
2.2.4. Intersecciones	47
2.3. Calle Melchor de Valdez	49
2.3.1. Tipo de Vía	49
2.3.2. Características de la Vía	50
2.3.3. Importancia de la Vía	53
2.3.4. Intersecciones	54
CAPÍTULO III: INTERCAMBIADOR DE LA “AV. FERNÁNDEZ SALVADOR”	56
3.1. Ubicación	58
3.2. Barrios servidos por el Intercambiador	60
3.3. Diseño Geométrico	64
3.3.1. Paso a desnivel (Deprimido)	70

3.3.2. Intersección a nivel.....	79
3.4. Dispositivos de control de tránsito.....	95
3.4.1. Señales de tránsito.....	95
3.4.2. Semáforos.....	117
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR.....	130
4.1. Volumen vehicular.....	130
4.1.1. Tránsito semanal.....	134
4.1.2. Tránsito promedio diario anual (TPDA).....	137
4.1.3. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.....	146
4.2. Capacidad vial.....	165
4.3. Velocidad.....	177
4.3.1. Velocidad de proyecto.....	178
4.3.2. Velocidad de punto.....	179
4.3.3. Velocidad de recorrido.....	182
4.3.4. Velocidad de marcha.....	184
CAPÍTULO V: FACTORES QUE GENERAN CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL INTERCAMBIADOR DE LA “AV. FERNÁNDEZ SALVADOR”.....	187
5.1. Desarrollo urbano y poblacional.....	189
5.2. Transporte.....	196
5.3. Sistema vial.....	205
5.3.1. Factores externos al intercambiador.....	207
5.3.2. Factores internos al intercambiador.....	213
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	220
6.1. CONCLUSIONES.....	220
6.2. RECOMENDACIONES.....	222
ANEXOS.....	223
BIBLIOGRAFÍA.....	270

FOTO

Foto N° 1-1: Paso de desnivel del Intercambiador Fernández Salvador	11
Foto N° 1-2: Intercambiador de tres ramales y de cuatro ramales.....	13
Foto N° 2-1: (Izq.) Sector de Ponceano. (Der.) Sector de Guamaní.....	28
Foto N° 2-2: Tramo norte de la Av. Mariscal Sucre	30
Foto N° 2-3: Bordes y parterre del paso a desnivel.....	32
Foto N° 2-4: Separación de carriles a diferente nivel. Sector El Bosque	32
Foto N° 2-5: Señalización vertical de límite de velocidad en la Av. Mariscal Sucre.....	33
Foto N° 2-6: Congestión vehicular Av. Mariscal altura calle Mañosca.....	36
Foto N° 2-7: Inicio y final de la Av. Fernández Salvador.....	42
Foto N° 2-8: Avenida Fernández Salvador	43
Foto N° 2-9: Congestión vehicular en la Av. Fernández Salvador	48
Foto N° 2-10: Inicio y final de la calle Melchor de Valdez.....	50
Foto N° 2-11: Congestión Vehicular en la calle Melchor de Valdez	54
Foto N° 3-1: Intercambiador Fernández Salvador	60
Foto N° 3-2: Intercambiador Fernández Salvador	64
Foto N° 3-3: Sección transversal Intercambiador Fernández Salvador	67
Foto N° 3-4: Paso deprimido del intercambiador Fernández Salvador	71
Foto N° 3-5: Entrada al paso deprimido del intercambiador Fernández Salvador	73
Foto N° 3-6: Rampa de salida del paso deprimido	75
Foto N° 3-7: Tramo de puente del paso deprimido.....	77
Foto N° 3-8: Entrada y salida del ramal	84
Foto N° 3-9: Transición entre los ramales y el paso deprimido.....	86
Foto N° 3-10: Calzada en la intersección a nivel	87
Foto N° 3-11: Carril de aceleración	89
Foto N° 3-12: Carril de desaceleración para giros a la derecha.....	90
Foto N° 3-13: Carril central de desaceleración para giros a la izquierda y en U	91
Foto N° 3-14: Islas del intercambiador Fernández Salvador	92
Foto N° 3-15: Abertura del separador central	93
Foto N° 3-16: Puente peatonal sobre la intersección a nivel	94
Foto N° 3-17: Señales de tránsito en mal estado.....	95
Foto N° 3-18: Señal de Giro en “U”	100
Foto N° 3-19: Señal de prohibido pesados	100
Foto N° 3-20: Señal de límite de velocidad	101
Foto N° 3-21: Señal de reduzca la velocidad	102
Foto N° 3-22: Señales de Prohibido estacionar	102
Foto N° 3-23: Señal de parada de bus	103
Foto N° 3-24: Señales informativas de guía	103
Foto N° 3-25: Señal preventiva en caso de inundación	104
Foto N° 3-26: Línea de borde.....	107
Foto N° 3-27: Líneas de separación de carriles.....	108
Foto N° 3-28: Líneas de separación del flujo opuesto	109
Foto N° 3-29: Líneas de continuidad.....	109
Foto N° 3-30: Paso cebra.....	110
Foto N° 3-31: Líneas de cruce peatonal controladas por semáforos.....	111
Foto N° 3-32: Línea de Pare	111

Foto N° 3-33: Línea de Ceda el paso.....	112
Foto N° 3-34: Flecha en dirección recta.....	113
Foto N° 3-35: Flecha de viraje a la izquierda.....	113
Foto N° 3-36: Flecha recta y de viraje.....	114
Foto N° 3-37: Flecha recta y de viraje.....	114
Foto N° 3-38: Chevrones (área de divergencia y convergencia)	115
Foto N° 3-39: Leyenda de “BUS”	116
Foto N° 3-40: Zona de parada de taxis de la Cooperativa “San Carlos”	116
Foto N° 3-41: Tachas retroreflectivas	117
Foto N° 3-42: (Izquierda) Semáforo sujeto sobre poste. (Derecha) Semáforo sobre báculo	120
Foto N° 3-43: (Izquierda) Semáforo sujeto sobre poste. (Derecha) Semáforo sobre báculo	129
Foto N° 5-1: Congestión vehicular antes de la construcción del intercambiador	188
Foto N° 5-2: Congestión vehicular durante la construcción del intercambiador	188
Foto N° 5-3: Congestión vehicular después de la construcción del Intercambiador	189
Foto N° 5-4: Viviendas multifamiliares en el Sector de San Carlos. Año 1979	191
Foto N° 5-5: Congestión vehicular por la reconstrucción del 30 S.	204
Foto N° 5-6: Congestión Vehicular intersección Av. Mariscal Sucre y Av. Vaca de Castro.....	208
Foto N° 5-7: Congestión Vehicular en la intersección Av. Mariscal Sucre y calle J. Sánchez .	209
Foto N° 5-8: Congestión Vehicular en la intersección Av. Mariscal Sucre y calle J. Sánchez .	210
Foto N° 5-9: Congestión Vehicular en el semáforo peatonal de San Fernando	211
Foto N° 5-10: Congestión Vehicular en el giro en U del Pinar.....	212
Foto N° 5-11: Congestión Vehicular intersección de la Av. Mariscal Sucre y calle N°48	213
Foto N° 5-12: Congestión a la entrada y salida del ramal occidental del intercambiador.....	214
Foto N° 5-13: Congestión Vehicular en la salida sur del intercambiador	214
Foto N° 5-14: Antiguo giro en U en la calle César Villacrés	215
Foto N° 5-15: Problemas de congestión vehicular en el giro en U. Sentido sur -sur.....	216
Foto N° 5-16: Congestión en la Av. Fernández Salvador debido a la congestión en el ramal occidental.	217

MAPAS

Mapa N° 2-1: Mapa vial de la ciudad Quito.....	27
Mapa N° 2-2: Avenida Mariscal Sucre	29
Mapa N° 2-3: Anillo vial periférico de Quito. (Av. Mariscal Sucre y Av. Simón Bolívar).	37
Mapa N° 2-4: Parroquias servidas por la Av. Mariscal Sucre	38
Mapa N° 2-5: Ubicación de la Av. Fernández Salvador	41
Mapa N° 2-6: Ampliación Av. Fernández Salvador	46
Mapa N° 2-7: Implementación general del Parque Bicentenario	46
Mapa N° 2-8: Principales intersecciones de la Av. Fernández Salvador	47
Mapa N° 2-9: Ubicación de la calle Melchor de Valdez	49
Mapa N° 2-10: Conjuntos residenciales servidos por la calle Melchor de Valdez.....	53
Mapa N° 3-1: Intercambiadores que forman parte del Plan de Rehabilitación de la Av. Mariscal Sucre	57
Mapa N° 3-2: Ubicación del Intercambiador Fernández Salvador	58
Mapa N° 3-3: Uso del suelo en el área del proyecto.....	59
Mapa N° 3-4: Parroquias servidas por el Intercambiador	61
Mapa N° 3-5: Barrios servidos por el intercambiador Fernández Salvador.....	63
Mapa N° 5-1: Macrocentralidad o ciudad de Quito e hipercentro de Quito.....	192
Mapa N° 5-2: Evolución de la densidad de población en el DMQ por administraciones zonales	194
Mapa N° 5-3: Área de influencia directa de la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez. (Arriba) año 2010. (Abajo) Año 2015.....	195
Mapa N° 5-4: Factores de congestión vehicular internos y externos al Intercambiador de la Fernández Salvador.....	206
Mapa N° 5-5: Factores de congestión vehicular internos al Intercambiador de la Fernández Salvador.....	207

ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1-1: Velocidad de punto de un vehículo	5
Ilustración N° 1-2: Velocidad instantánea de un vehículo	6
Ilustración N° 1-3: Jerarquía de un sistema vial urbano	9
Ilustración N° 1-4: Clasificación de las intersecciones viales por su geometría.....	10
Ilustración N° 1-5: Intersección canalizada y sin canalizar	11
Ilustración N° 1-6: Serie de prioridad de paso	15
Ilustración N° 1-7: Serie de movimientos y direcciones	16
Ilustración N° 1-8: Serie de restricción de circulación	16
Ilustración N° 1-9: Serie de límites máximos	17
Ilustración N° 1-10: Serie de estacionamiento.....	17
Ilustración N° 1-11: Serie de alineación	18
Ilustración N° 1-12: Serie de intersección y empalmes.....	18
Ilustración N° 1-13: Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito.....	19
Ilustración N° 1-14: Serie de anchura y altura de vías	19
Ilustración N° 1-15: Serie de asignación de carriles	19
Ilustración N° 1-16: Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito.....	20
Ilustración N° 1-17: Serie peatonal y de escuela.....	20
Ilustración N° 1-18: Serie complementaria.....	21
Ilustración N° 1-19: Serie de información de guía.....	21
Ilustración N° 1-20: Serie de servicios en la vía.....	22
Ilustración N° 1-21: Serie turística en la vía.....	22
Ilustración N° 1-22: Semáforos vehiculares de tres y seis módulos	24
Ilustración N° 1-23: Semáforos peatonales de uno y dos cuerpos	25
Ilustración N° 2-1: Vista superior, tramo norte de la Av. Mariscal Sucre.....	31
Ilustración N° 2-2: Sección transversal del tramo norte de la Av. Mariscal Sucre	31
Ilustración N° 2-3: Sección transversal Av. Fernández Salvador.....	43
Ilustración N° 2-4: Vista superior de la Av. Fernández Salvador.....	44
Ilustración N° 2-5: Congestión vehicular en la Av. Fernández Salvador	48
Ilustración N° 2-6: Tramo adoquinado y pavimentado de la calle Melchor de Valdez	51
Ilustración N° 2-7: Vista superior de la calle Melchor de Valdez.....	52
Ilustración N° 2-8: Problemas de congestión vehicular en la calle Melchor de Valdez	55
Ilustración N° 3-1: Intercambiador de diamante	65
Ilustración N° 3-2: Intercambiador de la Fernández Salvador	65
Ilustración N° 3-3: Sección transversal Intercambiador Fernández Salvador	68
Ilustración N° 3-4: Distancia de visibilidad de parada	69
Ilustración N° 3-5: Sección típica del paso deprimido.....	74
Ilustración N° 3-6: Diseño vertical del paso deprimido	76
Ilustración N° 3-7: Sección transversal del puente del paso deprimido	78
Ilustración N° 3-8: Esquema base intersección en “Cruz” o en “X”.....	79
Ilustración N° 3-9: Esquema base intersección Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez.....	80
Ilustración N° 3-10: Ramal de entrada y salida del Intercambiador Fernández Salvador	81
Ilustración N° 3-11: Esquema de los ramales de entrada y salida	83
Ilustración N° 3-12 : Empalme tipo directo	84

Ilustración N° 3-13: Longitud de transición total entre los ramales y el paso deprimido	85
Ilustración N° 3-14: Equilibrio de carriles de transición de entrada y salida	86
Ilustración N° 3-15: Esquema básico de la intersección a nivel del intercambiador Fernández Salvador.....	88
Ilustración N° 3-16: Esquema básico del carril de aceleración	89
Ilustración N° 3-17: Esquema básico del carril de desaceleración.....	90
Ilustración N° 3-18: Esquema básico del carril central de desaceleración.....	92
Ilustración N° 3-19: Abertura del separador central.....	93
Ilustración N° 3-20: Señales de tránsito verticales en el intercambiador de la Fernández Salvador.....	97
Ilustración N° 3-21: Señales de tránsito verticales en el tramo sur del intercambiador.....	98
Ilustración N° 3-22: Señales de tránsito verticales en el la intersección a nivel	98
Ilustración N° 3-23: Señales de tránsito verticales en el tramo norte del intercambiador ...	99
Ilustración N° 3-24: Señales de tránsito horizontales en la intersección a nivel	105
Ilustración N° 3-25: Señales horizontales en el lado sur del intercambiador y en el lado norte del intercambiador	106
Ilustración N° 3-26: Puntos de conflicto vehicular en una intersección a nivel.....	118
Ilustración N° 3-27: Semáforos vehiculares.....	119
Ilustración N° 3-28: Cono de visión de un conductor.....	120
Ilustración N° 3-29: Fase de movimientos N°1	121
Ilustración N° 3-30: Fase de movimientos N°1	122
Ilustración N° 3-31: Fase de movimientos N°3	123
Ilustración N° 3-32: Fase de movimientos N°4	124
Ilustración N° 3-33: Ciclos de semáforos en la mañana (7:00 – 9:00)	125
Ilustración N° 3-34: Ciclos de semáforos en la tarde (17:30 – 19:30)	126
Ilustración N° 3-35: Ciclos de semáforos en la noche (22:00 – 23:00)	127
Ilustración N° 4-1: Movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Norte - Sur	131
Ilustración N° 4-2: Movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Sur – Norte.....	132
Ilustración N° 4-3: Movimiento vehicular en Av. Fernández Salvador. Sentido Este - Oeste	132
Ilustración N° 4-4: Movimiento vehicular en calle Melchor de Valdez. Sentido Oeste - Este	133
Ilustración N° 4-5: Volúmenes de tránsito direccionales (Intersección a nivel).....	149
Ilustración N° 4-6: Volúmenes de tránsito direccionales (Paso Deprimido).....	150
Ilustración N° 5-1: Orografía del intercambiador Av. Fernández Salvador en el lado occidental	190
Ilustración N° 5-2: Problemas generales de congestión vehicular en la Av. Fernández Salvador.....	218
Ilustración N° 5-3: Problemas generales de congestión vehicular en la calle Melchor de Valdez	219

TABLAS

Tabla N° 3-1: Clasificación de las superficies de rodadura	72
Tabla N° 3-2: Espesores de la del pavimento.....	72
Tabla N° 3-3: Inventario de señales verticales en el Intercambiador Fernández Salvador	96
Tabla N° 3-4: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°1	122
Tabla N° 3-5: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°2.	122
Tabla N° 3-6: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°3.	123
Tabla N° 3-7: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°4.	124
Tabla N° 4-1: Volumen semanal en el Intercambiador “Fernández Salvador”	135
Tabla N° 4-2: TPDA de cada movimiento vehicular Av. Mariscal Sucre. Sentido Norte –Sur	140
Tabla N° 4-3: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Norte – Sur (continuación).....	141
Tabla N° 4-4: TPDA de cada movimiento vehicular en la calle Melchor de Valdez. Sentido Oeste – Este.....	142
Tabla N° 4-5: TPDA cada movimiento vehicular Av. Mariscal Sucre. Sentido Sur - Norte...	143
Tabla N° 4-6: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Sur - Norte (Continuación)	144
Tabla N° 4-7: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Fernández Salvador. Sentido Este – Oeste.....	145
Tabla N° 4-8: Participación de cada movimiento vehicular en el Intercambiador	147
Tabla N° 4-9: V.H.M.D. en el intercambiador y en los tres ejes viales principales	151
Tabla N° 4-10: Clasificación vehicular y factores de equivalencia vehicular	153
Tabla N° 4-11: Variación del volumen de tránsito en mañana durante las 7:00 y las 9:00 .	154
Tabla N° 4-12: Variación del volumen de tránsito en tarde durante las 18:00 y las 20:00 .	156
Tabla N° 4-13: Clasificación vehicular en la mañana durante las 7:00 y las 9:00.....	159
Tabla N° 4-14: Clasificación vehicular en la tarde durante las 18:00 y las 20:00	160
Tabla N° 4-15: Volúmenes viernes 25 de marzo y viernes 8 de abril de 7:00 a 8:00	161
Tabla N° 4-16: Volúmenes viernes 25 de marzo y viernes 8 de abril de 8:00 a 9:00	162
Tabla N° 4-17: Capacidad y volúmenes vehiculares del viernes 22 de enero y viernes 8 de abril Sentido Norte – Sur, Paso deprimido	166
Tabla N° 4-18: Capacidad y volúmenes vehiculares en períodos de 15 minutos. Sentido Norte - Sur.....	168
Tabla N° 4-19: Capacidad y volúmenes vehiculares del viernes 22 de enero y viernes 8 de abril en el paso deprimido del intercambiador. Sentido Sur – Norte.....	171
Tabla N° 4-20: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual durante viernes 8 de abril en la intersección a nivel del intercambiador. Horario 8:00 – 9:00.....	173
Tabla N° 4-21: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual, en cada movimiento vehicular durante las 18:00 – 19:00 del día viernes 8 de abril	175
Tabla N° 4-22: Niveles de servicio en intersecciones con semáforos	177
Tabla N° 4-23: (Arriba) Velocidad de punto en el sentido norte – sur en la mañana. (Abajo) Velocidad de punto en sentido sur – norte durante la tarde y noche.....	180
Tabla N° 4-24: Velocidad de recorrido de bus de transporte público. Sentido Norte - Sur ..	182
Tabla N° 4-25: Velocidad de recorrido de un automóvil. Sentido Norte - Sur	183
Tabla N° 4-26: Velocidad de recorrido de bus de transporte público. Sentido Sur – Norte..	183
Tabla N° 4-27: Velocidad de recorrido de un automóvil. Sentido Sur – Norte.....	184
Tabla N° 4-28: Velocidad de marcha. Sentido Norte - Sur	185
Tabla N° 4-29: Velocidad de marcha. Sentido Sur – Norte.....	186

Tabla N° 5-1: Transporte público circula por Intercambiador de la Fernández Salvador	198
Tabla N° 5-3: Grado de ocupación en vehículos livianos	202
Tabla N° 5-4: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	205

GRÁFICOS

Gráfico N° 2-1: Accidentes de tránsito en la Av. Mariscal Sucre (tramo comprendido entre la Av. Mariana de Jesús y El Condado durante el 2015)	35
Gráfico N° 4-1: Tránsito semanal en el Intercambiador de la “Fernández Salvador”	136
Gráfico N° 4-2: Participación de cada movimiento vehicular en el Intercambiador de la “ Av. Fernández Salvador”	148
Gráfico N° 4-3: V.H.M.D en el intercambiador y en los tres ejes viales principales	151
Gráfico N° 4-4: Clasificación vehicular en la mañana durante las 7:00 y las 9:00	159
Gráfico N° 4-5: Clasificación vehicular en la mañana durante las 18:00 y las 20:00	160
Gráfico N° 4-6: Comparación de volúmenes vehiculares entre el día 25 de marzo y el 8 de abril del 2016. Horario: 7:00 – 8:00	163
Gráfico N° 4-7: Comparación de volúmenes vehiculares entre el día 25 de marzo y el 8 de abril del 2016. Horario: 8:00 – 9:00	164
Gráfico N° 4-8: Relación entre capacidad y volumen vehicular del día viernes 22 de enero y viernes 8 de abril en el paso deprimido del intercambiador. Sentido Norte - Sur	167
Gráfico N° 4-9: Capacidad y volúmenes vehiculares en períodos de 15 minutos. Sentido Norte - Sur.....	169
Gráfico N° 4-10: Relación entre capacidad y volumen vehicular del día viernes 22 de enero y viernes 8 de abril en el paso deprimido del intercambiador. Sentido Sur – Norte	172
Gráfico N° 4-11: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual, durante las 8:00 – 9:00 en cada movimiento vehicular del intercambiador	174
Gráfico N° 4-12: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual, durante las 18:00 – 19:00 en cada movimiento vehicular del intercambiador	176
Gráfico N° 4-13: (Arriba) Velocidad de punto en sentido Norte – Sur. (Abajo) Velocidad de punto en sentido Sur - Norte	181
Gráfico N° 5-1: Grado de ocupación en buses de transporte público en el Intercambiador.	200
Gráfico N° 5-2: Grado de ocupación en vehículos livianos. Hora: 7:00 – 9:00 (Mañana).....	202
Gráfico N° 5-3: Grado de ocupación en vehículos livianos. Hora: 18:00 – 20:00 (Tarde y noche).....	203

ABREVIATURAS

AASHTO:	Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Autoridades de Vialidad y Transporte de los Estados Unidos)
AMT:	Agencia Metropolitana de Tránsito
ANT:	Agencia Nacional de Tránsito
DMQ:	Distrito Metropolitano de Quito
EPMMOP:	Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEN:	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MOP:	Ministerio de Obras Públicas
MOP-001-F-2000:	Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Edición 2000.
MTOP:	Ministerio de Transportes y Obras Públicas
TA:	Tránsito Anual
TPD:	Tráfico Promedio Diario
TPDA:	Tráfico Promedio Diario Anual

RESUMEN

El presente documento de Tesis busca determinar los factores que generan congestión vehicular en el intercambiador de la Av. Fernández Salvador, formado por la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez. Para ello se realiza un diagnóstico del intercambiador ya mencionado, durante las horas de mayor tráfico vehicular, a fin de tener una comprensión más clara sobre el problema de congestión vehicular en este punto.

Se entiende por diagnóstico el análisis e interpretación de datos e información, a través de los cuales se identifica, determina y evalúa alguna condición o situación que puede conllevar a un problema.

En el Capítulo I se establece los conceptos y definiciones básicas de congestión vehicular e intercambiador, los cuales serán desarrollados en el presente diagnóstico.

A continuación, en el Capítulo II se describe las características generales y la importancia de las vías que conforman el intercambiador, como son la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez.

En el Capítulo III se describe el intercambiador de la Av. Fernández Salvador, para lo cual se considera su ubicación, barrios a los que sirve, diseño geométrico y dispositivos de control de tránsito.

En el Capítulo IV se analiza el flujo vehicular mediante sus tres principales características: volumen vehicular, velocidad y capacidad vial; para determinar los períodos de tiempo en los cuales se presenta los problemas de congestión vehicular.

En el Capítulo V se identifica los principales factores que generan congestión vehicular en el intercambiador de la Av. Fernández Salvador, mediante el análisis del desarrollo urbano de la zona, transporte y sistema vial.

Por último, en el capítulo VI se establece las conclusiones y recomendaciones del diagnóstico de congestión vehicular en el intercambiador de la Av. Fernández Salvador.

INTRODUCCIÓN

A medida que la sociedad se desarrolla, se incrementa la necesidad de conectar e integrar las actividades que se llevan a cabo en diferentes lugares, es ahí cuando la movilidad de personas y bienes constituye una actividad fundamental en la sociedad; es tan esencial, que sus perturbaciones afectan de manera directa el funcionamiento de las actividades productivas, comerciales, culturales y de servicio. La Organización de las Naciones Unidas consideró que “El principal riesgo para una ciudad es la posibilidad de perder lo que es esencial para su funcionamiento y desarrollo”.¹

La movilidad se conforma por la demanda y la oferta, estas se representan por los desplazamientos diarios que realizan las personas, ya sea por trabajo, estudio o entretenimiento, a través de un sistema de transporte que circula por determinadas redes viales generalmente interconectadas. La deficiencia de la movilidad es percibida de manera sensible por los ciudadanos y sectores productivos, quienes exigen soluciones inmediatas.

Es el desequilibrio entre la oferta y la demanda el que genera problemas de congestión vehicular y contribuye al retraso en el desarrollo de la movilidad. Como resultado de esta situación se incrementan los tiempos de viaje y las tarifas de movilización; así mismo, se origina problemas sociales tales como accidentes de tránsito y el deterioro de las condiciones ambientales. Entre los patrimonios más valiosos con el que cuenta una nación está su sistema vial, constituido por infraestructura vial y modos de transporte; por lo que su calidad es medida por parte del usuario, mediante indicadores como la velocidad y costo.

En la ciudad de Quito, la movilidad es muy limitada y se desarrolla en condiciones poco favorables que inciden en la eficiencia de la economía y la seguridad ciudadana, lo que afecta la calidad de vida de la población. Resulta muy complejo determinar las causas que generan congestión vehicular en la ciudad, sin embargo, se estima que la geografía de la ciudad, el crecimiento de la población, la desigual distribución de las funciones urbanas, el crecimiento del parque automotor, la

¹ Marco del programa de la Década Internacional para la Prevención de los Desastres Naturales por la Organización de las Naciones Unidas (ONU)

escasez de infraestructura vial, la falta de educación vial y, sobre todo, la preferencia por el uso del automóvil inciden de manera directa en la congestión vehicular.

Los usuarios buscan soluciones individuales que ayuden a resolver su demanda de movilización, sin embargo, ellas provocan incidencias negativas que derivan en el crecimiento excesivo del parque automotor y consecuentemente de la congestión vehicular. La saturación vial en zonas centrales de la ciudad y en sus vías de acceso, determinó que en el año 2008 el 17% de la red vial principal del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se encontrara en condiciones de saturación; de seguir así, los niveles de saturación en el año 2025 serían del 54%.²

Así mismo, a partir de los años 80 se ha desarrollado en la ciudad de Quito un eje urbano longitudinal en torno al cual se continúa el proceso de urbanización expansivo, situación que genera una ciudad dispersa que incorpora paulatinamente varios poblados. La concentración de fuentes de empleo, funciones y servicios urbanos en el centro de la ciudad obliga a la movilización masiva de gente desde las zonas periféricas hacia este sector, en determinadas horas. Esto genera que el sistema vial tenga que operar por arriba de su capacidad normal con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial o transporte público.

Las autoridades del Distrito Metropolitano de Quito, en su afán de disminuir los problemas de congestión vehicular, especialmente en horas pico, han impulsado reformas de mejoramiento de la gestión del tráfico, como es el caso del “Pico y Placa”³; así mismo, se ha implementado nueva infraestructura vial, reformas geométricas en intersecciones, sistemas de semaforización, señalización, rehabilitación de acceso a barrios, implementación de contraflujos, operativos de control de vehículos mal estacionados, entre otros.

² Plan Maestro de Movilidad del DMQ (Municipio del DMQ, 2009 - 2025)

³ La reforma del Pico y placa se inició el 3 de Mayo del 2010 y restringe la circulación de vehículos particulares, oficiales, y motocicletas de acuerdo al último dígito de la placa, durante seis horas en un horario de 7:00 a 9:30 y de 16:00 a 19:30. Así se restringe el 17% del universo vehicular. Sin embargo sus metas propuestas solamente se alcanzaron los primeros meses.

JUSTIFICACIÓN

La configuración alargada de la ciudad de Quito convierte a la Av. Mariscal Sucre, también conocida como Av. Occidental, en una de las arterias más importantes del Distrito Metropolitano de Quito por ser una de las avenidas de mayor longitud. El tráfico vehicular en esta avenida crece cada día por el incremento de zonas pobladas en torno a la misma y por la necesidad de movilizarse a los lugares de trabajo que, en su mayoría, se encuentran ubicados en el norte – centro de la ciudad.

Este incremento vehicular se ve reflejado en la saturación del flujo vehicular durante gran parte del día en algunos tramos de la Av. Mariscal Sucre, como es la intersección con la Av. Fernández Salvador y la calle Melchor de Valdez. La falta de regularización en los semáforos como la cantidad de viajes realizados desde la periferia al centro de la ciudad genera la formación de largas filas de vehículos, accidentes de tránsito y el descontento general de la población; lo que se constituye en un verdadero problema social que limita la calidad de vida de los ciudadanos.

Es por ello que las autoridades, en su afán de disminuir los problemas de congestión vehicular en la Av. Mariscal Sucre, impulsan a través de la EPMMOP el “Plan de Rehabilitación de la Av. Mariscal Sucre”. Dentro de este Plan se contempla la construcción de los intercambiadores: Av. Fernández Salvador, Av. Machala y El Condado; y la ampliación de accesos a barrios del noroccidente de la ciudad de Quito, como es la ampliación de la calle Rumihurco.

Desde que el intercambiador de la Av. Fernández Salvador entró en funcionamiento en el año 2013, se buscó que el flujo vehicular de la Av. Occidental cruce en dirección norte – sur y viceversa de manera ininterrumpida, ahorrando notablemente el tiempo de viaje. Sin embargo, después de aproximadamente tres años de la entrega de este intercambiador, se vuelve urgente la necesidad de realizar un diagnóstico para determinar las posibles causas que provocan el problema de la congestión vehicular en esta zona, puesto que en horas pico esta intersección continúa siendo un punto crítico.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las definiciones directamente vinculadas con la congestión vehicular y con los temas que constituyen el núcleo central de esta disertación, se los analizará a continuación.

1.1. Congestión vehicular

En los últimos años la congestión vehicular se ha constituido en uno de los problemas sociales más grandes por resolver, su afectación es percibida no solo por los usuarios de los medios de transporte sino también por la población en general. Este problema se presenta cuando el volumen de tránsito vehicular supera la capacidad del sistema vial, lo que genera altos niveles de saturación del flujo vehicular y obliga a que todos los vehículos se desplacen a igual velocidad que los vehículos más lentos. Bajo estas condiciones existe poca o ninguna oportunidad de realizar maniobras de adelantamiento o giros, por lo que la operación vial se ve afectada notablemente.

El problema de congestión vehicular se agrava aún más cuando vehículos adicionales ingresan en un flujo vehicular saturado, ya que generan mayores costos de movilización y retrasos en el cumplimiento de horarios planificados, de igual forma genera problemas sociales, como accidentes de tránsito y contaminación ambiental. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) considera que el momento más crítico de congestión vehicular sucede cuando el

volumen de vehículos que ingresa a una vía, corresponde a un flujo vehicular en que el tiempo de viaje es hasta un 50% superior al de tránsito libre.⁴

El estudio de la congestión vehicular se basa en el análisis de flujo vehicular, el cual describe la forma y comportamiento del tránsito en cualquier sistema vial, con el propósito de evaluar la eficiencia operacional del mismo. El flujo vehicular se caracteriza por sus tres variables principales: volumen, velocidad y capacidad vial.⁵ De estas tres, la medición del volumen vehicular es la más importante, ya que registra el número de vehículos que pasan por una determinada sección de una vía.

1.1.1. Volumen Vehicular

Es el número total de vehículos que pasan por un punto o sección de una vía durante un período de tiempo determinado. Cuando el volumen de tránsito iguala o supera la capacidad de un sistema vial entonces el tránsito vehicular se torna ineficiente, se produce pérdidas de velocidad y alta concentración de vehículos en determinados tramos.⁶

Los volúmenes vehiculares resultan de la necesidad del usuario de efectuar un determinado número de viajes desde un origen hacia cierto destino. Por ello se considera que el volumen vehicular posee características espaciales y temporales, ya que ocupa un espacio vial durante un tiempo determinado.⁷ Así mismo, la distribución de los volúmenes de tránsito se sustenta en estilos y formas de vida que hace que la gente siga determinados patrones de viaje los cuales se basan en el tiempo; por ello los desplazamientos se realizan durante ciertas épocas del año, en determinados días de la semana o en horas específicas del día.

Las medidas de tiempo más usadas para determinar el volumen vehicular son la hora y el día. Dependiendo de la duración del período de tiempo se tiene volúmenes de tráfico absolutos o totales y volúmenes de tráfico promedio diarios. De acuerdo al

⁴ La Comisión Económica para América Latina (CEPAL), es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas, fue establecida 25 de febrero de 1948, y tiene su sede en Chile (CEPAL, 2016)

⁵ (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, pág. 276)

⁶ (Montalvo, 2009)

⁷ (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, pág. 168)

número de días del período de tiempo analizado se presenta los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dado en vehículos por día.⁸

- **Tránsito promedio diario anual (TPDA).** Es la medida de flujo vehicular más usada para caracterizar el tráfico vehicular y para efectos de diseño, este valor es el que se incorpora generalmente a los modelos de deterioro de pavimento.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Donde TA es el número total de vehículos que pasan durante un año.

- **Tránsito promedio diario mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

Donde TM es el número total de vehículos que pasan durante un mes.

- **Tránsito promedio diario semanal**

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

Donde TS es el número total de vehículos que pasan durante una semana.

En base a la hora seleccionada, se define los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora:

- **Volumen horario máximo anual (VHMA)⁹**

Es la hora en la que se presenta el mayor volumen vehicular de entre las 8.760 horas de un determinado año, que pasa por un punto o sección de un carril o calzada

- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)¹⁰**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o calzada durante 60 minutos consecutivos de un día en particular.

⁸ *Ibíd.*, pág. 171.

⁹ *Ibíd.*, pág. 172.

¹⁰ *Ibíd.*

- **Volumen horario de proyecto (VHP)**¹¹

Es el volumen de tránsito horario que sirve de base en el diseño geométrico de un determinado sistema vial. En el análisis del volumen horario del proyecto no se considera el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año determinado, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas; por ello se proyecta un volumen horario máximo pronosticado en base a los datos que se presentan con mayor frecuencia durante el año.

1.1.2. Velocidad vehicular

La velocidad vehicular es la relación entre la distancia recorrida por un determinado vehículo y el tiempo que se tarda en recorrerla, usualmente expresado en kilómetros por hora (km/h). El concepto de velocidad parte de la necesidad del usuario de movilizarse de manera más rápida y se constituye el indicador más usado para medir la eficiencia y calidad de operación de un determinado sistema vial.¹² Cuando se incrementa la congestión vehicular en un tramo vial, la velocidad de circulación se reduce y se genera largas colas de vehículos que impiden realizar maniobras y giros libremente.

Conceptualmente la velocidad puede ser analizada de diversas maneras de acuerdo a los estudios que se realicen y los objetivos que se persigan. Las velocidades vehiculares que se analizan con mayor frecuencia son las siguientes:¹³ velocidad de proyecto, velocidad de punto, velocidad instantánea, velocidad de recorrido y velocidad de marcha.

- **Velocidad de proyecto**¹⁴

La velocidad de proyecto, conocida también como velocidad de diseño, es la máxima velocidad a la cual pueden circular los vehículos de manera segura por un

¹¹ *Ibíd.*

¹² (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, pág. 235)

¹³ Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013)

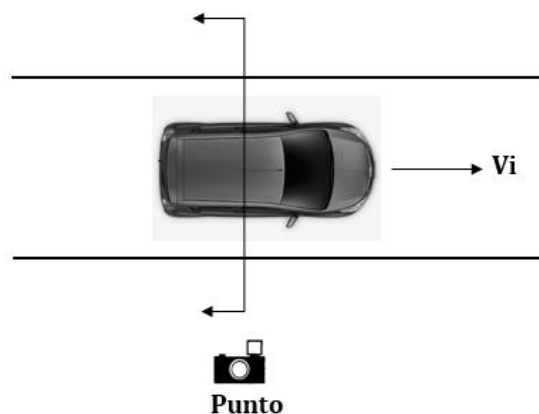
¹⁴ (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, pág. 250)

tramo específico de vía, cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son tan favorables que las características geométricas del proyecto son las que gobiernan la circulación. La selección de la velocidad de proyecto depende de la importancia o categoría de la vía, volúmenes de tránsito, configuración topográfica, uso del suelo y la disponibilidad de los recursos económicos.

- **Velocidad de punto**¹⁵

Es la que tiene un vehículo al pasar por un punto o sección transversal de una vía. Mediante el estudio de la velocidad de punto se puede analizar parámetros como: lugares con problemas de velocidad, planeación de operaciones de control de tránsito, análisis de accidentes y el diseño geométrico del proyecto. (Ilustración N°1-1)

Ilustración N° 1-1: Velocidad de punto de un vehículo



Fuente: (Cárdenas G. & Cal y Mayor R. , 2007).

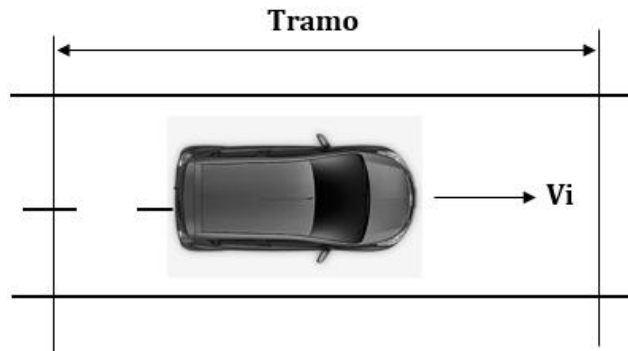
- **Velocidad instantánea**¹⁶

Es la velocidad de un vehículo que circula a lo largo de un tramo de vía durante un período de tiempo. (Ilustración N°1-2)

¹⁵ *Ibíd.*, pág. 237.

¹⁶ *Ibíd.*, pág. 238.

Ilustración N° 1-2: Velocidad instantánea de un vehículo



Fuente: (Cárdenas G. & Cal y Mayor R. , 2007).

- **Velocidad de recorrido**¹⁷

La velocidad de recorrido, conocida también como velocidad global o de viaje, resulta de dividir la distancia recorrida desde el origen hasta el final del viaje para el tiempo total que se emplea en recorrerla. En el análisis de la velocidad de recorrido se incluye todas las demoras producidas por las condiciones viales, el tráfico vehicular y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor; en cambio, no se considera demoras extras como paradas en gasolineras, restaurantes, tiendas, etc.

Esta velocidad sirve principalmente para comparar condiciones de fluidez entre varias rutas o en la misma ruta cuando se han realizado cambios en su diseño, de esta manera se evalúa la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una vía y se determina la ubicación, tipo y magnitud de las principales demoras que ocasionan congestión vehicular.

- **Velocidad de marcha**¹⁸

La velocidad de marcha, conocida también como velocidad de cruce, resulta de dividir la distancia total recorrida para el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Por lo cual se deberá descontar del tiempo total de recorrido, todo

¹⁷ *Ibíd.*, pág. 247.

¹⁸ *Ibíd.*, pág. 248.

aquel tiempo en que el vehículo estuvo detenido por cualquier causa asociada a la operación del tránsito.

1.1.3. Capacidad vial – Oferta vial

La capacidad vial, también conocida como oferta vial, es la cantidad máxima de vehículos que pueden circular por un determinado punto o sección de un sistema vial durante un período de tiempo específico, el cual está gobernado por las condiciones de tránsito y las características geométricas de la carretera. La capacidad vial se visualiza en el número de vehículos que pueden ser servidos por un determinado espacio físico de la infraestructura vial.¹⁹

La calidad de servicio que presta una carretera está dada en función de la capacidad vial y se representa por medio de los niveles de servicio los cuales consideran parámetros como velocidad media, tiempo de viaje, interrupción del flujo, libertad de maniobra y seguridad. Se identifican seis niveles de servicio, los cuales están representados por las letras de la A hasta la F, donde la letra A representa un tráfico fluido mientras que la letra F representa un tráfico congestionado.²⁰

1.2. Intercambiador

Los intercambiadores son dispositivos viales compuestos por la combinación de estructuras a diferente nivel y ramales de interconexión que permiten el intercambio de vehículos entre dos o más vías y, mediante giros y movimientos, cambian el sentido de la circulación vehicular. La principal característica que se busca en un intercambiador vial es que no se den en él conflictos de cruce entre los tránsitos de dos o más vías, por lo que se busca una circulación directa entre las carreteras para reducir o eliminar los problemas de congestión vehicular en las intersecciones.

¹⁹ (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, pág. 354)

²⁰ Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013, pág. 59)

Cuando la circulación vehicular en el intercambiador es fluida, sin controles de tránsito o conflictos en el entrecruzamiento, se considera un intercambiador de libre circulación. Mientras que cuando alguno de los movimientos o giros está restringido, como puede ser la presencia de una intersección a nivel para giros fuera del camino principal, se considera que el intercambiador tiene condición de parada. Cuando existe cruce de carreteras a diferente nivel, pero no se realiza el intercambio de vehículos entre dos o más vías, entonces no se considera como un intercambiador vial sino simplemente se analiza como un paso a desnivel.²¹

1.2.1. Red vial e intersección

1.2.1.1. Red vial

La red vial es el conjunto de calles, carreteras y autopistas construidas para facilitar la movilidad; su construcción como su conservación es de gran importancia puesto que constituye el símbolo del progreso de una nación, de ella depende, en gran parte, el crecimiento económico, cultural, turístico y social del país.

Las vías que forman parte del sistema vial se clasifican de acuerdo a su jerarquía funcional en la red vial, capacidad vial, condiciones orográficas, número de calzadas y superficie de rodamiento; la clasificación por jerarquía funcional en la red vial es la más importante.²²

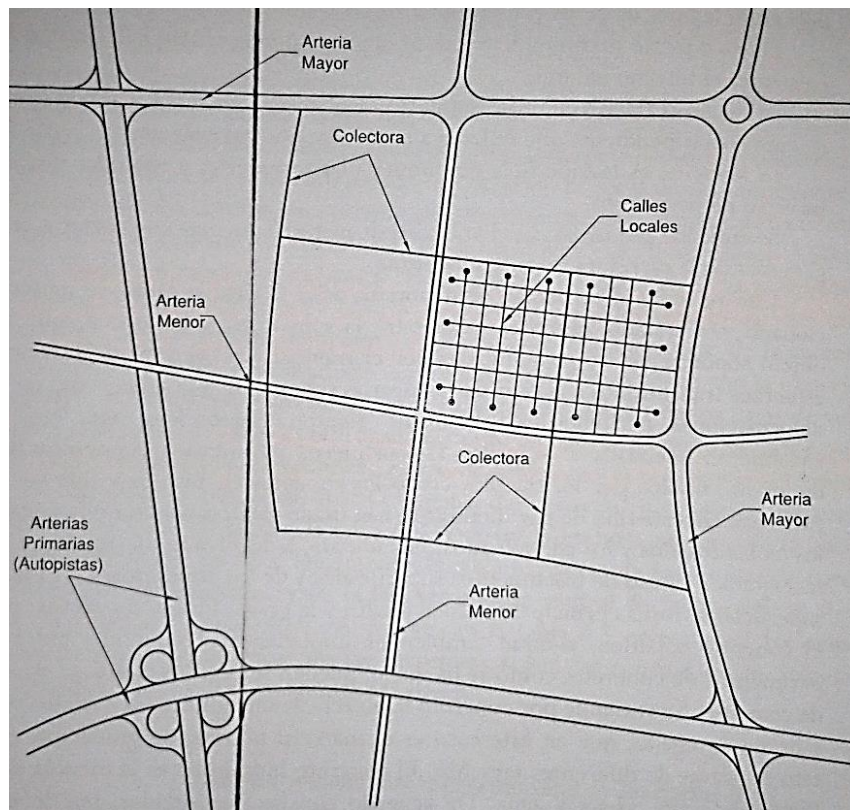
De acuerdo a esto, la red vial urbana se clasifica de acuerdo a su jerarquía funcional de la siguiente manera: Autopistas – viaductos, vías arteriales, vías colectoras, vías locales y ciclovías²³; todas estas son enmarcadas por las vías que conforman el anillo vial periférico o perimetral de una ciudad. (Ilustración N°1-3)

²¹ (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013, pág. 159)

²² (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013, pág. 63)

²³ (Consejo Metropolitano de Quito, ordenanza N° 3746, 2008)

Ilustración N° 1-3: Jerarquía de un sistema vial urbano



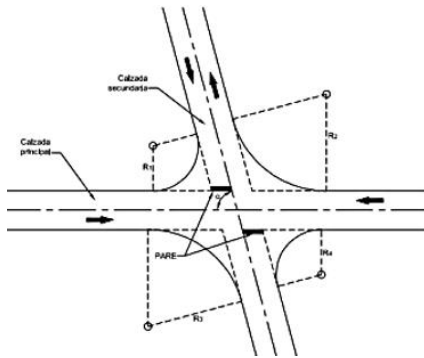
Fuente: (Cárdenas G. & Cal y Mayor R. , 2007, pág. 110)

1.2.1.2. Intersección

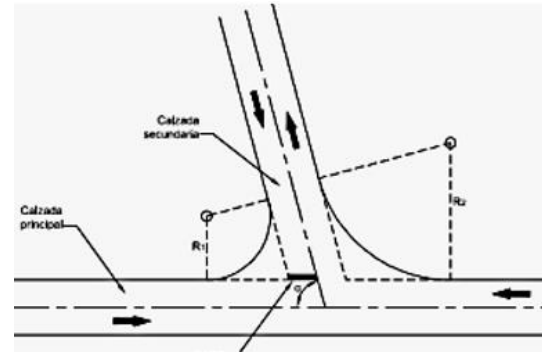
Las intersecciones viales son todos los cruces y empalmes de vías a nivel. La mayoría de intersecciones, en especial las que se encuentran dentro del área urbana, implican cierto riesgo para los conductores, debido a que para atravesar las mismas se crean conflictos con otros usuarios viales.²⁴ Las intersecciones, de acuerdo a su geometría vial, pueden ser: intersecciones en “cruz”, intersecciones en “T”, intersecciones en “Y” y redondeles. (Ilustración N°1-4)

²⁴ (ANETA, 2004, pág. 139)

Ilustración N° 1-4: Clasificación de las intersecciones viales por su geometría



Intersección en "Cruz": Cruce de dos vías



Intersección en "T": Unión de dos vías

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013.



Intersecciones en "Y": Bifurcación de vías

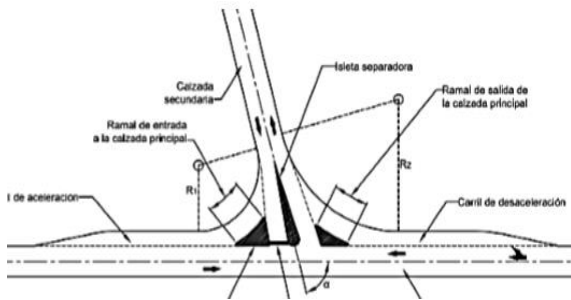


Redondeles

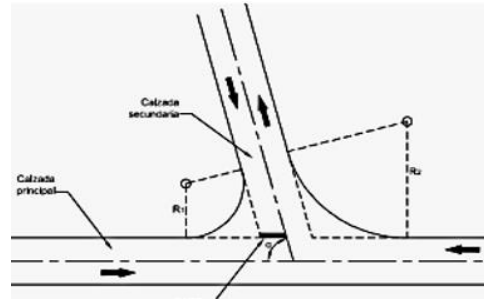
Fuente: Google Earth, 2016.

Para garantizar la seguridad de los usuarios que se aproximan a una intersección a nivel, es necesario que el conductor tenga una visión clara de la carretera que va a intersectar, para que tenga el control total del vehículo y evite colisionar con otros vehículos. Por ello se recomienda que en las intersecciones en "Cruz" o en "T", se diseñe ramales canalizados de aceleración y desaceleración para que los vehículos que entran o salen de las intersecciones puedan regular la velocidad de acuerdo a las condiciones de tráfico de la vía que intersectan. (Ilustración N°1-5)

Ilustración N° 1-5: Intersección canalizada y sin canalizar



Intersección canalizada



Intersección sin canalizar

Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

1.2.2. Diseño Geométrico

- Puente

Con excepción del caso en que se proyecta enlazar carreteras que no se cruzan, todos los tipos de intercambiadores requieren modificar o rediseñar bien sea la carretera principal o las secundarias; para lo cual, es usual rediseñar la vía principal a desnivel. Es por ello que casi todos los intercambiadores se componen de estructuras a desnivel cuyo diseño y comportamiento es similar al de uno o varios puentes. (Foto N°1-1)

Foto N° 1-1: Paso de desnivel del Intercambiador Fernández Salvador



- **Ramales**

Un ramal se compone de dos terminales o empalmes y de un tramo de vía entre ambos terminales. El terminal que empalma con una carretera secundaria puede tener giros con condición de parada, en este caso se considera como una intersección a nivel en un extremo del ramal. La forma de los ramales puede tener cualquier alineación siempre y cuando se mantenga el concepto de intercambio de vehículos entre dos o más carreteras. Estas alineaciones quedan condicionadas por la elección de una velocidad de proyecto para el ramal, la que a su vez depende del conjunto de circunstancias del proyecto. ²⁵

Así mismo, en los terminales de cada ramal se puede implementar carriles de aceleración y desaceleración, cuyo diseño estará regido por las características de la intersección. La importancia de estos carriles radica en la eficiencia de operación que brindan para el buen funcionamiento de un intercambiador, ya que sirven para que los vehículos entren y salgan de los ramales del intercambiador sin interferir con el movimiento en los carriles principales; de esta manera el flujo vehicular conserva su régimen de operación libre, sin inconvenientes. ²⁶

Los intercambiadores viales, al igual que las intersecciones, se clasifican de acuerdo al número de ramales que concurren a estos; así los intercambiadores se pueden clasificar en tres, cuatro o más ramales. (Foto N°1-2)

²⁵ (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013, pág. 178)

²⁶ *Ibíd*

Foto N° 1-2: Intercambiador de tres ramales y de cuatro ramales.



Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, NEVI 12 – Norma para estudios y diseños viales, 2013.

1.2.3. Dispositivos de Control de tránsito

Los dispositivos de control de tránsito son todas las señales, semáforos, marcaciones o cualquier otro dispositivo instalado, en el pavimento o parterre, por una autoridad de tránsito que tiene jurisdicción en el área; con el fin de regular, prevenir, controlar y guiar el tránsito terrestre.²⁷ Todos los dispositivos de control de tránsito deben llamar la atención del usuario, transmitir un mensaje claro e imponer respeto; para lo cual debe cumplir con los siguientes parámetros²⁸:

- **Diseño:** Forma, tamaño y color
- **Ubicación:** Las señales de tránsito deben ubicarse dentro del cono visual del conductor, para llamar su atención y facilitar la lectura e interpretación del mensaje que quieran transmitir; de esta manera el conductor reaccionará a tiempo y tomará las debidas precauciones para realizar las maniobras necesarias.

²⁷ (ANETA, 2004, pág. 54)

²⁸ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

- **Uniformidad:** Los dispositivos de control que contengan mensajes iguales o similares deberán guardar uniformidad, con el fin de mantener la misma interpretación de los problemas de tránsito a lo largo de una ruta.
- **Conservación:** Los dispositivos deberán mantenerse física y funcionalmente operacionales, lo que significa que deberán estar limpios para que su mensaje sea legible.

Por ello al diseñar los dispositivos de control de tránsito es muy importante lograr la uniformidad de formas, tamaños y colores; de manera que llamen la atención de los usuarios, transmitan un mensaje claro e imponga respeto.

1.2.3.1. Señales de tránsito

Las señales de tránsito regulan la movilidad de los vehículos y peatones con el fin de brindarles mayor seguridad; por ello está totalmente prohibido alterar o modificar las señales de tránsito en cualquier forma e instalar dispositivos que puedan causar confusión o distraer la atención de los usuarios viales.

Todos los vehículos y peatones deberán obedecer el mensaje que quieran transmitir las señales de tránsito, a menos que se presente situaciones emergentes que justifiquen lo contrario. El no acatar las instrucciones que se indican en las señales de tránsito conlleva serios problemas como accidentes de tránsito y el pago de multas.²⁹

Para que se puedan leer las señales de tránsito, inclusive en la noche, se emplea formas, colores y mensajes generalmente retroreflectivos; su tamaño dependerá de la velocidad de circulación de los vehículos y de las características geométricas de la vía. Por lo general, se instala todas las señales de tránsito al lado derecho de la vía y, sólo en caso de ser necesario, se podrá duplicar las señales al lado izquierdo.

Las señales de tránsito se clasifican en señales verticales y en horizontales:

²⁹ *"Incorre en contravención grave de primera clase y será sancionado con multa del treinta por ciento (30%) de la remuneración básica del conductor y reducción de 6 puntos en el registro de su licencia de conducir: al conductor que desobedezca las órdenes de los agentes de tránsito, o que no respete la señalización colocada en la vía pública, tales como: semáforos, pare, ceda el paso, límites de velocidad, cruce o preferencia de vías" (Infracciones de tránsito, Sección 4, Art. 142)*

1.2.3.1.1. Señales Verticales

Las señales verticales son placas fijadas sobre postes que sirven para regular, prevenir e informar a los usuarios viales sobre alguna condición o situación en la vía. De acuerdo a la función que cumplen, se les da una combinación de formas y colores que permiten que los conductores puedan identificarlas rápidamente, incluso antes de que puedan acercarse lo suficiente para leer los mensajes contenidos en éstas.

Las señales verticales se clasifican en regulatorias, preventivas e informativas.³⁰

- **Regulatorias:** Estas señales indican a los usuarios viales sobre prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes; su incumplimiento constituye una infracción a la Ley de tránsito. Las señales regulatorias tienen formas generalmente rectangulares, con letras negras sobre un fondo blanco y símbolos rojos. Se clasifican en:³¹

- a. **Serie de prioridad de paso (R1):** Estas señales se colocan generalmente en la entrada a una intersección o puntos específicos donde se requiera aplicar las regulaciones contenidas en la señal respectiva.

Ilustración N° 1-6: Serie de prioridad de paso



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- b. **Serie de movimientos y direcciones (R2):** Estas señales obligan a los conductores a circular en la dirección indicada por las flechas.

³⁰ (ANETA, 2004, pág. 57)

³¹ (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011, pág. 15)

Ilustración N° 1-7: Serie de movimientos y direcciones



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- c. **Serie de restricción de circulación (R3):** Estas señales prohíben tanto el ingreso y/o circulación del tipo de vehículo indicado en el símbolo, como la continuación de la circulación vehicular o peatonal más allá del lugar en que se encuentre instalada esta señal.

Ilustración N° 1-8: Serie de restricción de circulación



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- d. **Serie de límites máximos (R4):** Estas señales indican tanto los límites de velocidad, como los límites de dimensiones y peso. Estas señales pueden ser complementadas con placas de livianos, pesados y buses, dependiendo del requerimiento. Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10.

Ilustración N° 1-9: Serie de límites máximos



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- e. **Serie de estacionamiento (R5):** Se utilizan para informar a los conductores, de las restricciones o facilidades de estacionamiento que tienen en las vías, las leyendas deben estar orientadas para los conductores que circulan por el lado derecho de las calzadas. Las señales con flechas determinan el inicio y el fin del tramo en una cuadra donde se permite o restringe el estacionamiento o prohibición del mismo.

Ilustración N° 1-10: Serie de estacionamiento

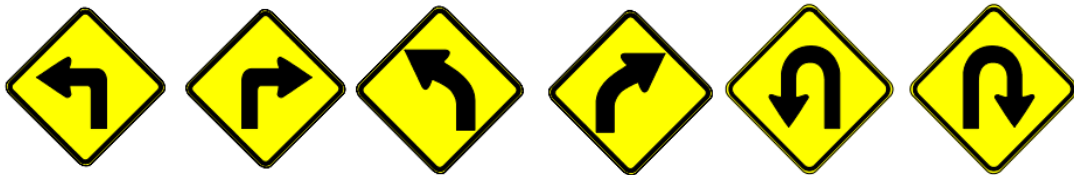


Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- **Preventivas:** Estas señales alertan a los conductores sobre la existencia de posibles peligros, para que reduzcan la velocidad de circulación y tomen las debidas precauciones. En zonas urbanas, estas señales se instalan a 100 metros antes de llegar al posible sitio de conflicto mientras que en zonas rurales se instalan a 150 metros antes. Estas señales, por sí mismas, deben provocar que el conductor adopte medidas de precaución, para lo cual deben llamar su atención con el propósito de garantizar la seguridad tanto del conductor como de posibles peatones. Las señales preventivas tienen forma de rombo, de fondo amarillo, símbolos o leyendas color negro y orla negra. Las señales preventivas se clasifican en:

- a. **Serie de alineación (P1):** Estas señales se instalan en aproximaciones a curvas horizontales y su selección depende de las velocidades de aproximación y de la geometría de la vía.

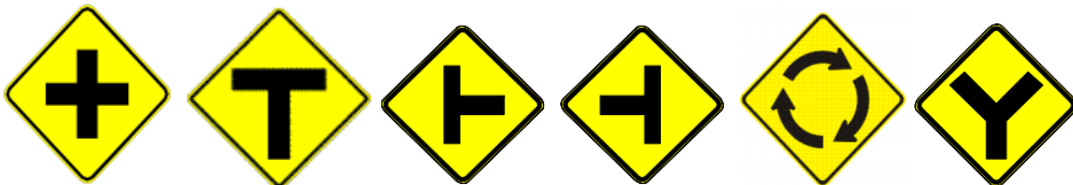
Ilustración N° 1-11: Serie de alineación



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- b. **Serie de intersecciones y empalmes (P2):** Estas señales se usan donde la distancia de visibilidad en el acceso a una intersección o empalme es menor que la distancia segura de parada o donde los conductores pueden tener dificultad para visualizar la presencia de una intersección importante situada más adelante.

Ilustración N° 1-12: Serie de intersección y empalmes



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- c. **Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito (P3):** Previene al conductor de la existencia de dispositivos de control de tránsito más adelante.

Ilustración N° 1-13: Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- d. Serie de anchura y altura de vías (P4):* Previenen al conductor de la existencia de limitaciones en el ancho, altura, largo y peso, tanto de la calzada como de los vehículos que circulan.

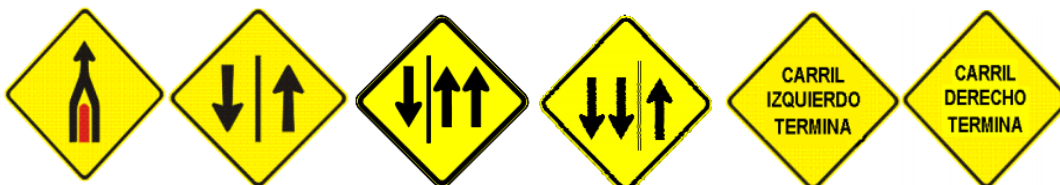
Ilustración N° 1-14: Serie de anchura y altura de vías



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- e. Serie de asignación de carriles (P5):* Previenen al conductor de la aproximación a una asignación de carriles de circulación en las vías; se utiliza símbolo y línea de color rojo en situaciones de mayor peligro.

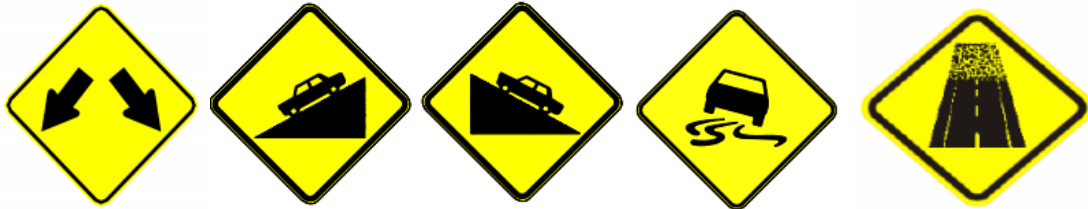
Ilustración N° 1-15: Serie de asignación de carriles



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- f. **Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía (P6):** Previenen al conductor de la aproximación a obstáculos y situaciones especiales en las vías.

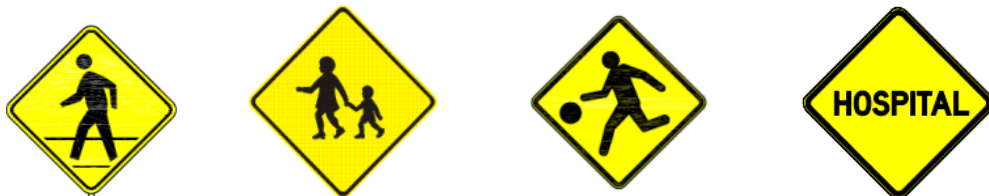
Ilustración N° 1-16: Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- g. **Serie peatonal y de escuela (P7):** Advierte al conductor de la aproximación a zonas en las cuales hay posibilidad de cruce de peatones. Se recomienda acompañar estas señales con otras señales complementarias de acuerdo a las circunstancias.

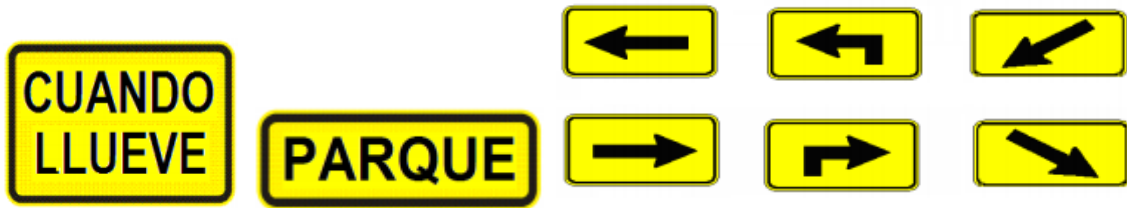
Ilustración N° 1-17: Serie peatonal y de escuela



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- h. **Serie complementaria (P8):** Complementan con información adicional a otras señales a través de símbolos y/o leyendas; se las usa de acuerdo a las necesidades de los mensajes preventivos a ser implementados por lo cual deben ir ubicadas bajo las señales preventivas.

Ilustración N° 1-18: Serie complementaria



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- **Informativas:** Estas señales orientan, guían e informan a los usuarios viales de direcciones, distancias, servicios o puntos de interés a lo largo de la ruta; proporcionan información necesaria para que los usuarios puedan llegar a sus destinos de la forma más segura y directa posible.

Las señales informativas se clasifican en:

- Serie de información de guía (I1):** Estas señales informan a los usuarios sobre la dirección y distancia de su destino. Son, generalmente, de fondo color verde, con el símbolo, orla y letras de color blanco retroreflectivo.

Ilustración N° 1-191: Serie de información de guía



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- Serie de servicios en la vía (I2):** Estas señales dan al conductor información sobre diferentes tipos de servicios que existen al borde de la carretera en el sentido de circulación. Se caracterizan por tener la leyenda y orla de color blanco retroreflectivo y el fondo de color azul.

Ilustración N° 1-20: Serie de servicios en la vía



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

- c. **Serie turísticas en la vía (I3):** Son aquellas que sirven para dirigir al conductor o transeúnte a los sitios de interés, servicios y destinos turísticos. Por lo general, tienen el símbolo y la orla de color blanco retroreflectivo y el fondo de color café retroreflectivo.

Ilustración N° 1-21: Serie turística en la vía



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011).

1.2.3.1.2. Señales Horizontales

Son líneas longitudinales o transversales, símbolos, palabras y números pintados sobre la calzada. Estos pueden ser de color blanco o amarillo y son generalmente retroreflectivos para que los conductores puedan verlos más fácilmente durante la noche. Las señales horizontales se encargan fundamentalmente de delimitar los carriles de circulación, separar los sentidos de circulación, regular la circulación, delimitar el borde de la calzada, delimitar zonas prohibidas de circulación y complementar a las señales verticales y semáforos.

De acuerdo a su posición en la calzada, estas se clasifican en: ³²

a. Longitudinales:

- Líneas de división del sentido de circulación: segmentadas, continuas dobles, combinada continua y segmentada
- Líneas de división de carriles unidireccionales: segmentadas y continuas
- Líneas de borde
- Líneas de viraje

b. Transversales:

- Líneas de pare
- Líneas de ceda el paso
- Cruce peatonales.

c. Símbolo

- Flechas
- Palabras
- Números

1.2.3.2. Semáforos

Son dispositivos electrónicos cuya función principal es ordenar y regular la movilidad de los vehículos y peatones, para lo cual alternan el derecho de paso a los diversos movimientos vehiculares y peatonales que puedan darse en las intersecciones u otro sitio de la calle. Por ello, existe semáforos vehiculares y peatonales, cuyo funcionamiento permite alternar el derecho de paso, mediante el significado de las luces del semáforo que, por lo general, son de color rojo, amarillo y verde; e indican al usuario el mensaje de pare, disminuya la velocidad y siga, respectivamente.

Sin embargo, estos dispositivos viales reducen notablemente la capacidad vial de las intersecciones por la interrupción alternada de los movimientos, es por ello

³² (ANETA, 2004, pág. 53)

que su instalación debe ser plenamente justificada bajo parámetros técnicos como: volumen vehicular y peatonal, y estadísticas de accidentes de tránsito.³³

- **Semáforos vehiculares**

Los semáforos vehiculares regulan los movimientos y giros exclusivos de los vehículos. Se componen, de forma estándar, por tres módulos o luces de color rojo, amarillo y verde. Sin embargo, algunos semáforos tienen adicionalmente flechas para controlar los giros que realiza el tránsito vehicular, estos semáforos se componen de seis módulos o luces. (Ilustración N°1-22)

Ilustración N° 1-22: Semáforos vehiculares de tres y seis módulos



Tres módulos



Seis módulos

Fuente: [Reglamento técnico Ecuatoriano. RTE INEN. 004 – Parte 5, 2012](#)

- **Semáforos peatonales** ³⁴

Los semáforos peatonales sirven para indicar el momento adecuado para que el peatón pueda cruzar la intersección de manera segura; por ello muchos de estos semáforos incorporan un sistema de sonido que alerta al peatón acerca del cambio de luz.

Generalmente, estos semáforos son de forma rectangular, cuadrados o circulares y pueden ser de uno o dos cuerpos. En el caso de que el semáforo sea de

³³ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

³⁴ (Reglamento técnico Ecuatoriano. RTE INEN. 004, 2012, pág. 13)

dos cuerpos se los debe colocar verticalmente con la figura de color verde en la parte inferior y la figura de color rojo en la parte superior, mientras que los de un solo cuerpo deberán tener las dos luces de verde y rojo. La mayoría de los semáforos peatonales no cuenta con una luz intermedia entre el verde y el rojo, por lo que normalmente la luz verde parpadea varias veces para anunciar el próximo cambio a luz roja.

Ilustración N° 1-23: Semáforos peatonales de uno y dos cuerpos



Semáforo de un cuerpo



Semáforo de dos cuerpos

Fuente: Reglamento técnico Ecuatoriano. RTE INEN. 004 – Parte 5, 2012

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LAS VÍAS QUE CONFLUYEN AL PROYECTO

El intercambiador “Fernández Salvador” se compone de la intersección de la Av. Mariscal Sucre, la Av. Fernández Salvador y la calle Melchor de Valdez; las cuales, a continuación, se describen.

2.1. Avenida Mariscal Sucre

2.1.1. Tipo de Vía

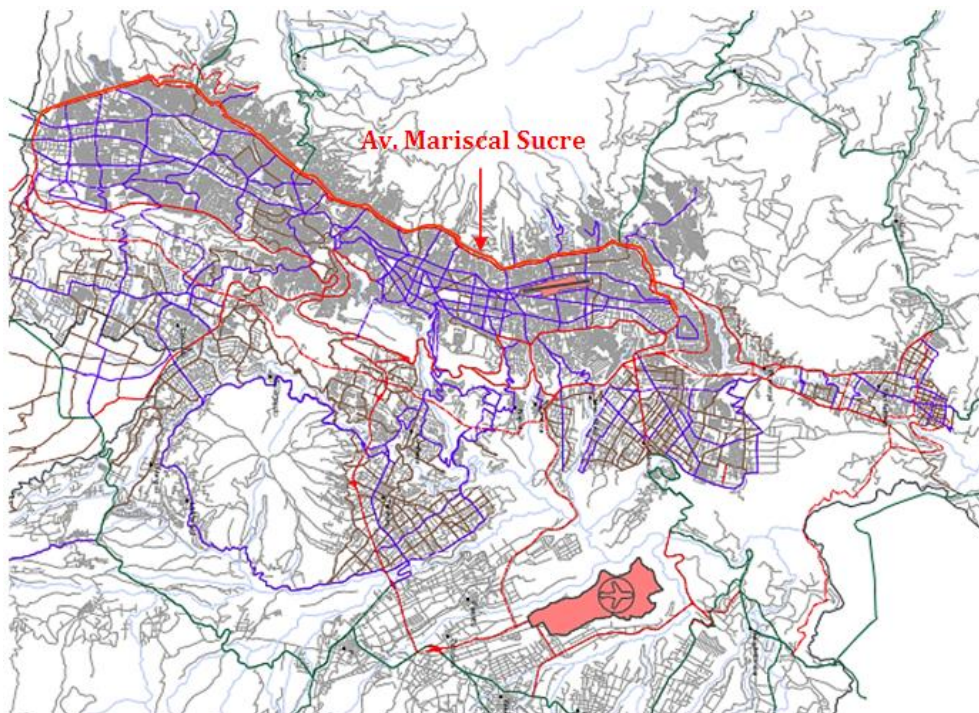
La Avenida Mariscal Sucre, también conocida como Avenida Occidental, fue concebida por el ex - alcalde de Quito Sixto Durán Ballén y construida en el año de 1976 como una vía perimetral; la cual formaba parte del anillo vial periférico de la ciudad de Quito. Para ese entonces, la Av. Mariscal Sucre delimitaba la ciudad en el lado occidental, por lo que esta vía era apropiada para la circulación de vehículos pesados, los cuales no tenían necesidad de pasar por el centro de la ciudad.³⁵







Sin embargo, desde los años ochenta esta avenida ya no delimita la ciudad en el lado occidental, por lo que ha perdido paulatinamente la función de vía perimetral hasta convertirse en una auténtica arteria de tráfico urbano. Actualmente, esta vía comunica los barrios del noroccidente con el centro de la ciudad y, además, sirve como vía de desfogue para otras vías que, así mismo, se encuentran congestionadas.³⁶ (Mapa N° 2-1)

³⁵ (La Mariscal Sucre está llena de cruces: 167. Diario El Comercio, s.f.)

³⁶ Durante las horas pico de la mañana y tarde se observa que otras vías longitudinales, cercanas a la Av. Mariscal Sucre, también presentan problemas de congestión vehicular, como es el caso de la Av. Machala y la Av. De la Prensa.

Mapa N° 2-1: Mapa vial de la ciudad Quito



LEYENDA	SIMBOLOGÍA
 Principales o arteriales	 Vías de Quito
 Colectoras urbanas y suburbanas	 Ríos
 Locales existentes	* Cabeceras Parroquiales
 Proyectos propuestos	

Fuente: Plan General de Desarrollo Territorial 2005, MDMQ, abril 2006

A pesar de que cada día esta avenida pierde su rol de vía perimetral, todavía se permite la circulación de vehículos pesados por la misma; sin embargo, su circulación se regula y controla, tanto en la mañana como en la tarde³⁷. De igual forma, se prohíbe totalmente estacionar vehículos a lo largo de esta avenida, durante todo el día.

³⁷ Las regulaciones Municipales del Distrito establecen que los vehículos de carga liviana no tienen ninguna restricción horaria para circular al interior del Distrito Metropolitano; en el caso del transporte de carga mediana pueden circular de 20h30 a 06h30 del día siguiente y de 09h30 a 15h30; mientras que los vehículos de carga pesada únicamente pueden circular de 20h30 a 06h30 del día siguiente. La multa para los conductores que no acaten estas medidas es de 200 dólares para transporte de carga liviana y 300 dólares para vehículos de carga pesada. (Diario Metro, 2015) Anexo N°1-1

2.1.2. Características de la vía

La Av. Mariscal Sucre, con aproximadamente 31 kilómetros de longitud, atraviesa la ciudad de Quito de norte a sur y viceversa, desde el sector de Ponceano en el norte, hasta el sector de Guamaní en el sur y bordea la ciudad por el lado occidental. (Foto N°2-1).

Foto N° 2-1: (Izq.) Sector de Ponceano. (Der.) Sector de Guamaní



Fuente: Street View Google Earth. Julio 2015

Al recorrer la Av. Mariscal Sucre, se puede distinguir claramente tres tramos viales que conforman esta avenida: sur, túneles y norte. El tramo vial sur, comprendido entre el sector de Guamaní y el túnel de San Diego, tiene aproximadamente 13,4 km de longitud; el tramo de los túneles comprendido entre los túneles de San Diego y de San Juan tiene aproximadamente 2,15 km de longitud; y, finalmente, el tramo norte comprendido entre el túnel de San Juan y Ponceano tiene 15,4 km de longitud. (Mapa N°2-2)

Mapa N° 2-2: Avenida Mariscal Sucre



Fuente: Google Earth. 2015.

Debido a que el objeto de estudio se encuentra en el tramo norte de la Av. Mariscal Sucre, se describe a continuación las características principales de este tramo.

- **Orografía del terreno**³⁸

Según las condiciones orográficas del terreno, el tramo norte de la Av. Mariscal Sucre se asienta, en su mayor parte, sobre un relieve tipo ondulado, con inclinaciones menores al 10%.³⁹ Sin embargo, existen algunos tramos que se asientan sobre un relieve montañoso y presentan mayor inclinación, como es el caso de la cuesta hacia el Colegio Einstein, en el extremo norte de la Av. Mariscal Sucre, donde su inclinación es de 14,6%. La Av. Mariscal Sucre cruza por zonas altas, como en el sector de La Comuna Alta a 2.983 m.s.n.m. y zonas bajas como el sector de El Condado a 2.703 m.s.n.m.

- **Sección típica**

La sección típica del tramo norte de la Av. Mariscal Sucre se compone de una vía pavimentada con 2 calzadas de 3 carriles, de 3,50 metros de ancho cada una, separadas por un parterre central de 6 metros de ancho, el cual sirve como división física para determinar el sentido de circulación. (Foto N°2-2; Ilustración N°2-1,2-2).

Foto N° 2-2: Tramo norte de la Av. Mariscal Sucre



³⁸ La orografía es la parte de la geografía física que trata sobre la descripción de las montañas y sirve para comprender el relieve, en general, de una región o zona relativamente pequeña (RAE, 2014).

³⁹ Anexo N° 2-2

Ilustración N° 2-1: Vista superior, tramo norte de la Av. Mariscal Sucre

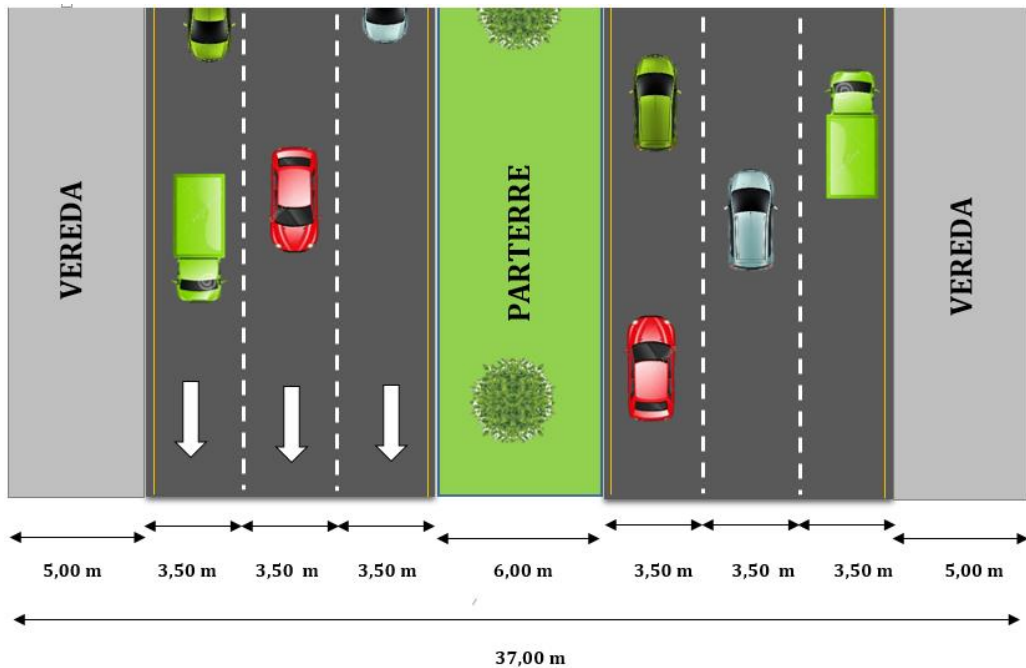
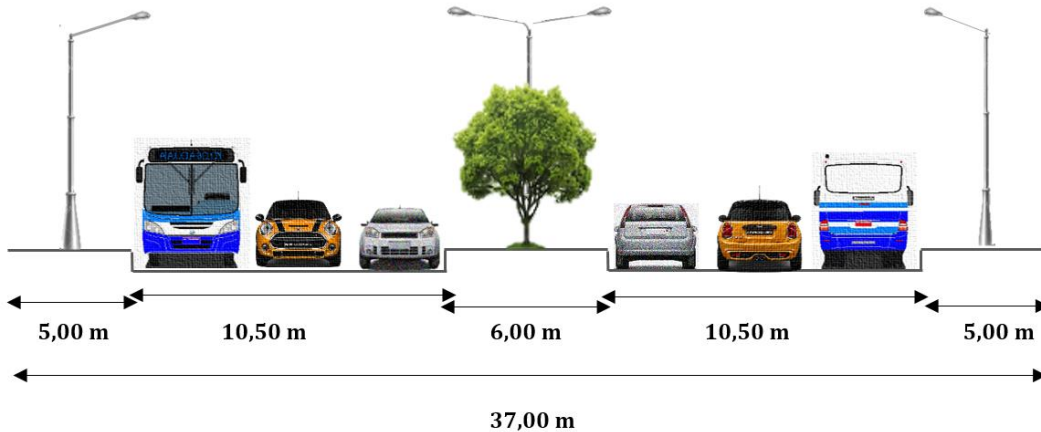


Ilustración N° 2-2: Sección transversal del tramo norte de la Av. Mariscal Sucre



Sin embargo, en el paso deprimido del intercambiador de la Av. Fernández Salvador no se considera realmente que exista una separación física entre las calzadas, ya que se tiene un parterre central de 0,60 metros de ancho y 0,15 m de altura⁴⁰. (Foto N°2-3).

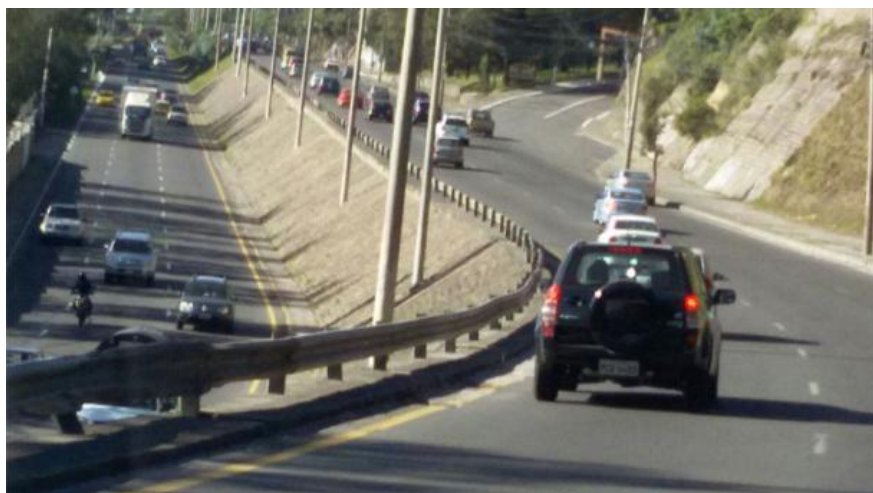
⁴⁰ Se considera que en el Ecuador el tiempo de percepción es de 1 segundo y de reacción de 2 segundos; considerando que la altura del ojo del conductor de un vehículo liviano es de 1,05 metros y la altura mínima de un obstáculo que se puede visualizar es de 0,15 m (Ministerio de transportes y obras públicas, MTOP, 2003)

Foto N° 2-3: Bordes y parterre del paso a desnivel.



Así mismo, desde el sector de El Bosque hasta el sector de La Comuna las calzadas están separadas no por un parterre central, sino por un muro de piedra, debido a que los carriles en sentido norte – sur se encuentran a diferente nivel que los carriles en sentido sur – norte. (Foto N° 2-4)

Foto N° 2-4: Separación de carriles a diferente nivel. Sector El Bosque



Fuente: Valeria Heredia / Diario El Comercio. 21 Diciembre 2015

- Velocidad

Para cuando se construyó la Av. Mariscal Sucre, los autos circulaban por esta vía a un promedio de velocidad de 50 km/h; sin embargo, hoy en día, donde el desarrollo automovilístico y tecnológico ha crecido significativamente y es factible llegar a los 100 km/h en pocos segundos, el promedio de velocidad en esta avenida aumentado a 60 km/h.⁴¹

La normativa de velocidad que rige sobre esta avenida es la correspondiente a una vía perimetral, por ello la Ley de Tránsito del Ecuador establece que el límite de velocidad para vehículos livianos sea de 90 km/h, mientras que para buses y vehículos pesados sea de 70 km/h⁴²; lo cual se ve reflejado en la mayoría de rótulos de velocidad máxima instalados a lo largo de la Av. Mariscal Sucre. (Foto N° 2-5). Sin embargo, este límite de velocidad depende del tramo por el cual se circule, considerando las condiciones de vía urbana que han prevalecido en los últimos años.

Foto N° 2-5: Señalización vertical de límite de velocidad en la Av. Mariscal Sucre



En la mañana, entre las 7:00 y las 9:00, en los carriles en sentido norte – sur, a la altura de la calle Mañosca, se puede circular a no más de 10 km/h debido a las largas colas de vehículos que se forman por la congestión vehicular, mientras que a la altura de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) se circula a no más de 15 km/h. Recorrer

⁴¹ (La Mariscal Sucre está llena de cruces: 167. Diario El Comercio, s.f.)

⁴² Anexo N° 2-3

toda la Av. Mariscal Sucre, a una velocidad media de 60 km/h, debería tomar entre 35 y 40 minutos; sin embargo, debido a la congestión vehicular, se puede demorar hasta dos horas en cruzar toda esta avenida.⁴³

- Accidentes de tránsito

Al ser la Av. Mariscal Sucre una de las avenidas con mayor circulación vehicular en el DMQ, se caracteriza por ser la vía con mayor número de accidentes de tránsito; por ello la EPMMOP catalogó a esta avenida como una “*verdadera amenaza para la seguridad y salud pública*”.

La Av. Mariscal Sucre, junto con otras siete avenidas, concentraron el 34% de un total de 5.972 accidentes registrados en Quito durante los meses de enero a mayo del 2015; solamente en la Av. Mariscal Sucre se registraron 528 accidentes, con un promedio de 105 accidentes mensuales. Sin embargo, en el mismo período, se presentó un mayor número de heridos y fallecido en la Av. Simón Bolívar.⁴⁴

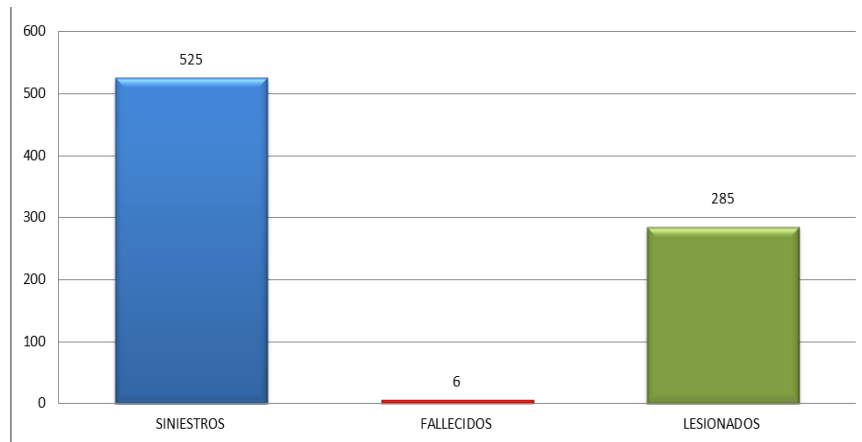
Según datos de la Agencia Nacional de Tránsito, en el tramo comprendido entre la Av. Mariana de Jesús y el sector de El Condado, durante todo el año 2015, ocurrieron 525 siniestros, de los cuales hubo 285 heridos y 6 fallecidos. (Gráfico N° 2-1). Se observa que los meses en los cuales se presenta mayor número de víctimas son septiembre y octubre; mientras que los días en que ocurren un mayor número de accidentes es la madrugada del viernes y sábados.⁴⁵

⁴³ El día martes 10 de Mayo del 2016, se realizó un recorrido por la Av. Mariscal Sucre, el cual inició a las 07h05 en el sector de Ponceano en el norte y terminó a las 08h48 en el sector de Guamaní en el sur.

⁴⁴ En la Av. Simón Bolívar se registró 301 personas heridas y 14 fallecidas. (La Av. Mariscal Sucre es la autopista más peligrosa de Quito .Diario El Comercio, 2015)

⁴⁵ Secretaría de Seguridad Ciudadana del Municipio del DMQ, 2010. Anexo N° 2-4

Gráfico N° 2-1: Accidentes de tránsito en la Av. Mariscal Sucre (tramo comprendido entre la Av. Mariana de Jesús y El Condado durante el 2015)



Fuente: Agencia Metropolitana de Tránsito – Quito. Elaborado por: ANT; Quito

La mayor concentración de accidentes de tránsito en la Av. Mariscal Sucre se presenta en la zona centro – norte, entre los barrios de Miraflores y San Carlos, donde existe el mayor número de fallecidos, con un promedio de 12 decesos por año, lo que implicaría un fallecido cada mes. Dentro de esta zona, los tramos más críticos están comprendidos entre la Av. Fernández Salvador y la calle Flavio Alfaro y entre la Av. Mariana de Jesús y la Edmundo Carvajal; este último tramo se torna complejo por la velocidad que allí toman los vehículos y porque no existen otras vías de desfogue.⁴⁶ (Foto N°2-6)

“Debido a este percance vial, la circulación vehicular colapsó. Los puntos más críticos se dieron en la intersección de la Av. Mariscal y Legarda hasta la Av. Mariana de Jesús. Los automotores demoraron hasta 40 minutos en atravesar este tramo, cuyo recorrido normalmente toma la mitad de ese tiempo.”⁴⁷

⁴⁶ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

⁴⁷ El tránsito colapsó en la Av. Mariscal Sucre por un accidente. Diario El Comercio. 23 de Junio del 2015.

Foto N° 2-6: Congestión vehicular Av. Mariscal altura calle Mañosca



Fuente: Mónica Jara / Diario EL COMERCIO. 23 de Junio del 2015

2.1.3. Importancia de la vía

La ciudad de Quito se extiende sobre una estrecha depresión de 50 km de longitud en dirección sur – norte, en medio de un complejo sistema montañoso; situación que llena de pendientes pronunciadas a la ciudad y complica su crecimiento transversal. Todo este sistema montañoso hace de Quito una ciudad enclaustrada y alargada, lo que contribuye a que la ciudad se desarrolle longitudinalmente de manera desorganizada, por lo que su desarrollo vial resulta siempre insuficiente, angosto y sin posibilidad de expansión.

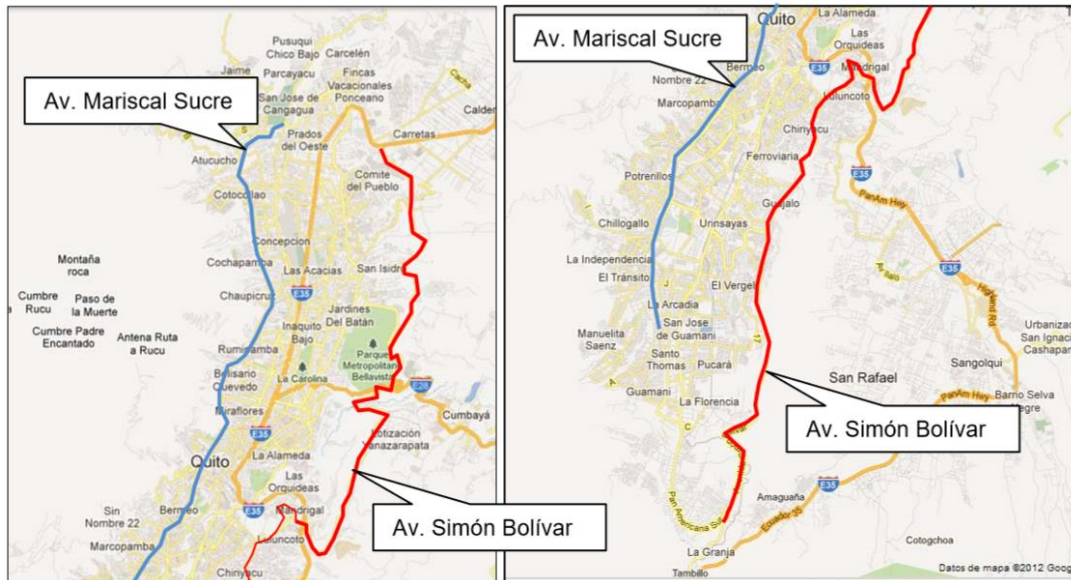
Por ello, de todas las vías que cruzan la ciudad de Quito, las de mayor importancia son aquellas que se orientan de norte a sur y viceversa, ya que determinan una dinámica de movilidad longitudinal que obedece a la configuración alargada de la ciudad.⁴⁸ Así mismo, son estas vías las que presentan mayor aforo vehicular y por ende congestión vehicular, por lo que su análisis es muy importante.

Cuando se construyó la Av. Mariscal Sucre sus principales funciones eran: descongestionar el tránsito del centro de la ciudad, integrar el norte con el sur de la ciudad y delimitar el crecimiento urbano de Quito en el lado occidental; ya que esta avenida, junto con la Av. Oriental serían vías perimetrales que formarían el anillo vial

⁴⁸ (Montalvo, 2009)

periférico de la ciudad y recorrerían la ciudad del extremo norte al extremo sur. (Mapa N°2-3).

Mapa N° 2-3: Anillo vial periférico de Quito. (Av. Mariscal Sucre y Av. Simón Bolívar).



Fuente: Planteamiento Urbanístico y Vial. Proyecto Metro de Quito – Metro de Madrid S.A.

Sin embargo, después de casi 40 años, desde que el Municipio de Quito habilitó la circulación vehicular en la Av. Mariscal Sucre, desde el sector de Miraflores hacia el norte de la ciudad, esta avenida ya no cumple esas funciones, ya que tanto el crecimiento poblacional como el crecimiento urbano han convertido paulatinamente a esta avenida en una arteria urbana, alrededor de la cual se sigue desarrollando un proceso de urbanización.

Esta avenida sirve de forma directa a 19 parroquias urbanas de Quito, desde la parroquia de El Condado en el norte, hasta la parroquia de Guamaní en el sur; de éstas, 11 parroquias están ubicadas en el lado occidental de la ciudad.⁴⁹

⁴⁹ La Av. Mariscal Sucre cruza en total 19 parroquias urbanas de Quito: El Condado, Ponceano, Cotocollao, Concepción Cochapamba, Rumipamba, Belisario Quevedo, San Juan, Centro Histórico, La Libertad, Chilobulo, La Mena, La Magdalena, San Bartolo, Solanda, Chillogallo, La Ecuatoriana, Quitumbe y Guamaní. De estas, las parroquias de Ponceano, Cotocollao, Concepción, Centro Histórico, La Magdalena, San Bartolo, Solanda y Quitumbe no se ubican en el lado occidental de la ciudad.

Mapa N° 2-4: Parroquias servidas por la Av. Mariscal Sucre



En cuanto a los barrios, la Av. Mariscal Sucre sirve de forma directa a 85 barrios de la ciudad de Quito. Sin embargo, esta avenida es de gran importancia para todos los barrios del norte de Quito, ya que por esta vía confluye la mayor parte del tránsito vehicular de barrios periféricos de Quito, como la Mitad del Mundo, Pomasqui, Calderón, Carapungo, entre otros.

Por otra parte, la concentración de fuentes de empleo y servicios urbanos en el centro de la ciudad, obliga a la movilización masiva de gente desde las zonas periféricas del sur y norte hacia el centro de la ciudad, especialmente en horas pico

de la mañana⁵⁰; mientras que en la tarde se observa una dinámica inversa, donde la gente regresa desde el centro hacia las zonas periféricas. Son justamente las vías longitudinales, como la Av. Mariscal Sucre, a través de las cuales se realiza la mayoría de estos desplazamientos.

Después de la Av. Simón Bolívar, la Av. Mariscal Sucre es la segunda vía con mayor circulación vehicular del DMQ. Se registra que a la altura de los túneles circulan diariamente 72.495 vehículos; por El Condado casi 74.000 vehículos; mientras que al suroeste, a la altura de la Av. Rodrigo de Chávez, circulan 87.000 vehículos diarios.⁵¹

Según un estudio de tráfico vehicular realizado por el EPMMOP en el sector de Ferexpo, actual Agencia Nacional de Tránsito (ANT), en el año 2011, se determinó que por este punto circulaban 72.795 vehículos diarios y que entre los días martes y jueves los carriles norte – sur presentaban mayor tráfico vehicular.⁵² Según datos más recientes de la EPMMOP, tomados el día 18 de Enero del 2016, en el mismo sector de la ANT circularon 103.947 vehículos, y de igual manera se presentó mayor tráfico vehicular en los carriles en sentido norte – sur. Por lo que se puede observar que en este punto, el tráfico vehicular entre el año 2011 y el 2016 aumentó en un 45%.

Tanto la longitud de la Av. Mariscal Sucre, como su capacidad vial y la cantidad de barrios a los que sirve convierten a esta avenida en una de las vías más importantes del DMQ.

⁵⁰ En el sector centro – norte se encuentra la mayor cantidad de puestos de trabajo, ellos son 319.247 empleos de 872.847, lo que representa un 37%. Del total de desplazamientos diarios, los que se realizan por estudios corresponden al 32,5%, mientras que el trabajo abarca el 31,19% (Los flujos de tránsito coinciden en el centro norte. Diario El Comercio, 2014). Diariamente, en el DMQ se realizan aproximadamente 2,6 millones de viajes en transporte público, de los cuales el 46% de estos viajes se realizan hacia las zonas centrales de la ciudad. (Secretaría de movilidad, 2011).

⁵¹ (Siete puntos críticos en la Av. Mariscal Sucre. Diario El Comercio, s.f.)

⁵² (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

2.1.4. Intersecciones

A lo largo de la Av. Mariscal Sucre existen 167 intersecciones; situación que genera los mayores problemas de congestión vehicular, ya que restan velocidad a los vehículos que recorren esta vía y originan giros que en muchos casos resultan ser peligrosos. Esta avenida, cuyos accesos laterales están parcialmente controlados, se interseca con algunas calles, tipo colectoras y locales, para formar una red vial que mueve gran parte del tránsito de la ciudad.

La mayoría de estas intersecciones se genera a partir del crecimiento poblacional y desarrollo urbanístico de los barrios del noroccidente de la ciudad de Quito, los cuales pugnan por circular por vías colectoras hasta alcanzar la conexión con las arterias viales principales como la Av. Mariscal Sucre para poder movilizarse longitudinalmente hacia sus lugares de trabajo.

En el tramo norte, la Av. Mariscal Sucre se interseca con vías de gran importancia por su aforo vehicular, como son: Autopista Manuel Córdoba Galarza, La Prensa, Legarda, Vaca de Castro, Fernández Salvador, Florida, Edmundo Carvajal, Mariana de Jesús, entre otras. Estas intersecciones han conllevado a que en el tramo norte de la Av. Mariscal Sucre existan: 6 intercambiadores viales, 7 intersecciones controladas por semáforo y 2 pasos a desnivel.

2.2. Avenida Fernández Salvador

2.2.1. Tipo de Vía

La Av. Fernández Salvador se ubica en el norte de la ciudad de Quito, en la parroquia La Concepción, en los barrios de San Carlos y San Pedro Claver. (Mapa N°2-5). De acuerdo a la función que cumple, se considera a esta avenida como una vía secundaria o colectora, encargada de recolectar el tráfico de calles locales del sector para conducirlo a los corredores arteriales principales como la Av. Mariscal Sucre y la

Av. De La Prensa. Debido a sus características y condiciones de vía colectora o secundaria, está prohibida la circulación de vehículos pesados por esta vía.

Mapa N° 2-5: Ubicación de la Av. Fernández Salvador



2.2.2. Características de la Vía

La Av. Fernández Salvador, con aproximadamente 0,88 kilómetros de longitud, recorre transversalmente la ciudad en sentido oeste – este y viceversa, desde su inicio en la intersección con la Av. Mariscal Sucre hasta su terminación en la intersección con la Av. De la Prensa. (Foto N° 2-7)

Foto N° 2-7: Inicio y final de la Av. Fernández Salvador



Av. Mariscal Sucre y Fernández Salvador



Av. Fernández Salvador y De la Prensa

- Orografía del terreno

Según las condiciones orográficas del terreno, la Av. Fernández Salvador en el tramo comprendido entre la Av. De la Prensa y la Av. Machala se asienta sobre un terreno plano, con inclinaciones menores al 5%; mientras que en el tramo comprendido entre la Av. Machala y la Av. Mariscal Sucre se asienta sobre un terreno plano - ondulado cuya inclinación mayor se presenta entre las calle Pedro de Alvarado y Av. Mariscal Sucre con una inclinación de 6%.⁵³ Esta vía cruza su punto más bajo en la intersección con la Av. De la Prensa a 2.815 m.s.n.m. y su punto más alto en la intersección con la Av. Mariscal Sucre a 2.868 m.s.n.m.

- Sección típica

La Av. Fernández Salvador es una vía pavimentada, con dos calzadas separadas por un parterre central de 4 metros de ancho, el cual sirve como división física para determinar el sentido de circulación. De esta manera se tiene dos carriles de circulación en sentido este – oeste y otros dos carriles de circulación en sentido oeste – este, de 3,50 metros de ancho cada uno. (Foto N°2-8) (Ilustración N° 2-3, 2-4)

⁵³ Anexo N° 2-2

Foto N° 2-8: Avenida Fernández Salvador



Ilustración N° 2-9: Sección transversal Av. Fernández Salvador

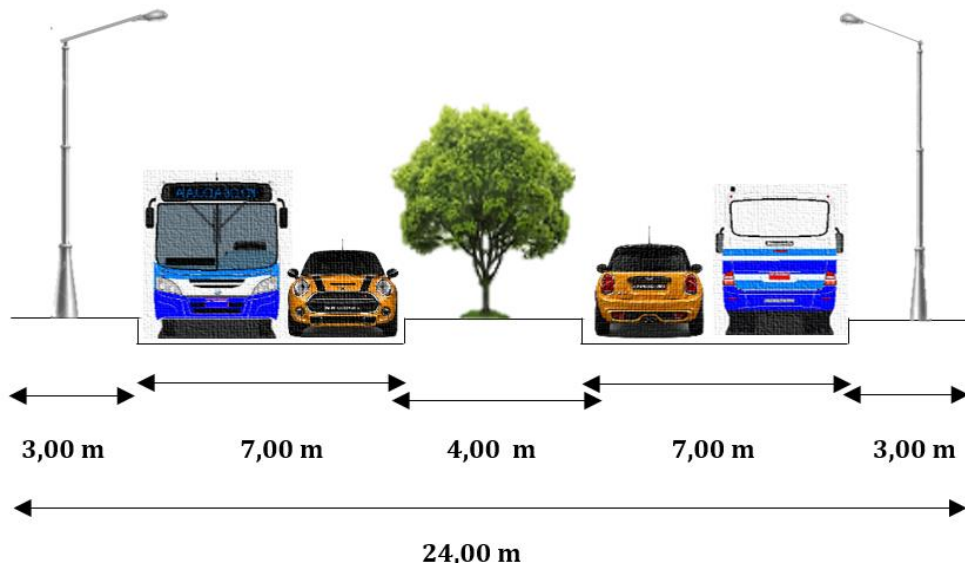
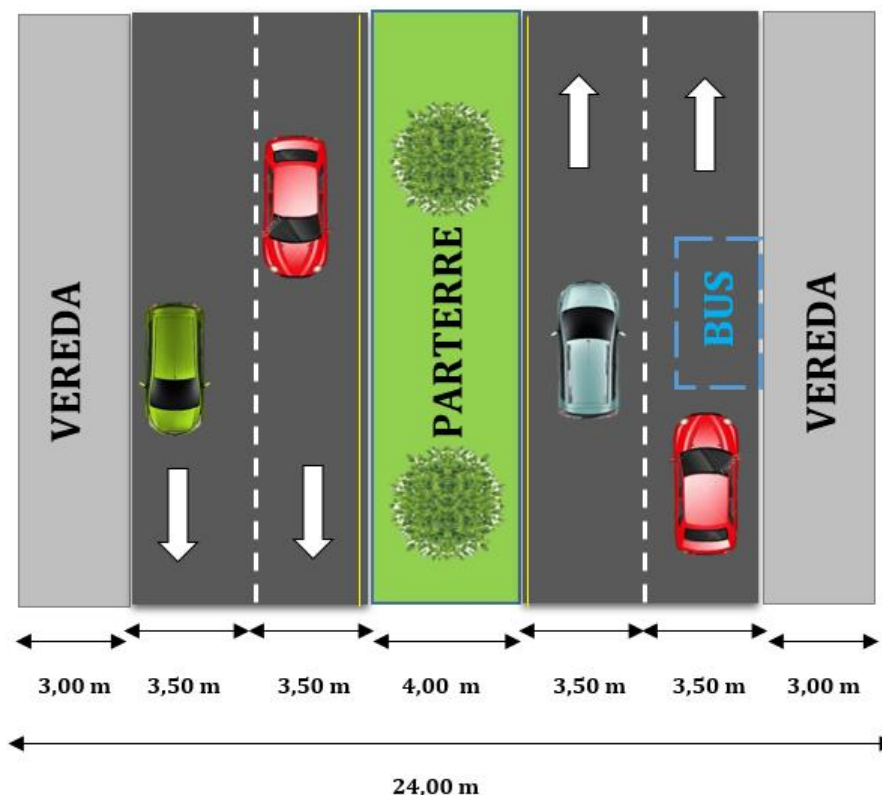


Ilustración N° 2-4: Vista superior de la Av. Fernández Salvador



- Velocidad

Debido a que la Av. Fernández Salvador se ubica dentro del área urbana de la ciudad, el límite de velocidad establecido para vías urbanas es de 50 km/h para vehículos livianos y 40 km/h para transporte público de pasajeros.⁵⁴ Sin embargo, a lo largo de esta vía no existen señales de tránsito que indiquen esta condición.

En la mañana, entre las 6:30 y las 7:30, recorrer dos cuadras de esta avenida desde la intersección con la calle Hernán Cortez hasta la Av. Mariscal Sucre puede tomar hasta 7 minutos, lo que en un horario normal sin tráfico se demoraría máximo 2 minutos.⁵⁵ Aunque estos 5 minutos de diferencia parecieran ser insignificantes, ellos son determinantes en los horarios de congestión vehicular.

⁵⁴ Anexo N° 2-3

⁵⁵ El día 8 de Abril del 2016 se comparó el tiempo de desplazamiento de un vehículo liviano desde la calle Hernán Cortez hasta la Av. Occidental, en la mañana a las 6:30, 7:15, 7:30, 7:45 y 8:00; y, en la tarde: a las 14:00, 17:00 y 18:00. Dentro de los tiempos tomados, se considera los tiempos de duración del verde, amarillo y rojo de los semáforos.

2.2.3. Importancia de la Vía

La Av. Fernández Salvador sirve de forma directa a la parroquia urbana de La Concepción; y, dentro de la misma, a los barrios de San Carlos, San Pedro Claver, La Concepción y Andalucía; cuyo uso de suelo se enmarca en una zona urbana heterogénea, compuesta por áreas residenciales y sectores de uso múltiple como áreas deportivas y de equipamiento.⁵⁶

Así mismo, esta vía constituye una de las vías más importantes de la parroquia La Concepción, ya que a través de ella circulan alrededor de 25.000 vehículos diarios; entre las 6:00 y las 8:00, en la mañana, se presenta como las horas de mayor tráfico vehicular⁵⁷.

Esta vía generó mucho interés después del anuncio realizado por el ex - alcalde de Quito, Augusto Barrera, quién señaló que con la salida del antiguo aeropuerto Mariscal Sucre, la Av. Fernández Salvador se consolidaría en uno de los ejes transversales más importantes de la ciudad, puesto que atravesaría el Parque Bicentenario, para conectarse al lado oriental de la ciudad con la Av. Galo Plaza. De esta manera los ciudadanos podrían cruzar la ciudad en sentido oeste - este y viceversa, entre las avenidas Mariscal Sucre, La Prensa, Galo Plaza Lasso y Eloy Alfaro. (Mapa N° 2-6)

Sin embargo, el aeropuerto de Quito ya ha sido trasladado al sector de Tababela y habilitado el Parque Bicentenario, y aún están pendientes las obras referidas al mejoramiento de la conectividad vial. Según afirmaron las autoridades locales de aquel entonces, se estimaba que la prolongación de la Av. Fernández Salvador y la Av. Florida, para conectar el lado occidental con el oriental, estarían terminadas en el año 2030, cuando todo el parque se consolide. ⁵⁸ Además, la

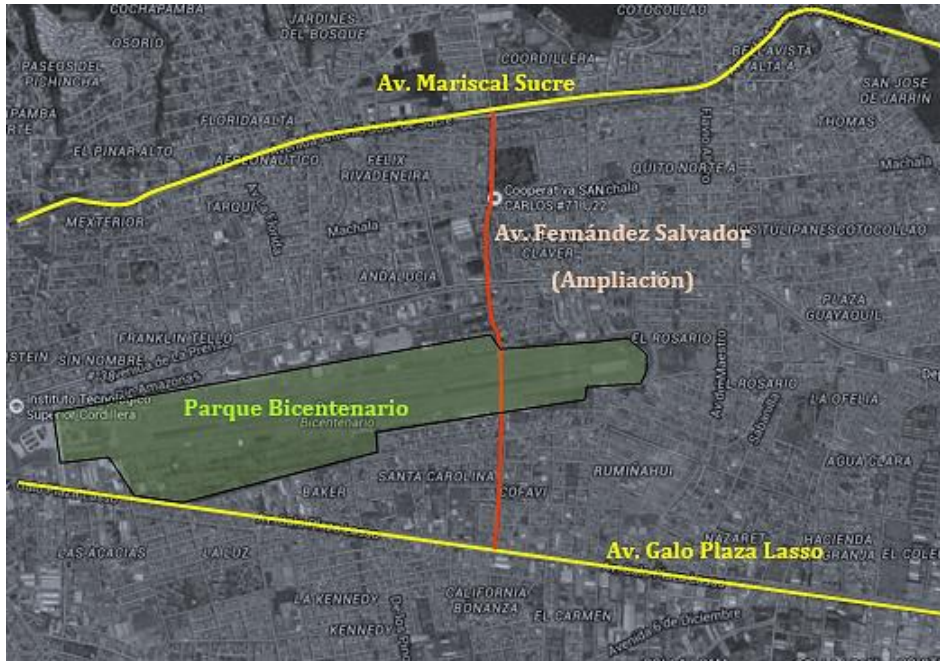
⁵⁶ La Av. Fernández Salvador está compuesta por zonas residenciales de condominios habitacionales, zonas recreativas como el parque Inglés y por edificios de equipamientos como el Centro de Gestión de Movilidad de la EPMMOP.

⁵⁷ Promedio de vehículos que circulan diariamente por la Av. Fernández Salvador, en la semana del 18 al 24 de Enero

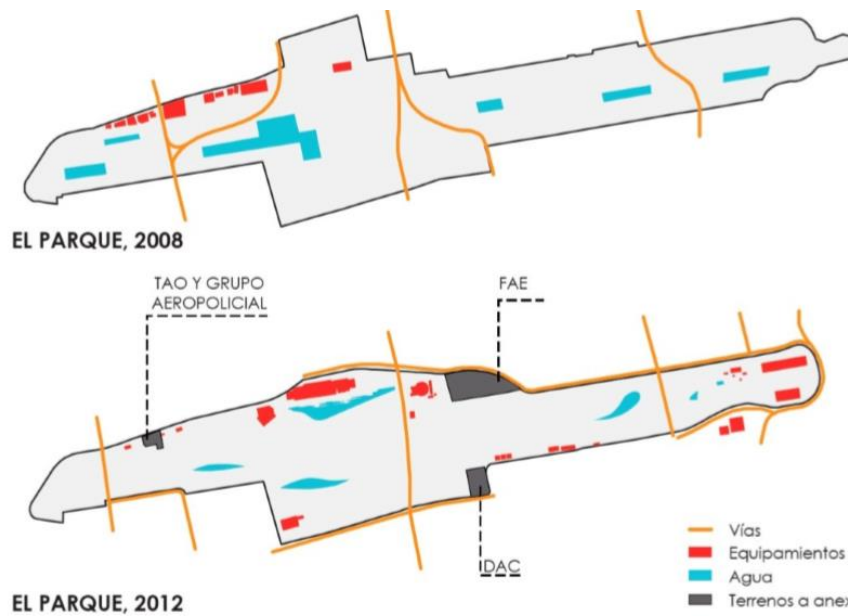
⁵⁸ (6 vías pendientes en el Bicentenario Diario El Comercio, s.f.)

ampliación de estas vías se complementarían con algunas obras de gran importancia, como la construcción del Metro de Quito y la consolidación del Parque Bicentenario. (Mapa N°2-7)

Mapa N° 2-6: Ampliación Av. Fernández Salvador



Mapa N°2-7: Implementación general del Parque Bicentenario



Fuente: Planteamiento urbanístico y vial. Proyecto Metro de Quito – Metro de Madrid S.A.

2.2.4. Intersecciones

La Av. Fernández Salvador se interseca en total en 9 puntos con las siguientes calles:

- Av. Mariscal Sucre
- Pedro Alvarado
- Hernán Cortez
- Julio Larrea
- Av. Machala
- De Villar
- Pedro Cárdenas
- Pedro Freile
- Av. De la Prensa

De estas intersecciones, las que presentan mayor conflicto vehicular son las intersecciones con las calles Pedro Alvarado, Hernán Cortez y la Av. Machala; debido a que al ser estas calles longitudinales, abarcan un gran tráfico vehicular, especialmente entre las 6:30 y 7:30, en la mañana; y, además, proporcionan acceso directo a las propiedades colindantes, lo que aumenta aún más su aforo vehicular. (Mapa N°2-8; Foto N°2-9; Ilustración N°2-5).

Mapa N° 2-8: Principales intersecciones de la Av. Fernández Salvador



Foto N° 2-9: Congestión vehicular en la Av. Fernández Salvador

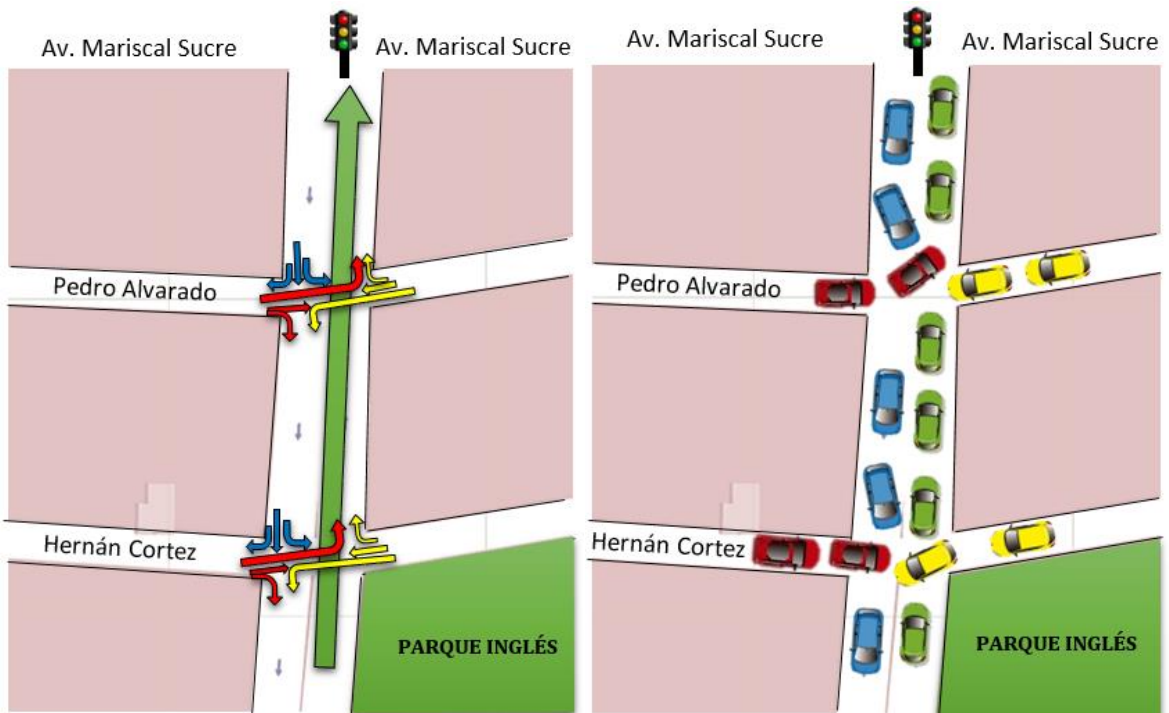


Intersección con la calle Hernán Cortez



Intersección con la calle Pedro Alvarado

Ilustración N° 2-5: Congestión vehicular en la Av. Fernández Salvador



2.3. Calle Melchor de Valdez

2.3.1. Tipo de Vía

La calle Melchor de Valdez se ubica en el noroccidente de la ciudad de Quito, entre los barrios de San Carlos, El Pedregal y Cordillera. (Mapa N° 2-9)

Esta calle está claramente dividida en dos tramos viales. El primer tramo, comprendido entre la Av. Mariscal Sucre y la calle Martín Ochoa de Jauregui, tiene 215 metros y se lo considera como una vía tipo secundaria o colectora; mientras que el segundo tramo, comprendido entre la calle Martín Ochoa de Jauregui y el Bosque de San Carlos, tiene 410 metros y se lo considera como una calle local.

Esta calle se encarga de recolectar el tráfico vehicular de calles locales y de algunos conjuntos residenciales que hay en la zona, para conducirlo hacia la Av. Mariscal Sucre.

Mapa N° 2-9: Ubicación de la calle Melchor de Valdez



2.3.2. Características de la Vía

La calle Melchor de Valdez, con aproximadamente 0,62 kilómetros de longitud, recorre transversalmente de este - oeste y viceversa los barrios noroccidentales de San Carlos, El Pedregal y Cordillera; desde su inicio en la intersección con la Av. Mariscal Sucre hasta el bosque protegido de San Carlos. (Foto N°2-10)

Foto N° 2-10: Inicio y final de la calle Melchor de Valdez.



Intersección Av. Mariscal Sucre y Melchor de Valdez



Bosque protegido de San Carlos

- Orografía del terreno

Según las condiciones orográficas del terreno, la calle Melchor de Valdez se asienta sobre un relieve ondulado y accidentado con inclinaciones que varían entre el 4% y el 18%⁵⁹. Esta calle tiene su punto más bajo en la intersección con la Av. Mariscal Sucre a 2.872 m.s.n.m. y su punto más alto en el inicio del bosque protegido de San Carlos a 2.943 m.s.n.m.

- Sección típica

Como se mencionó anteriormente, la calle Melchor de Valdez se divide en dos tramos viales, cuyas características son muy diferentes. (Ilustración N° 2-6).

En el primer tramo de 215 metros, comprendido entre la Av. Mariscal Sucre y la calle Martín Ochoa de Jauregui, se presenta como una calle pavimentada de calzada

⁵⁹ Anexo N° 2-2

única para ambos sentidos de circulación, con dos carriles en sentido oeste – este y un solo carril en sentido este – oeste, sin separación física en la mitad. (Ilustración N° 2-7).

En el segundo tramo de 410 metros, comprendido entre la calle Martín Ochoa de Jauregui y el bosque protegido de San Carlos, se trata de una calle adoquinada, de calzada única para ambos sentidos de circulación, con un carril en sentido oeste – este y un carril en sentido este – oeste, sin separación física en la mitad. (Ilustración N°2-7).

Ilustración N° 2-6: Tramo adoquinado y pavimentado de la calle Melchor de Valdez

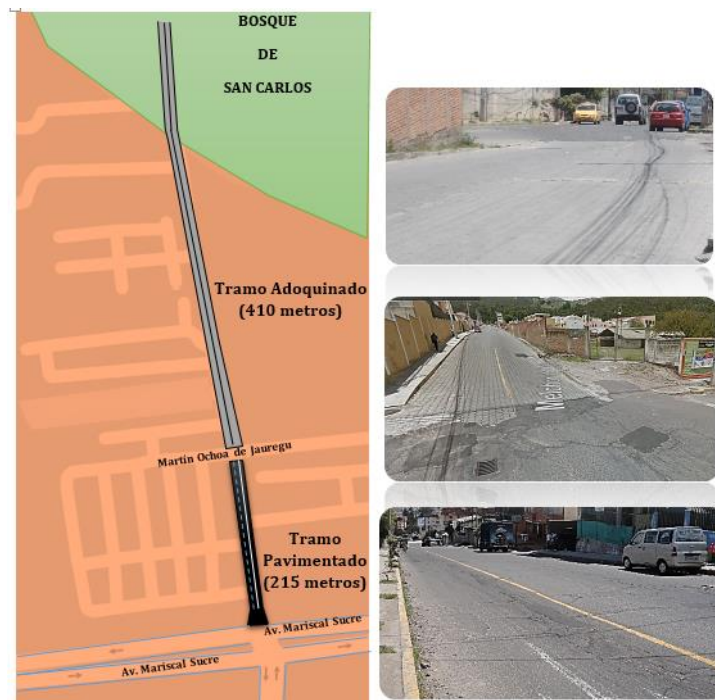
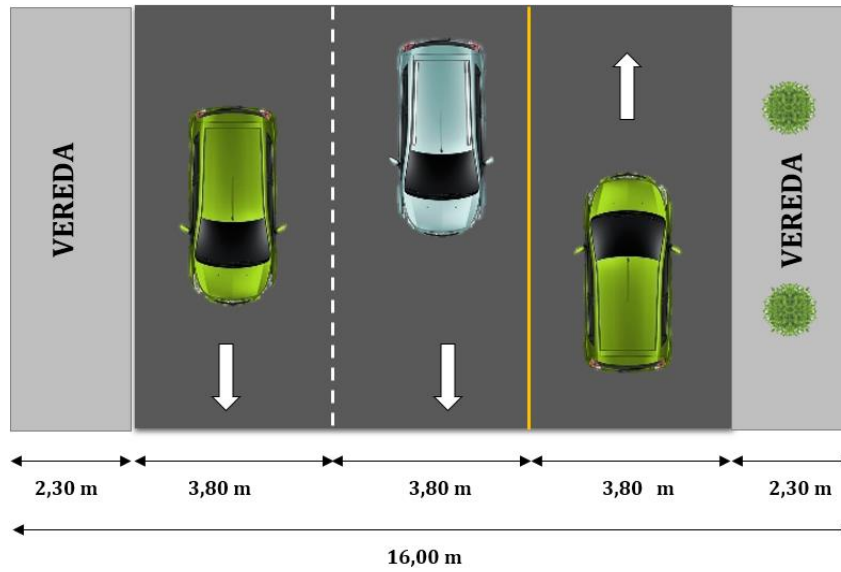


Ilustración N° 2-7: Vista superior de la calle Melchor de Valdez



Tramo Pavimentado (215 metros)



Tramo Adoquinado (410 metros)

- **Velocidad**

Si bien esta calle se consideraría que está fuera del área urbana, ya que se encuentra más al occidente de la Av. Mariscal Sucre, se podría estimar que los límites de velocidad que rigen sobre la misma corresponden a una vía urbana por su

funcionalidad de vía colectora. Por lo tanto, el límite de velocidad establecido para vehículos livianos es de 50 km/h, mientras que para transporte público de pasajeros es de 40 km/h⁶⁰. Sin embargo, no existen señales de tránsito que indiquen esta condición.

2.3.3. Importancia de la Vía

La Calle Melchor de Valdez se construyó con la finalidad de servir a los barrios que se han desarrollado en el lado noroccidental de la ciudad de Quito, especialmente en la parroquia de Cochapamba. En el año 2000, esta calle tenía una longitud de 215 metros y abarcaba dos cuadras desde la Av. Mariscal Sucre hasta la calle Martín Ochoa de Jauregui; actualmente, esta calle tiene una longitud de 623 metros y abarca 5 cuadras, las cuales en su mayoría están conformadas por conjuntos residenciales, cuyo número se incrementó de 1 a 5.⁶¹ (Mapa N°2-10)

Mapa N° 2-10: Conjuntos residenciales servidos por la calle Melchor de Valdez



⁶⁰ Anexo N° 2-3

⁶¹ En el año 2000, el único Conjunto residencial ubicado en torno a la calle Melchor de Valdez era el Conjunto Cordillera. En la actualidad, se ubican en torno a esta calle los conjuntos: Cordillera, Alta Loma, Mirador del Bosque 1ra. etapa, Mirador del Bosque 2da. etapa S.N.,

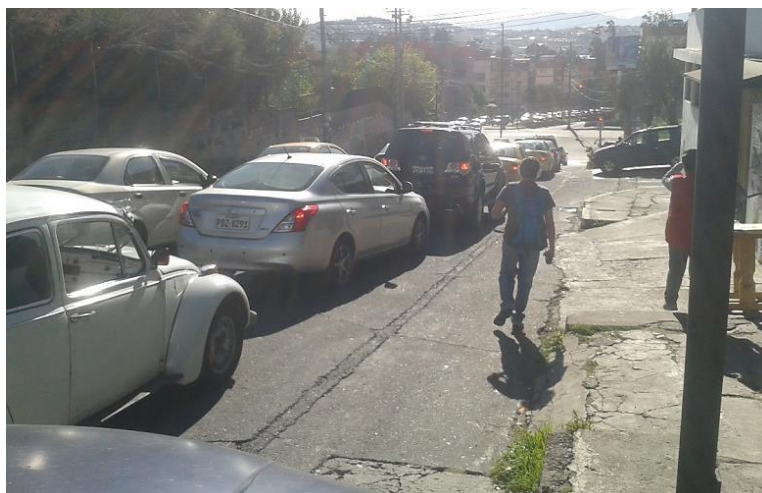
Diariamente, circulan por esta calle alrededor de 25.000 vehículos; se presenta como horas de mayor tráfico vehicular entre las 7:00 y 8:00, en la mañana; en la tarde, entre las 17:00 y 19:00.⁶²

2.3.4. Intersecciones

La calle Melchor de Valdez se interseca en 9 puntos, de las cuales una intersección es con una arteria principal, 3 intersecciones son con calles locales y 5 con salidas de conjuntos residenciales. Esta calle se interseca con las calles Marcos Varela, M. Ochoa, Martín Ochoa de Jauregui y la Av. Mariscal Sucre

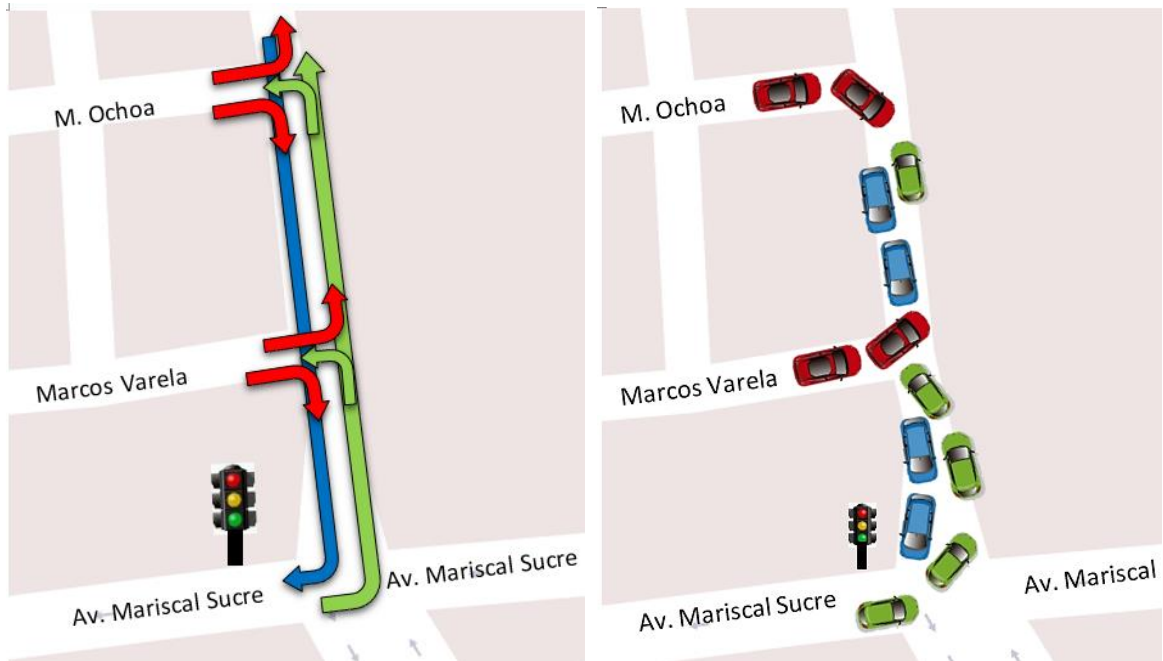
De estas intersecciones, las que presentan mayor conflicto vehicular son las intersecciones con la Av. Mariscal Sucre y con la calle Marcos Varela. Esta situación se presenta especialmente, en la mañana entre las 7:00 y 8:00, y, en la tarde entre las 17:00 y 19:00, por la cantidad de vehículos que se agrupa en la calle Melchor de Valdez, en sentido oeste – este; esto no permite que se realice los giros respectivos en la calle Marcos Varela. (Foto N°2-11; Ilustración N° 2-8)

Foto N° 2-11: Congestión Vehicular en la calle Melchor de Valdez



⁶² Promedio de vehículos que circulan diariamente por la Av. Fernández Salvador en la semana del 18 al 24 de Enero

Ilustración N° 2-8: Problemas de congestión vehicular en la calle Melchor de Valdez



CAPÍTULO III

3. INTERCAMBIADOR DE LA “AV. FERNÁNDEZ SALVADOR”

En los últimos años, la Av. Mariscal Sucre ha presentado serios problemas de circulación vehicular y conflictos peatonales. Por ello la EPMMOP, en su afán de minimizar estas dificultades, puso en marcha el Plan de Rehabilitación Integral de la Av. Mariscal Sucre desde el túnel de San Juan, en el sector de Miraflores, hasta el Intercambiador de Carcelén; en una extensión aproximada de 14 km de longitud.

Como parte de las obras del Plan de Rehabilitación de la Av. Mariscal Sucre que ejecutó el Municipio de Quito, a través de la EPMMOP, se construyó tres intercambiadores: El Condado, calle Machala y Fernández Salvador; con los cuales se pretendía eliminar las paradas y cambios apreciables de velocidad en las intersecciones. (Mapa N° 3-1)

La construcción del Intercambiador de la Fernández Salvador pretendía servir a casi 100.000 vehículos que transitan diariamente por la Av. Mariscal Sucre y de los cuales, se estima un 70% circularía de manera libre por el paso deprimido del intercambiador en sentido norte - sur y viceversa, sin necesidad de detenerse en la intersección semaforizada con la calle Fernández Salvador y Melchor de Valdez, lo que ahorraría hasta 20 minutos de tiempo.⁶³

Los trabajos de construcción del intercambiador Fernández Salvador se iniciaron el 20 de agosto del 2012 y se terminaron en su totalidad el 17 de Julio del 2013, con una duración de 11 meses, desde su inicio hasta su final. Sin embargo, el 31 de Mayo del 2013 se habilitó el paso deprimido por la Av. Mariscal Sucre.⁶⁴

⁶³ (EPMMOP, 2013)

⁶⁴ (Noticias Quito, s.f.)

Mapa N° 3-1: Intercambiadores que forman parte del Plan de Rehabilitación de la Av. Mariscal Sucre



3.1. Ubicación

El Intercambiador de la Fernández Salvador se ubica en el noroccidente de la ciudad de Quito, en la intersección entre la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez, en el sector de San Carlos. La intersección de estas tres vías es muy importante, ya que aportan la mayor cantidad de tráfico vehicular en esta zona. (Mapa N°3-2)

Mapa N° 3-2: Ubicación del Intercambiador Fernández Salvador

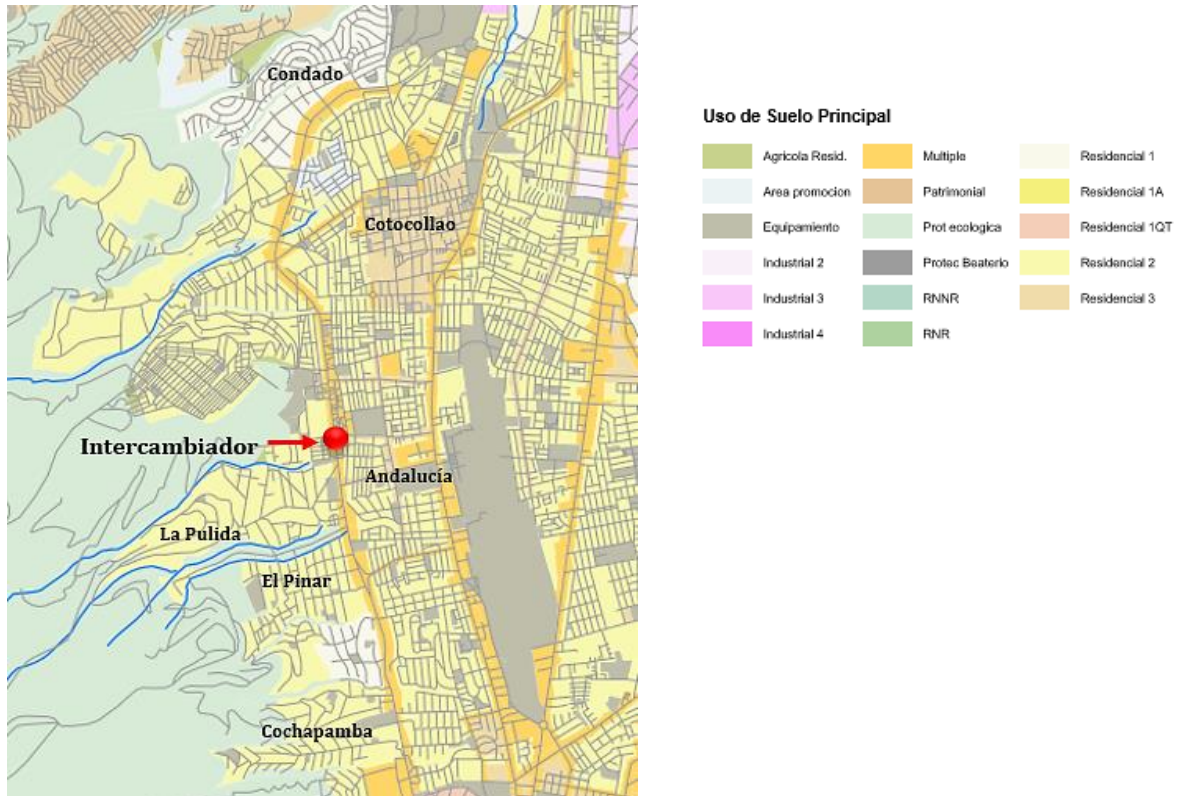


El entorno dentro del cual está ubicado el intercambiador, se caracteriza por un reciente e intenso proceso de urbanización, compuesta por áreas residenciales en su mayor parte y algunos sectores comerciales y de uso múltiple. Las zonas residenciales se han intensificado en los últimos años, como consecuencia de la disponibilidad de infraestructura básica y el mejoramiento de los accesos a barrios aledaños. Estas zonas presentan un gran dinamismo que se manifiesta en la rápida consolidación de sectores como el Pinar Alto, Cochapamba, La Planada, La Pulida, Pisulí, Roldós, Cotocollao y El Condado⁶⁵. De igual forma, existe una tendencia a consolidarse y ampliar el desarrollo de actividades comerciales, es justamente en las zonas

⁶⁵ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

adyacentes a la Av. Mariscal Sucre donde se asienta una gran cantidad de negocios y locales de servicios varios.

Mapa N° 3-3: Uso del suelo en el área del proyecto



Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito – PUOS U1, 2011

Según las condiciones orográficas del lugar, el intercambiador está asentado sobre un terreno ondulado - montañoso, con pendientes que van de suavemente onduladas en el lado oriental de la Av. Mariscal Sucre a onduladas en el lado occidental, las mismas que han sido cortadas por el trazado y construcción de la Av. Mariscal Sucre⁶⁶. En el intercambiador, las pendientes transversales a la Av. Mariscal Sucre varían de 6% en la Av. Fernández Salvador a 12,5% en la calle Melchor de Valdez, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado. Así mismo, las pendientes longitudinales típicas varían entre el 3% y el

⁶⁶ íbid.,

6%, lo que permite un diseño sencillo que resuelve fácilmente las dificultades que se pueden presentar.

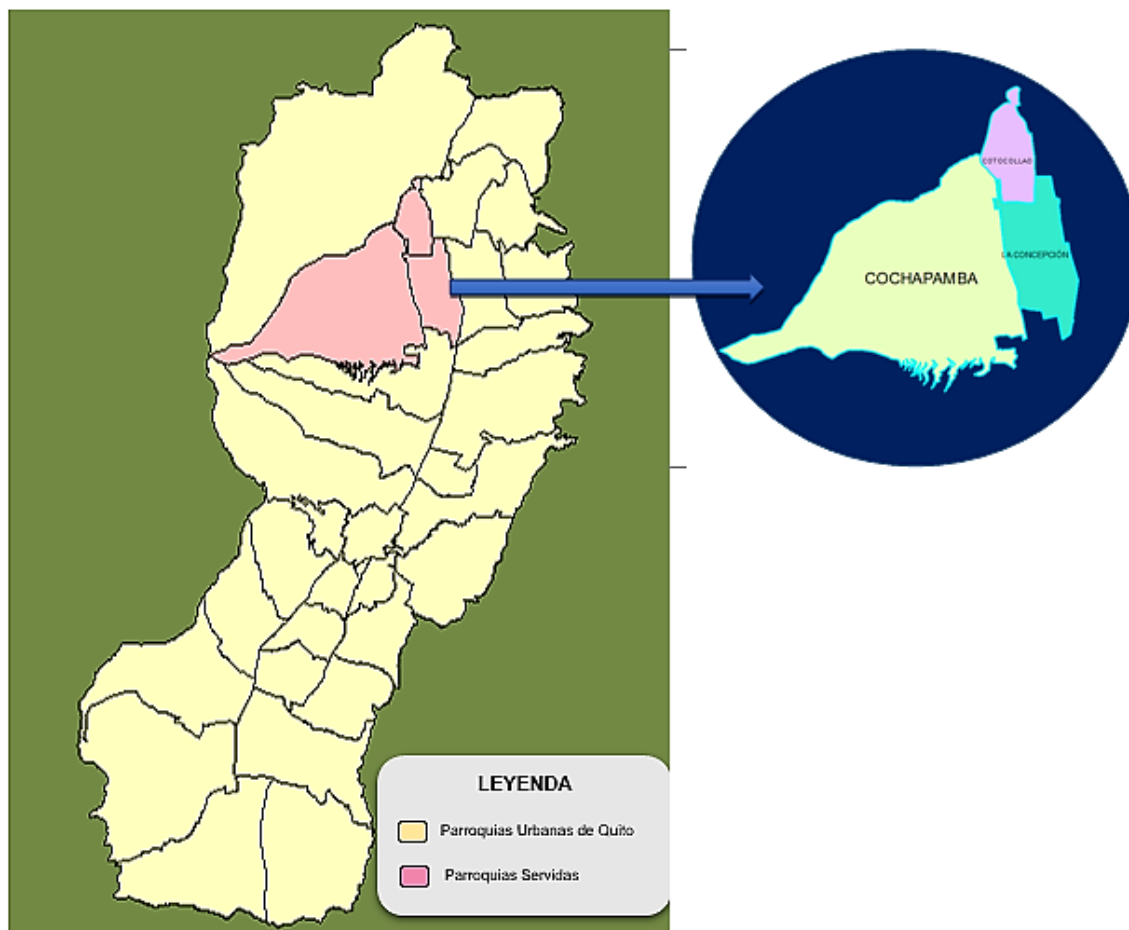
Foto N° 3-1: Intercambiador Fernández Salvador



3.2. Barrios servidos por el Intercambiador

El intercambiador de la Fernández Salvador beneficia de forma directa a las parroquias urbanas de Cotocollao, Cochapamba y La Concepción; dentro de las mismas a 17 barrios del noroccidente de Quito. (Mapa N°3-4). Sin embargo, en forma general, este intercambiador sirve a casi todos los barrios y parroquias del noroccidente, puesto que por esta estructura vial se realiza gran cantidad de desplazamiento desde las zonas periféricas de la ciudad, como la Mitad del Mundo y Calderón, hacia las zonas centrales; así mismo, muchos vehículos que provienen de otras provincias del norte de Pichincha también circulan por esta estructura vial.

Mapa N° 3-4: Parroquias servidas por el Intercambiador



La parroquia de Cotacollao, con aproximadamente 321.623 habitantes, se ubica entre las parroquias de El Condado, La Concepción, Ponceano y Cochapamba. En ella el uso del suelo es esencialmente residencial; sin embargo, presenta zonas comerciales especialmente alrededor de la calle Flavio Alfaro.

La parroquia Cochapamba, con aproximadamente 57.910 habitantes, se ubica en el noroccidente de Quito, desde la Av. Mariscal Sucre hacia más al occidente, en las laderas del Volcán Pichincha.

La parroquia La Concepción, con aproximadamente 32.269 habitantes, se ubica en el norte de la ciudad de Quito, entre las parroquias de Cotacollao, Rumipamba, Kennedy y Cochapamba. Dentro de esta parroquia se encuentra vías longitudinales de

gran importancia como la Av. Mariscal Sucre, Av. Machala y Av. La Prensa; mientras que en sentido transversal se encuentra las avenidas Vaca de Castro, Fernández Salvador, Carlos V y Florida. Se considera que esta parroquia tiene una zona con alta densidad habitacional, con el 52,7% de población que vive en edificios de departamentos, especialmente en sectores como San Carlos y San Pedro Claver; mientras que un 43,1% vive en casas unifamiliares.⁶⁷

Los barrios que se benefician de forma directa con la construcción del intercambiador de la Fernández Salvador son los siguientes: Andalucía, Ana María Bajo, Bellavista Alta, Cordillera, El pedregal, El Porvenir, El triunfo, Félix Rivadeneira, Jardines del Bosque, La Florida, La Pulida, Pablo Arturo Suarez, Quito Norte, San Carlos, San Carlos Vencedores del Norte, San Fernando y San Pedro Claver. (Mapa N° 3-5)

De esta manera, el intercambiador beneficia en forma directa a casi 60.000 personas que habitan en estos barrios; y, de forma indirecta, a una población flotante de casi 500.000 personas que habitan en los barrios del noroccidente de Quito.⁶⁸

⁶⁷ Municipio de Quito (2010). Datos Abiertos. Consultado el 2 de noviembre de 2014.

⁶⁸ La población total de los 17 barrios mencionados es de 57.562 habitantes que representa el 11,4% del total de la población de 411.802 habitantes de las tres parroquias de Cotacollao, La Concepción y Cochapamba. Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda del año 2010. Consultado el 15 de Abril del 2016. Anexo N° 3-1, Anexo N° 3-2, Anexo N° 3-3, Anexo N° 3-4, Anexo N° 3-5

Mapa N° 3-5: Barrios servidos por el intercambiador Fernández Salvador



3.3. Diseño Geométrico

Con el propósito de reducir los conflictos vehiculares y peatonales en la intersección de la Av. Mariscal Sucre y Av. Fernández Salvador, la EPMMOP decidió como mejor alternativa, deprimir el paso por la Av. Mariscal Sucre; de esta manera se da preferencia a la circulación vehicular por esta avenida y se mantiene la antigua intersección a nivel, para realizar giros secundarios desde y hacia la Av. Fernández Salvador y la calle Melchor de Valdez. (Foto N°3-2)

Foto N° 3-2: Intercambiador Fernández Salvador



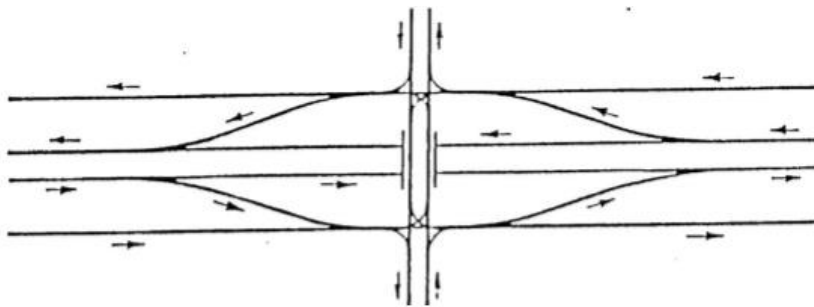
Fuente: (EPMMOP, 2013)

La construcción del intercambiador Fernández Salvador presenta mayores ventajas operativas frente a la antigua intersección a nivel⁶⁹, ya que permite que los vehículos circulen de manera libre por el paso deprimido, sin necesidad de reducir la velocidad de circulación vehicular y sin que tengan que detenerse en la intersección. Sin embargo, estas ventajas operativas resultan ser relativas, ya que durante ciertas horas del día se sigue generando congestión vehicular en esta intersección.

⁶⁹ Anexo N° 3-6

El intercambiador de la Fernández Salvador es un intercambiador vial de cuatro ramales, tipo diamante, el cual se proyecta cuando existe la intersección de dos vías, de las cuales una de ellas es de menor importancia con respecto a la otra. (Ilustración N°3-1). Al encontrarse dentro de una zona urbana, con poco espacio transversal, se diseñó un intercambiador en diamante alargado en dirección longitudinal; el cual permite que, a través de una sola estructura a desnivel, se pueda resolver todos los movimientos de circulación.

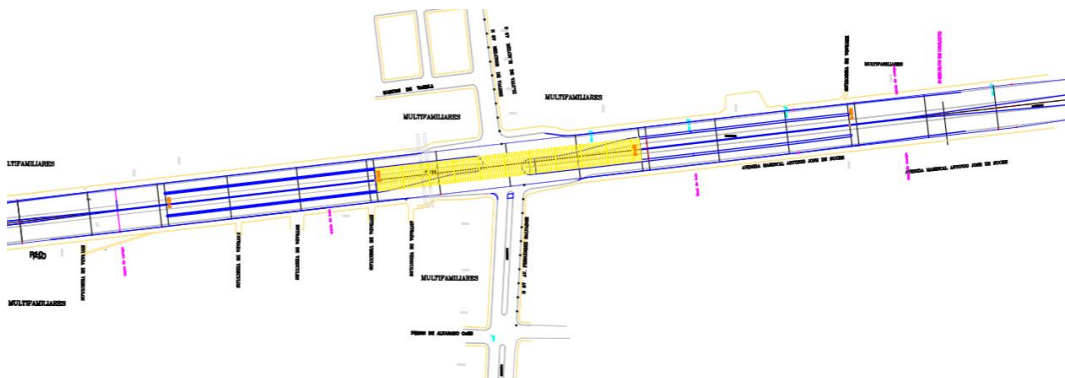
Ilustración N° 3-1: Intercambiador de diamante



Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

Por ello, el intercambiador de la Fernández Salvador se lo analiza en dos partes: un paso a desnivel en la Av. Mariscal Sucre y una intersección a nivel para realizar giros desde y hacia las vías secundarias. (Ilustración N°3-2)

Ilustración N° 3-2: Intercambiador de la Fernández Salvador



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

- **Vida útil del intercambiador**

Para el diseño del intercambiador de la Fernández Salvador se proyectó una vida útil de 20 años.⁷⁰

- **Velocidad de diseño**

La velocidad de diseño es aquella velocidad a la cual un vehículo puede circular en condiciones seguras por una carretera, su correcta selección ayuda a mantener una velocidad constante en cada uno de los tramos de la vía.

Tomando en cuenta que el límite máximo de velocidad en la Av. Mariscal Sucre, para vehículos livianos, es de 90 km/h; además, que esta avenida se asienta sobre un terreno ondulado, cuyo entorno se enmarca en un uso de suelo residencial y de uso múltiple, en el estudio de diseño geométrico del intercambiador Fernández Salvador se consideró una velocidad de diseño de 70 km/h. Las normas AASHTO recomiendan que la velocidad de circulación de los vehículos se calcule como un porcentaje de la velocidad de diseño, por lo que según este criterio la velocidad de circulación en el intercambiador es de 65 km/h⁷¹.

- **Sección transversal del intercambiador**

El intercambiador de la Fernández Salvador se compone de la intersección de ocho carriles longitudinales de la Av. Mariscal Sucre, cuatro carriles transversales de la Av. Fernández Salvador y tres carriles transversales de la calle Melchor de Valdez, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Av. Mariscal Sucre

- Dos carriles laterales en sentido norte –sur de 3,30 metros de ancho cada uno.
- Cuatro carriles deprimidos de 3,50 metros de ancho cada uno (dos en sentido norte – sur y otros dos en sentido sur – norte)
- Dos carriles laterales en sentido sur – norte de 3,30 metros de ancho cada uno.

⁷⁰ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

⁷¹ *Ibíd.*

Av. Fernández Salvador

- Cuatro carriles a nivel de 3,50 metros de ancho cada uno, (dos en sentido este – oeste y otros dos en sentido oeste – este).

Calle Melchor de Valdez

- Tres carriles a nivel de 3,80 metros de ancho cada uno, (uno en sentido este – oeste y dos en sentido oeste – este)

En el sentido transversal del intercambiador, la distancia total, desde el eje central hasta el bordillo de la acera lateral, es de 15,40 metros; lo que da un ancho total de vía de 30,80 metros. Además, dos aceras laterales cuyo ancho menor es de 2,50 metros, para el uso exclusivo de peatones. (Ilustración N°3-3; Foto N°3-3)

Foto N° 3-3: Sección transversal Intercambiador Fernández Salvador

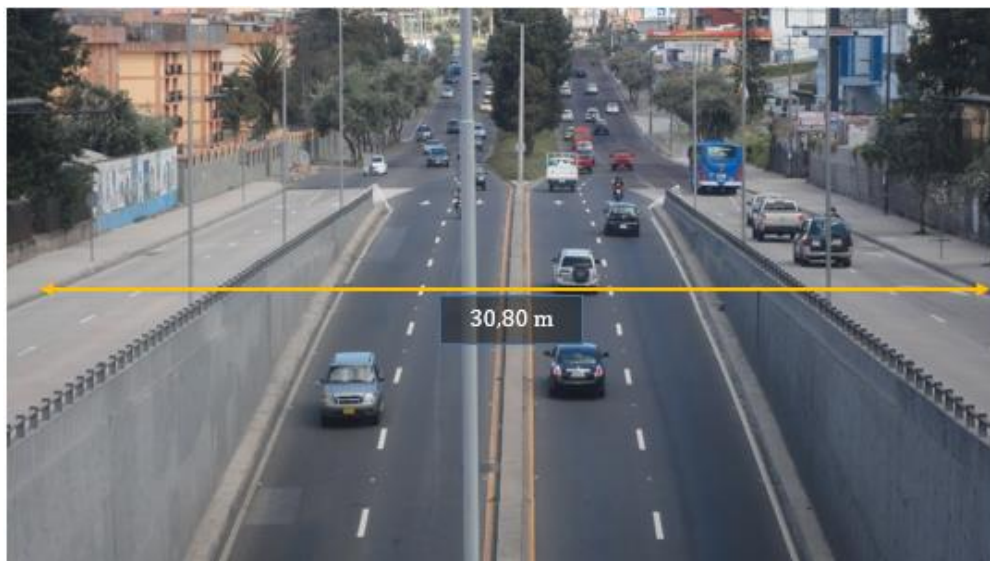
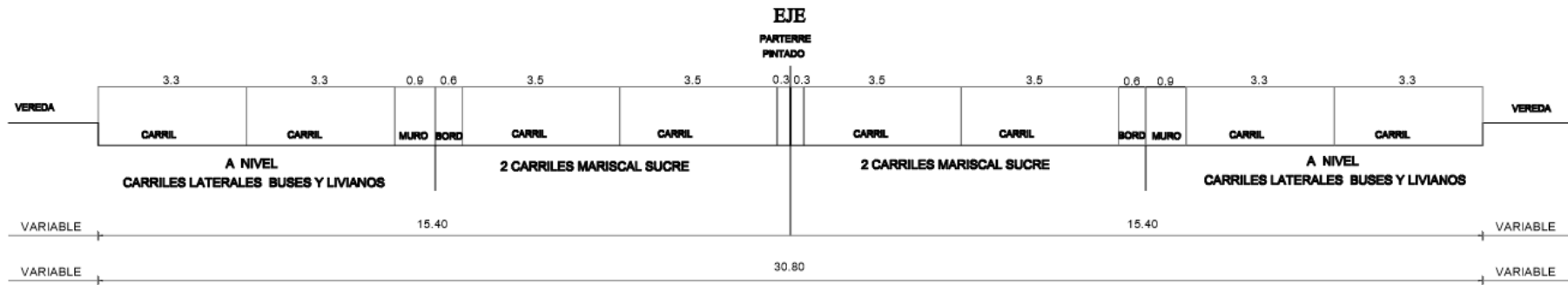


Ilustración N° 3-3: Sección transversal Intercambiador Fernández Salvador

"VIADUCTO FERNANDEZ SALVADOR"

Sección Transversal



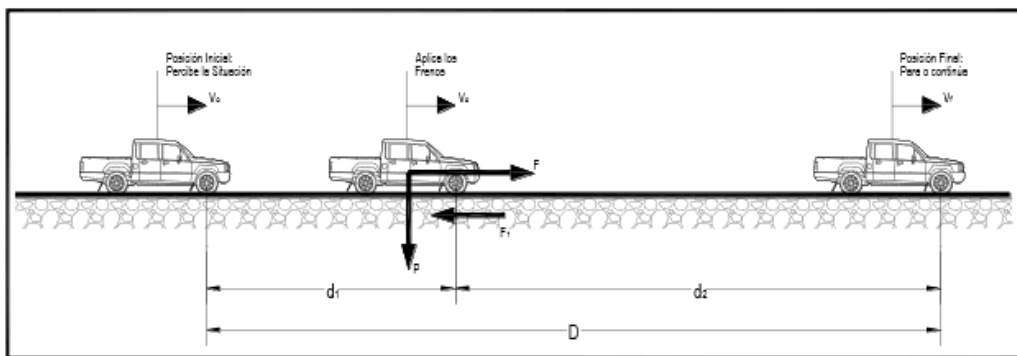
Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

- Distancia de visibilidad de parada

Es la distancia que requiere un conductor para detener completamente su vehículo ante alguna situación de peligro o frente a un obstáculo y se constituye en un factor de seguridad, ya que de ésta depende que el conductor detenga completamente su vehículo sin ocasionar accidentes.⁷² La mínima distancia de visibilidad de un intercambiador es la misma que se aplica en intersecciones y que, a su vez, corresponde a la distancia mínima de parada. La distancia de visibilidad de parada de un vehículo, D , es igual a la suma de la distancia de percepción y reacción (d_1) más la distancia de frenado. (d_2) (Ilustración N°3-4)

$$D = d_1 + d_2$$

Ilustración N° 3-4: Distancia de visibilidad de parada



Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

El tiempo y distancia de percepción varía de acuerdo al estado de alerta y habilidad del conductor. La distancia de percepción es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el pedal del freno. Para el Ecuador, el tiempo de percepción es de 1 segundo y el tiempo de reacción es de 2 segundos, considerando que la altura de visibilidad del conductor para vehículos livianos es de 1,05 metros y que la altura mínima visible del obstáculo

⁷² (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

es de 0,15 metros⁷³. Sin embargo, la AASHTO recomienda estimar el tiempo de percepción más el de reacción igual a 2,5 segundos.⁷⁴

En cambio, la distancia de frenado es aquella distancia necesaria para detener completamente el vehículo después de que han sido aplicados los frenos. Esta distancia está en función de un factor de fricción, el cual depende de la huella de la llanta, condiciones de la superficie de rodamiento, condiciones meteorológicas y eficiencia de los frenos.

Para el intercambiador de la Fernández Salvador, se consideró un tiempo de reacción de 2,5 segundos, que es considerado un tiempo apropiado para un evento imprevisto o un obstáculo inesperado⁷⁵; mientras que para la distancia de parada en plano se consideró una distancia de 60 metros.⁷⁶

3.3.1. Paso a desnivel (Deprimido)

El intercambiador de la Fernández Salvador se compone, básicamente, de un paso deprimido en sentido longitudinal, el cual permite la libre circulación por la Av. Mariscal Sucre en sentido norte - sur y viceversa, sin necesidad de que los vehículos se detengan en la intersección semaforizada a nivel. (Foto N° 3-4)

⁷³ (Ministerio de transportes y obras públicas, MTOP, 2003)

⁷⁴ (AASHTO, 2011)

⁷⁵ Varios estudios realizados por el ASSHTO han demostrado que cuando el obstáculo es esperado, el tiempo de reacción varía de 0,6 segundos a 2,0 segundos. En situaciones inesperadas, el tiempo de reacción puede incrementarse en un 35%, elevando el dato a 2,7 segundos. (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

⁷⁶ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Foto N° 3-4: Paso deprimido del intercambiador Fernández Salvador



Al momento de construir el intercambiador de la Fernández Salvador, fue una gran ventaja que la ejecución del paso a desnivel pueda ser realizado por etapas; esta situación ayudó a que se entregue primero el paso a desnivel cuya importancia y urgencia era inmediata, para luego entregarse los pasos laterales del mismo.

El paso deprimido, de aproximadamente 490 metros de longitud, se compone de dos tramos viales. El primer tramo está constituido por rampas de acceso y salida tanto en la parte norte como sur del intercambiador, las cuales tienen una longitud de 150 metros. El segundo tramo, el cual comprende la parte central del paso deprimido, está formado por un puente, cuya longitud es de 190 metros.

- **Sección típica del paso deprimido y calzada**

La superficie de rodadura seleccionada, dentro del diseño geométrico de un sistema vial, es de gran importancia para el escurrimiento del agua, así como por la influencia ejercida en la operación de los vehículos. Por ello, de acuerdo a los estudios de tráfico vehicular realizados en el año 2010, en la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez, se tenía un TPDA de 81.325 vehículos; esta situación recomendaría una calzada de pavimento rígido, compuesta por una losa de hormigón que se apoya sobre una capa de subbase. (Tabla N°3-1)

Tabla N° 3-1: Clasificación de las superficies de rodadura

Clase de Carretera				Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentaje)
R - I o R - II	Más de	8000	TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
I	3000 a	8000	TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
II	1000 a	3000	TPDA	Grado estructural Intemedio	2
III	300 a	1000	TPDA	Bajo Grado estructural:Doble Tratamiento Superficial Bituminoso	2
IV	100 a	300	TPDA	Grava o D.T.S.B	2,5 - 4
V	Menos de	100	TPDA	Grava, Empeadrado, Tierra	4

Fuente: Manual de diseño geométrico MOP, 2003

Los pavimentos de alto grado estructural no se deterioran fácilmente y su superficie lisa ofrece gran ayuda para el escurrimiento del agua, lo que permite gradientes transversales mínimas.

Para la calzada del paso deprimido se escogió una losa de hormigón armado de 0,30m de espesor, con un esfuerzo de compresión del concreto de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y una gradiente transversal de 2% para el drenaje superficial de las aguas.⁷⁷ Mientras que para la capa de subbase se consideró un espesor de 30 cm. Además, con el fin de proteger la capa de rodadura del pavimento rígido, se consideró recubrir superficialmente la losa de hormigón con una capa de 7,5 cm de hormigón asfáltico. Los espesores del pavimento se muestran a continuación en la Tabla N°3-2:

Tabla N° 3-2: Espesores de la del pavimento

CAPA	ESPESOR (cm)
Capa de rodadura de hormigón asfáltico tipo B	7.5
Losa de hormigón de cemento portland, $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	30.0
Subbase de agregados, clase 1	30.0
TOTAL	67.5

Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

⁷⁷ Para determinar el espesor de la losa de hormigón, se consideró que el vehículo típico de circulación es el camión de 2 ejes, por lo que de acuerdo al MTOP la carga máxima por eje es de 12.000 Kg, aplicando el factor de mayoración por impacto se tiene que la carga máxima por rueda de doble llanta es de 7.200 kg que equivale a 15.840 lb. La AASHTO establece que las losas de vías o carreteras, apoyadas en el terraplén de acceso se diseñan con un espesor de losa mínimo de 0,20 m.

La sección transversal típica del paso deprimido se conforma de una calzada de 4 carriles de 3,50 metros de ancho cada uno; dos carriles de circulación en sentido norte – sur y otros dos carriles de circulación en sentido sur – norte, los cuales están separados por un parterre de 0,60 metros de ancho y 0,15 metros de altura, por lo que no se considera en sí como una separación física⁷⁸. (Foto N°3-5)

Foto N° 3-5: Entrada al paso deprimido del intercambiador Fernández Salvador

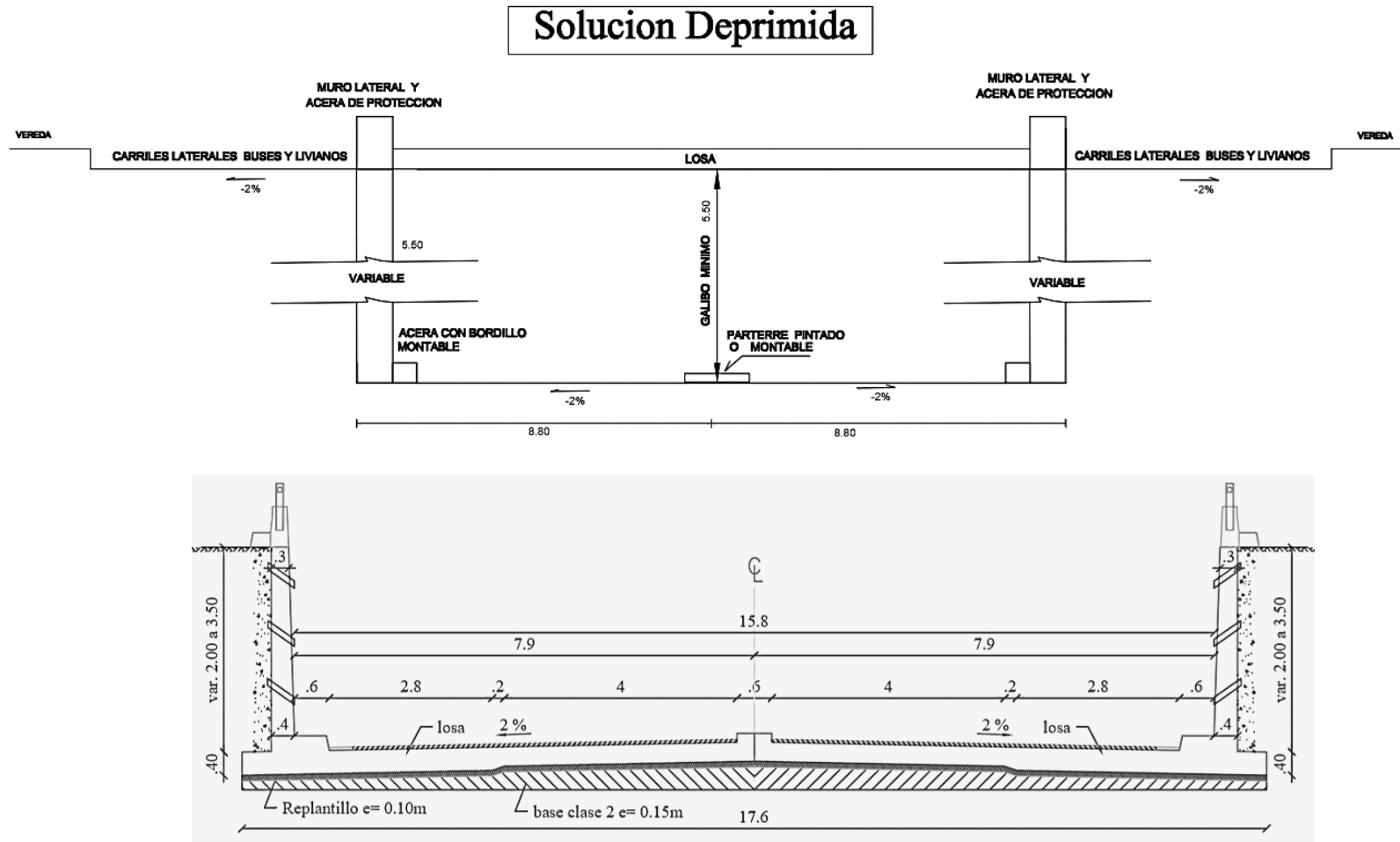


El paso deprimido se encuentra delimitado por muros laterales de hormigón armado de 0,90 metros de espesor, los cuales se integran a la losa de hormigón que constituye la calzada inferior del paso deprimido, para formar una estructura en U; por seguridad, para separar los carriles de circulación vehicular de los muros laterales, se construyó una vereda – bordillo de 0,60 metros de ancho. El ancho libre del paso deprimido, entre las caras internas de los muros, es de 15,80 metros, éste está compuesto por 4 carriles de 3,50 metros cada uno, más dos vereda – bordillos de 0,60 metros de ancho cada una y un parterre central de 0,60 metros. (Ilustración N°3-5)

⁷⁸ El conductor de un vehículo puede percibir un obstáculo de una altura mayor a 0,15 metros. Los parterres que son muy angostos, considerados con ancho mínimo de 1,20 metros proveen de muy poca separación al tráfico opuesto y refugio mínimo para los peatones.

Las pendientes transversales de una vía pueden variar en función de tipo de pavimento, para lo cual se recomienda una gradiente transversal de 2% para pavimentos con capa de rodadura asfáltica y 4% para capa de rodadura con revestimiento rugoso como afirmado o empedrado (Ministerio de transportes y obras públicas, MTOP, 2003)

Ilustración N° 3-5: Sección típica del paso deprimido



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

- **Rampas de acceso y salida del paso deprimido**

Las rampas de acceso y salida del paso deprimido están formadas por curvas verticales encargadas de unir las tangentes de la Av. Mariscal Sucre.⁷⁹ Es importante, en especial para las curvas cóncavas, que durante la noche el objeto u obstáculo sobre la vía alcance a ser iluminado por la línea de luz de los faros del vehículo.

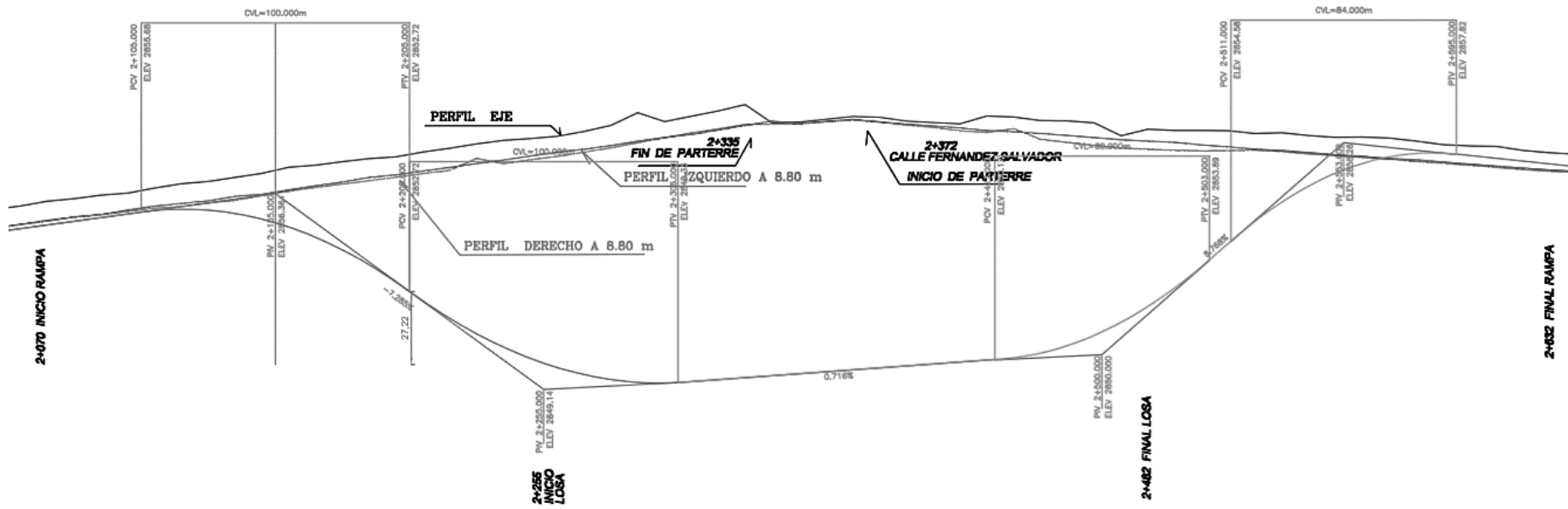
El tramo comprendido por las rampas de entrada y salida del intercambiador tiene una longitud de 150 metros tanto al norte como al sur del paso deprimido, con curvas verticales mínimas de 80 metros; las gradientes longitudinales mínimas son de 0,5% y las máximas de 9%, lo cual permite en estas pendientes el escurrimiento del agua. (Foto N° 3-6; Ilustración N°3-6)

Foto N° 3-6: Rampa de salida del paso deprimido



⁷⁹ Columpio (convexas) con concavidad hacia arriba y en cresta (cóncava) con concavidad hacia abajo

Ilustración N° 3-6: Diseño vertical del paso deprimido



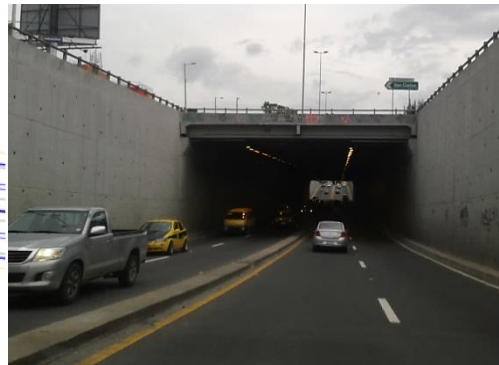
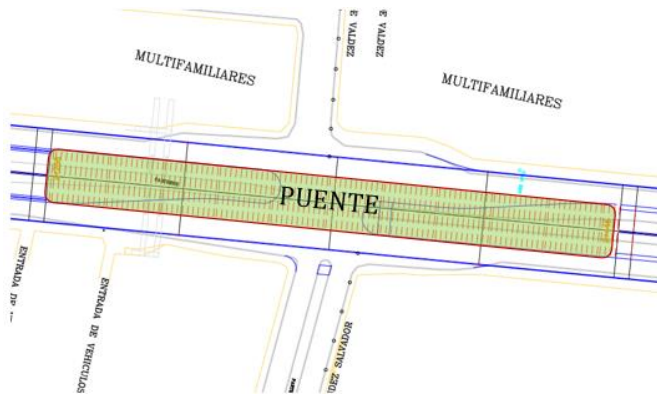
Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

- Puente

Los intercambiadores viales están constituidos por un conjunto de estructuras a diferente nivel; ellos pueden ser analizados como un puente o un conjunto de puentes que ayudan a que los vehículos circulen de manera fluida. El tramo de puente, que forma parte del paso deprimido de este intercambiador, tiene una longitud de 190 metros y está constituido por estribos de hormigón armado⁸⁰. (Foto N° 3-7)

El gálibo o altura del puente, entre la rasante inferior y la superior, varía entre 5,50 metros en la entrada del viaducto y 8,80 metros de altura máxima en el centro del mismo.⁸¹ La superestructura del paso deprimido se conforma por una losa de hormigón armado fundida en sitio, de 16 cm de espesor, la cual está apoyada sobre vigas prefabricadas de hormigón pre-esforzado de 16,96 metros de longitud. (Ilustración N°3-7)

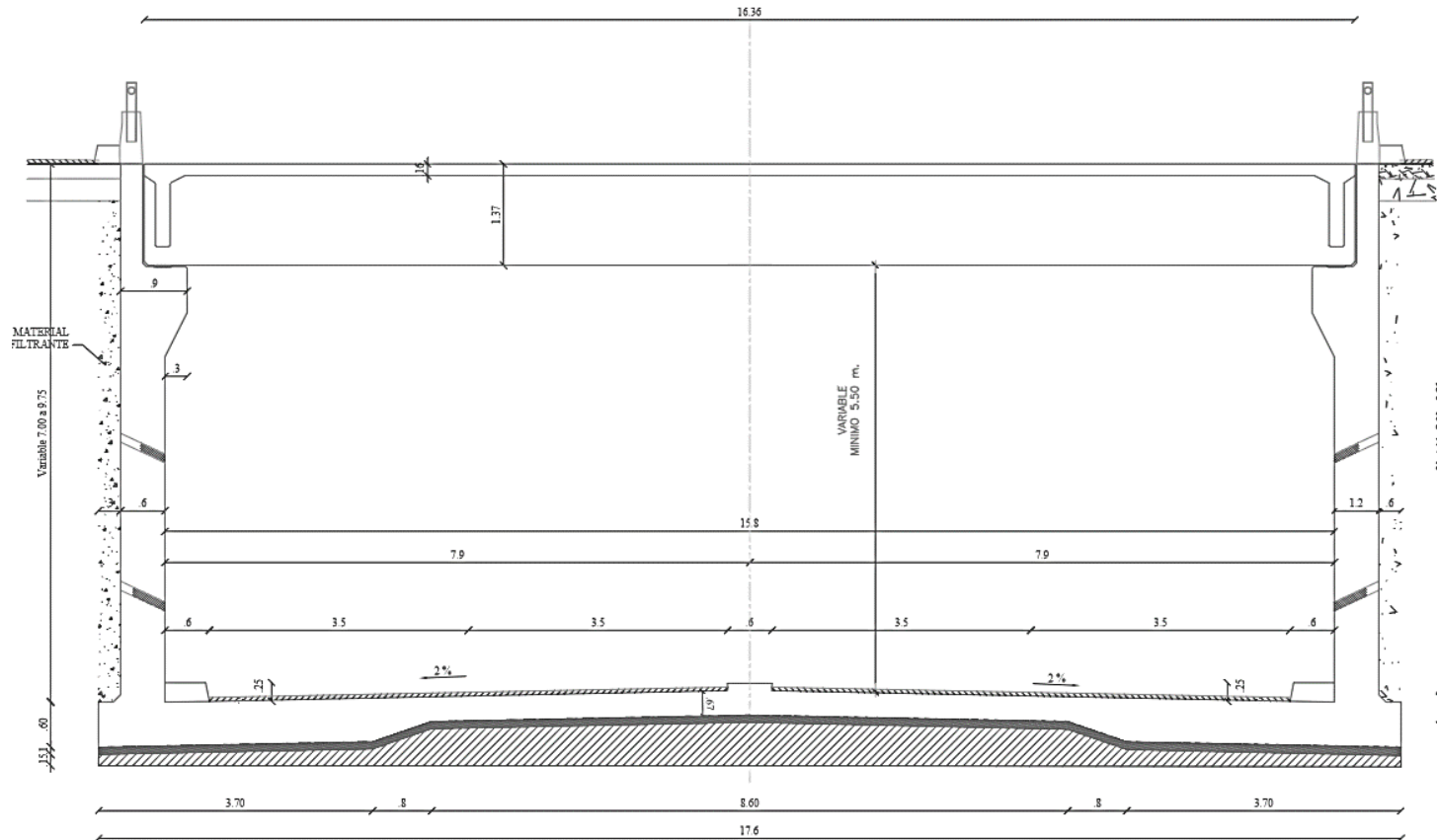
Foto N° 3-7: Tramo de puente del paso deprimido



⁸⁰ Estribos de hormigón armado con un hormigón de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y=4.200 \text{ kg/cm}^2$.

⁸¹ Los gálibos horizontal y vertical para puentes urbanos serán el ancho y la altura necesarios para el paso del tráfico vehicular. El gálibo vertical no será menor que 5,00 metros, y pueden ser incrementados si el asentamiento pre calculado de la superestructura excede los 2,5 cm. (AASHTO)

Ilustración N° 3-7: Sección transversal del puente del paso deprimido



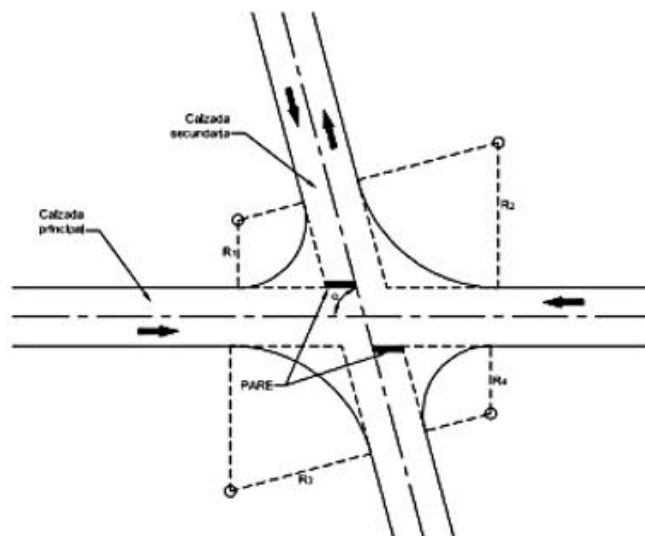
Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

3.3.2. Intersección a nivel

Sobre la superestructura del paso deprimido se mantiene la intersección semaforizada a nivel, la cual da servicio a los flujos vehiculares que requieren cruzar el intercambiador en sentido transversal; así mismo, a los vehículos que requieren realizar maniobras de giro desde y hacia la Av. Mariscal Sucre.

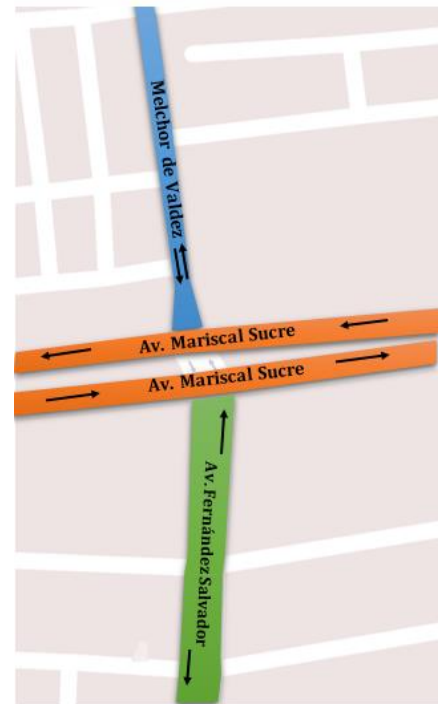
El intercambiador de la Fernández Salvador se forma por la intersección en “Cruz” de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez, con un ángulo de entrada comprendido entre 60° y 90° grados, lo cual proporciona mínimas áreas de conflicto, por la visibilidad que tienen los conductores sobre las calles que va a intersectar, esto ayuda a que las maniobras de viraje se las realice con mayor seguridad. (Ilustración N°3-8; Ilustración N°3-9)

Ilustración N° 3-8: Esquema base intersección en “Cruz” o en “X”



Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

Ilustración N° 3-9: Esquema base intersección Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez



Como se mencionó anteriormente en el capítulo II de “Descripción de las vías que confluyen al proyecto”, según la clasificación vial urbana establecida por el Consejo Metropolitano de Quito, el intercambiador de la Av. Fernández Salvador se forma por la intersección de una avenida arterial como es la Av. Mariscal Sucre y dos calles colectoras o secundarias como son la Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez; ellas están destinadas a recibir un tráfico a gran escala debido al crecimiento acelerado de la población de la zona.

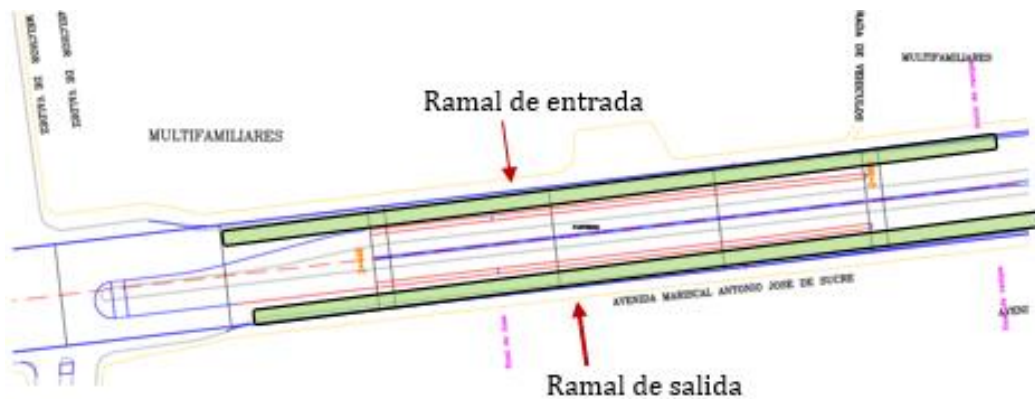
Los elementos básicos que conforman la intersección a nivel se los analizará a continuación. Ellos son: ramales, calzadas, islas, y carriles de aceleración y desaceleración para giros a la izquierda, derecha y en “U”.

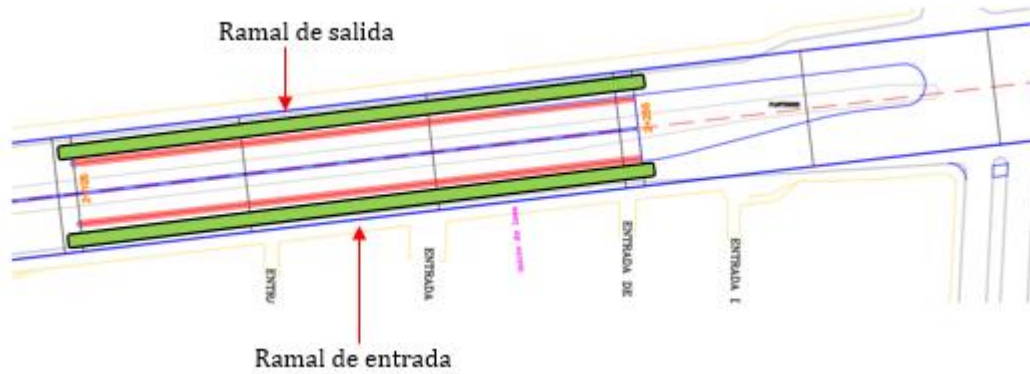
- **Ramales**

El intercambiador de la Av. Fernández Salvador se compone de cuatro ramales de enlace, adyacentes al paso deprimido, los cuales constan de dos terminales o empalmes y de un brazo o tramo de vía entre ellos.

Un extremo del terminal empalma con la intersección a nivel de las vías Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez, para realizar giros a la izquierda o a la derecha con condición de parada, mientras que los giros en U se los hace de manera directa. En cambio, el otro extremo del terminal se empalma con la vía principal; es aquí donde los automóviles podrán acceder o salir hacia o desde los ramales, con cuidado, para evitar posibles accidentes. En la ilustración N°3-10 y en la Ilustración N°3-11 se observa que los ramales de entrada se dirigen hacia la intersección a nivel del intercambiador, mientras que los ramales de salida se dirigen hacia la unión con la calzada principal.

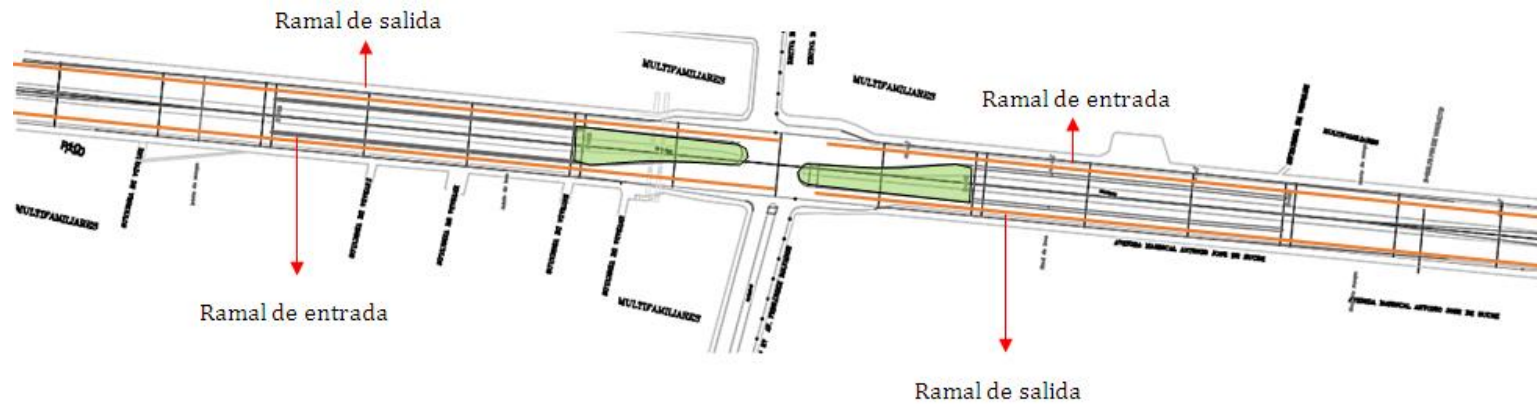
Ilustración N° 3-10: Ramal de entrada y salida del Intercambiador Fernández Salvador





Los ramales de enlace de entrada permiten que los vehículos que ingresan a la intersección a nivel no interfieran con la velocidad de maniobra que rige en esta zona, mientras que los ramales de salida permiten que los vehículos que se integran al flujo principal de la Av. Mariscal Sucre, lo hagan a velocidades compatibles con el mismo, para que de esta manera el flujo de la Av. Mariscal Sucre conserve su régimen de operación libre y sin alteraciones.

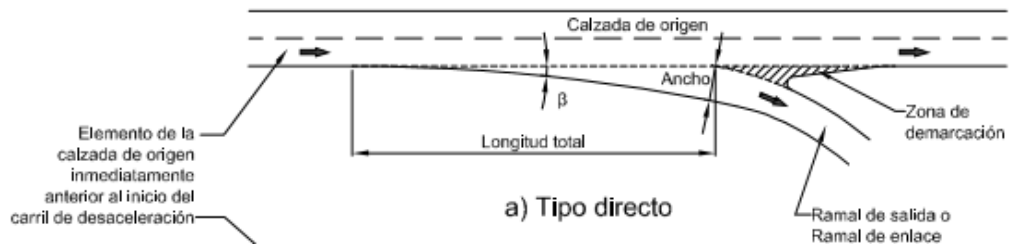
Ilustración N° 3-11: Esquema de los ramales de entrada y salida



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Los empalmes de entrada y salida de los ramales del intercambiador son empalmes de tipo directo; que abarcan un pequeño ángulo de 6° grados, el cual se forma entre los carriles del paso deprimido y los ramales del intercambiador. (Ilustración N°3-12)

Ilustración N° 3-12: Empalme tipo directo



Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

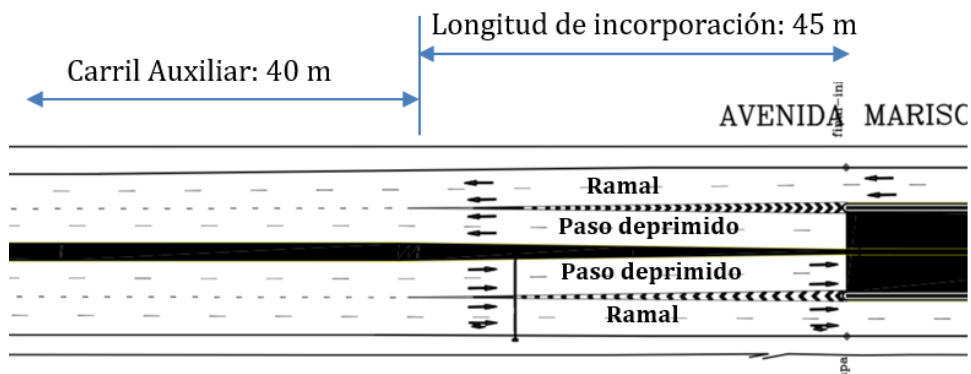
Tanto al inicio como al final del ramal se ha incrementado el ancho de la calzada para señalar una zona neutra o nariz, demarcada por señales horizontales como son los chevrones, los cuales delimitan un área segura de divergencia o convergencia entre los carriles del paso deprimido y los ramales. (Foto N°3-8)

Foto N° 3-8: Entrada y salida del ramal



La longitud de incorporación o salida de los ramales es de 45 metros como brecha de convergencia segura o brecha de bifurcación segura. Mientras que la distancia de transición del carril auxiliar es de aproximadamente 40 metros de longitud. Sumada estas dos distancias se tiene la longitud de transición total, la cual es de aproximadamente 85 metros. (Ilustración N°3-13)

Ilustración N° 3-13: Longitud de transición total entre los ramales y el paso deprimido

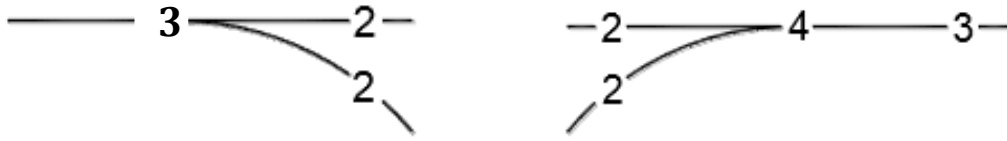


Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Para que la operación vehicular sea eficiente a la entrada y a la salida del intercambiador debe existir un adecuado equilibrio de transición entre el número de carriles de los ramales y de la vía principal. Por ello, en este intercambiador se tiene al inicio de cada ramal una zona de divergencia en la que los 3 carriles que provienen de la Av. Mariscal Sucre se dividen en 2 carriles hacia el paso deprimido y dos carriles hacia el ramal. Así mismo, al salir de los ramales se tiene un punto donde convergen los dos carriles del ramal con dos carriles del paso deprimido para convertirse nuevamente en 3 carriles de continuación de la Av. Mariscal Sucre⁸². (Ilustración N°3-14; Foto N°3-9)

⁸² (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

Ilustración N° 3-14: Equilibrio de carriles de transición de entrada y salida



Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

Foto N° 3-9: Transición entre los ramales y el paso deprimido



- Calzadas

Los 4 carriles laterales del intercambiador están destinados al tráfico de pasajeros y vehículos livianos que requieran realizar maniobras de giro desde y hacia la Av. Mariscal Sucre. La calzada de estos carriles es de hormigón armado y pavimento flexible; los carriles, por donde los vehículos circulan recto de norte a sur y de sur a norte, son de hormigón armado, mientras que los carriles centrales de desaceleración, para los giros a la izquierda y en U, son de pavimento flexible. (Foto N°3-10)

Foto N° 3-10: Calzada en la intersección a nivel

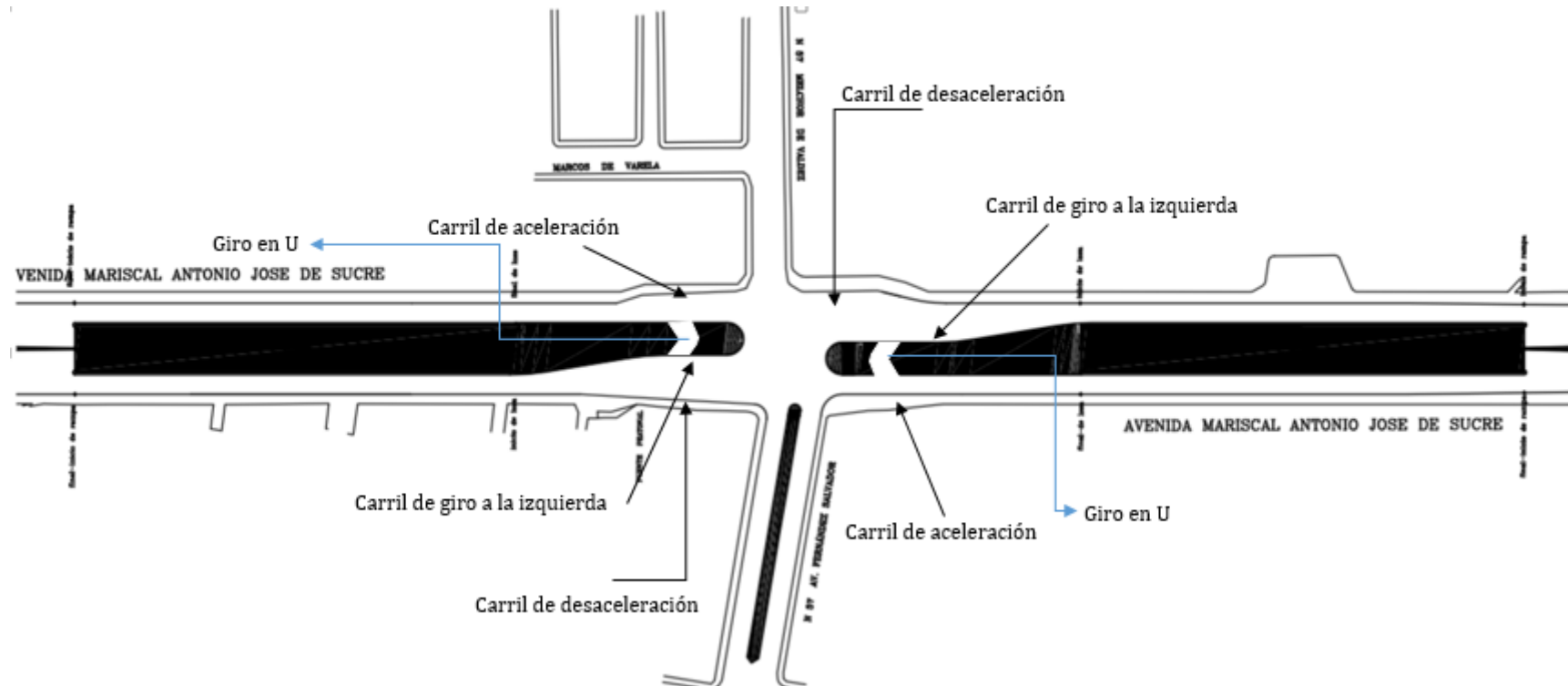


- **Carriles de aceleración y desaceleración para giros a la derecha, a la izquierda y en U**

Con el fin de mejorar las condiciones de tránsito vehicular en la intersección, a nivel, fue necesario y conveniente canalizar los movimientos de giros desde la Av. Mariscal Sucre hacia la izquierda, derecha y en U, mediante carriles complementarios de aceleración y desaceleración, de tal manera que los vehículos que realizan los giros no interfieran con los demás vehículos que continúan recto. (Ilustración N°3-15)

Los carriles de aceleración tienen el propósito de que los vehículos que se incorporan a la vía principal lo hagan a una velocidad similar a la de los vehículos que circulan por la calzada principal; así mismo, en el intercambiador de la Fernández Salvador estos carriles sirven como parada de buses de transporte público. (Foto N°3-11; Ilustración N°3-16)

Ilustración N° 3-15: Esquema básico de la intersección a nivel del intercambiador Fernández Salvador



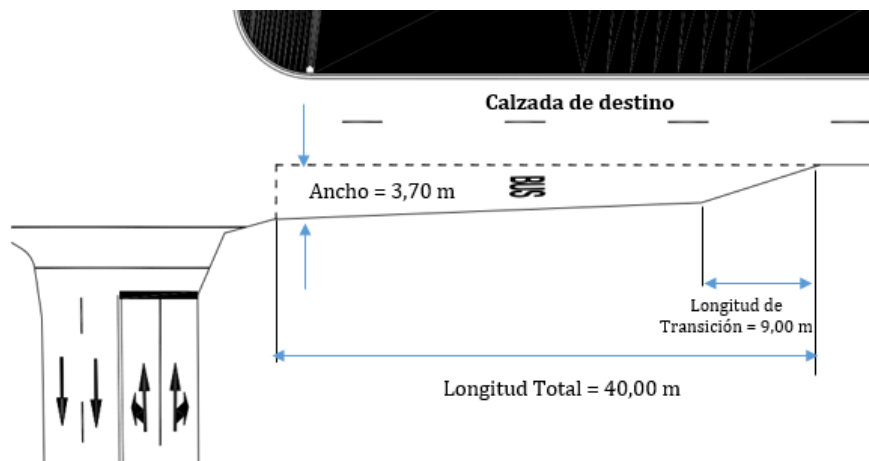
Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Foto N° 3-11: Carril de aceleración



El ancho recomendado para carriles de aceleración es el mismo ancho que el del carril adyacente, pero no menor de 3,30 metros. El ancho de los carriles de aceleración de este intercambiador varía de 3,75 metros en su parte más ancha a 3,00 metros.⁸³

Ilustración N° 3-16: Esquema básico del carril de aceleración



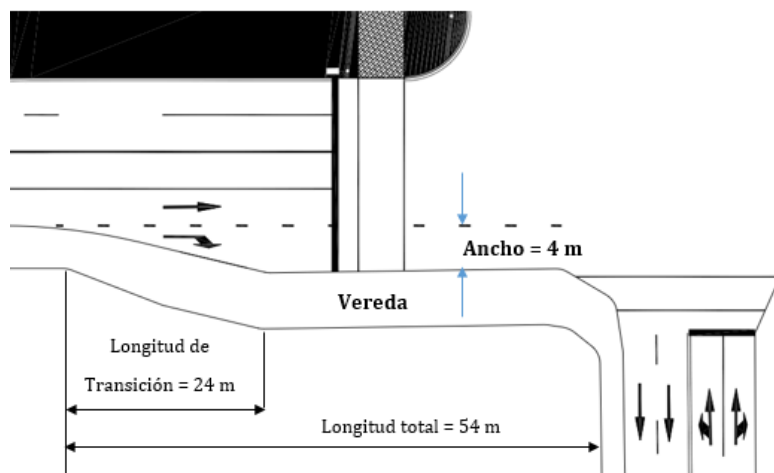
⁸³ (Ministerio de Transporte de Colombia, Insituto Nacional de Vías, 2008)

En cambio, los carriles de desaceleración tienen la finalidad de que los vehículos reduzcan la velocidad antes de realizar maniobras de viraje, sin que esto altere o modifique la velocidad de circulación de la calzada principal. En el intercambiador, los carriles de desaceleración permiten realizar giros a la izquierda y en U, en cambio, los carriles de desaceleración para realizar giros a la derecha se componen de un carril adicional y paralelo a la calzada principal, con una zona de transición de anchura variable. (Foto N°3-12; Ilustración N°3-17)

Foto N° 3-12: Carril de desaceleración para giros a la derecha



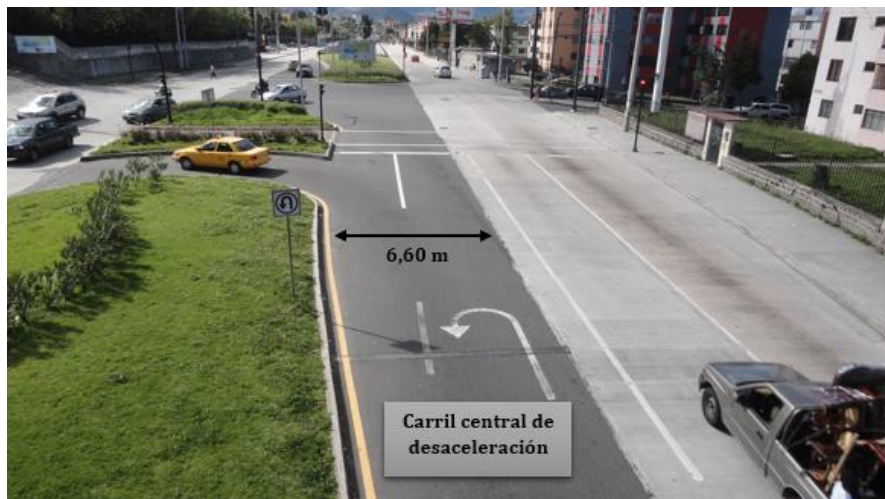
Ilustración N° 3-17: Esquema básico del carril de desaceleración



El ancho del carril de desaceleración debe corresponder al ancho del carril adyacente de la calzada principal, pero no menor de 3,30 metros. En este intercambiador se tiene que el ancho del carril de desaceleración, para realizar giros a la derecha, es de 4 metros⁸⁴.

Los carriles centrales de desaceleración tienen como finalidad lograr que los vehículos reduzcan la velocidad antes de realizar los giros a la izquierda y en U, sin que obstaculicen el tránsito de los vehículos que siguen recto. Para estos carriles se ha ensancho la calzada del empalme del ramal, en la intersección a nivel. Para los giros en U la velocidad de los vehículos está limitada por la visibilidad con la que un conductor pueda ver a otro vehículo, con preferencia de paso, lo que implicaría inclusive la detención total. (Foto N°3-13)

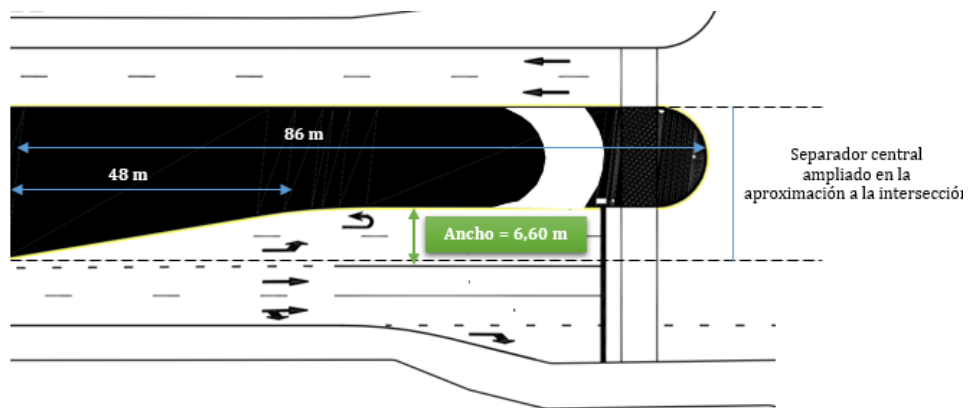
Foto N° 3-13: Carril central de desaceleración para giros a la izquierda y en U



Los carriles centrales de desaceleración para giros a la izquierda y en U de este intercambiador tienen un ancho de 6,60 metros, que corresponde a dos carriles de circulación, uno para giro a la izquierda y el otro para giro en U. La distancia de transición para los carriles de desaceleración es de 48 metros y la distancia total del parterre central que canaliza los carriles de desaceleración es de 86 metros. (Ilustración N°3-18)

⁸⁴ (Ministerio de Transporte de Colombia, Instituto Nacional de Vías, 2008)

Ilustración N° 3-18: Esquema básico del carril central de desaceleración



- **Islas**

Las islas son elementos que sirven para el manejo y control de conflictos de circulación en intersecciones. En el intercambiador se tiene dos islas, cuya finalidad es guiar el tránsito que gira a la izquierda, el tránsito que gira en U y como área para la instalación de semáforos. (Foto N°3-14) Así mismo, las islas del intercambiador sirven como paso a nivel, exclusivo para el cruce de peatones a través de la Av. Mariscal Sucre, las cuales tienen un dimensionamiento de 4 metros de ancho y están reguladas por semáforos.

Foto N° 3-14: Islas del intercambiador Fernández Salvador



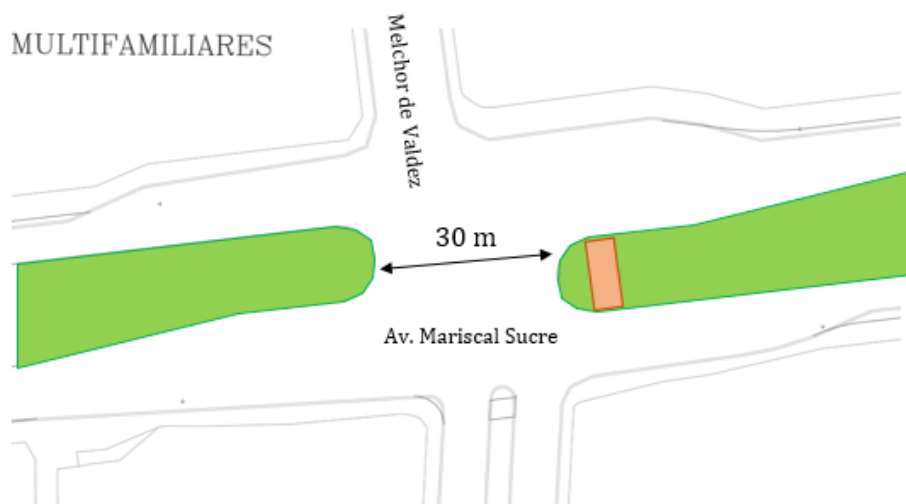
- **Separador central**

La abertura del separador debe ser por lo menos igual al ancho de la calzada que cruza, considerando pavimento más bermas; sin embargo, en el caso del intercambiador de la Fernández Salvador, al no tener bermas, no deberá ser menor a 12 metros de ancho, ⁸⁵ por lo que el ancho del separador central en este intercambiador es de 30 metros. (Foto N°3-15; Ilustración N°3-19)

Foto N° 3-15: Abertura del separador central



Ilustración N° 3-19: Abertura del separador central



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

⁸⁵ (Ministerio de Transporte de Colombia, Insituno Nacional de Vías, 2008)

- Pasos Peatonales

En el intercambiador de la Fernández Salvador, los peatones pueden cruzar la Av. Mariscal Sucre a través de un puente peatonal o a través de dos pasos peatonales controlados por semáforos.

El puente peatonal del intercambiador tiene un ancho de 1,50 metros con una altura de barandas de 1,20 metros y un gálibo de 5,0 metros. Para ingresar al puente se tiene escaleras de acceso, ubicadas en una acera de 5,0 metros de ancho próxima a la calzada. (Foto N° 3-16) Durante una observación en campo realizado el día 8 de Abril del 2016 se determinó que 264 personas cruzan por el puente en las horas pico de la mañana entre las 7:00 y 9:00, de éstas 176 personas lo hacen entre las 7:00 y las 8:00. Mientras que en la tarde, entre las 18:00 y 20:00, cruzan el puente 222 personas, de éstas 177 lo hacen entre las 18:00 y 19:00.

Foto N° 3-16: Puente peatonal sobre la intersección a nivel



Así mismo, se tiene dos pasos peatonales controlados por semáforos, los cuales se explican más adelante, en la parte correspondiente a señales horizontales y semáforos.

3.4. Dispositivos de control de tránsito

3.4.1. Señales de tránsito

Las señales de tránsito tienen como finalidad indicar a los usuarios sobre restricciones en la vía, advertirles sobre la presencia de algún obstáculo o inconveniente e informales sobre destinos y servicios a los que se pretende acceder de forma más directa y segura.

En el intercambiador de la Fernández Salvador hay señales verticales y horizontales, las cuales se complementan entre sí. Sin embargo, la mayoría de las señales de tránsito se encuentran en mal estado y poco visible, situación que se debe a la falta de educación y respeto por parte de cierto grupo de la población, quienes rayan, rompen y despintan las señales de tránsito. (Foto N°3-17)

Foto N° 3-17: Señales de tránsito en mal estado



3.4.1.1. Señales Verticales

Las señales verticales, a través de formas, colores y símbolos, transmiten un mensaje a los conductores y peatones. Estas señales son, generalmente, retroreflectivas a fin de que se las pueda ver tanto en el día como en la noche.

La mayoría de señales verticales, instaladas en las aceras tanto de la Av. Mariscal Sucre, como en la Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez, tienen

una altura mayor a 2 metros desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal, para evitar posibles obstrucciones a los peatones y la interferencia visual con vehículos parados.

A continuación se describe las señales de tránsito verticales que hay tanto en el intercambiador, como una cuadra al norte hasta la Av. Carlos V, una cuadra al sur hasta la Av. Vaca de Castro, una cuadra al este hasta la calle Pedro de Alvarado y una cuadra al oeste hasta la calle Marcos Varela. Dentro de esta área de estudio solamente se encontraron señales de tránsito reglamentarias e informativas, las cuales se indican a continuación en la Tabla N°3-3 y en las Ilustraciones N°3-20; N°3-21; N°3-22 y N°3-23.

Tabla N° 3-3: Inventario de señales verticales en el Intercambiador Fernández Salvador

	Cantidad	Código - INEN
SEÑALES REGLAMENTARIAS		
Giro en "U"	2	
Prohibido pesados	1	R3 - 2
Velocidad Máxima	5	R4 - 1
Reduzca Velocidad	2	R4 - 4
Prohibido estacionar	22	R5 - 1
Parada de bus	6	R5 - 6
SEÑALES INFORMATIVAS		
Destino	5	I - 1

Ilustración N° 3-20: Señales de tránsito verticales en el intercambiador de la Fernández Salvador

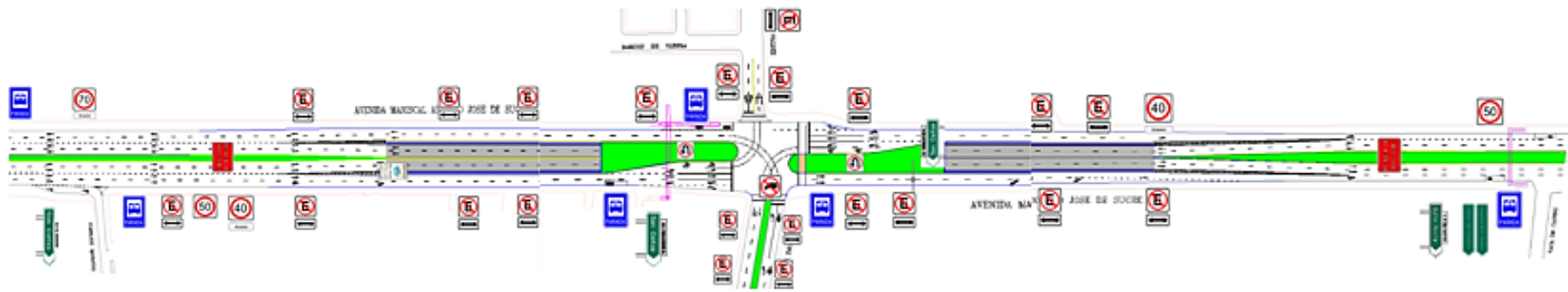


Ilustración N° 3-21: Señales de tránsito verticales en el tramo sur del intercambiador

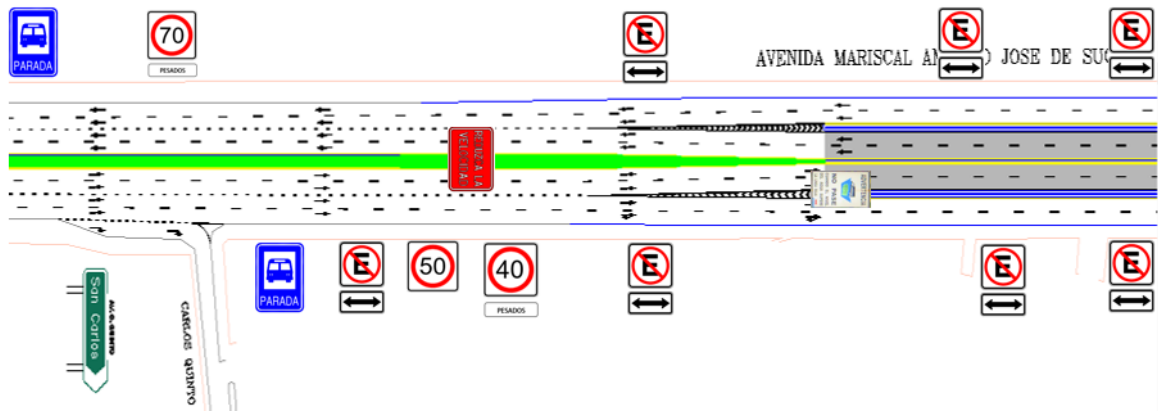


Ilustración N° 3-22: Señales de tránsito verticales en la intersección a nivel

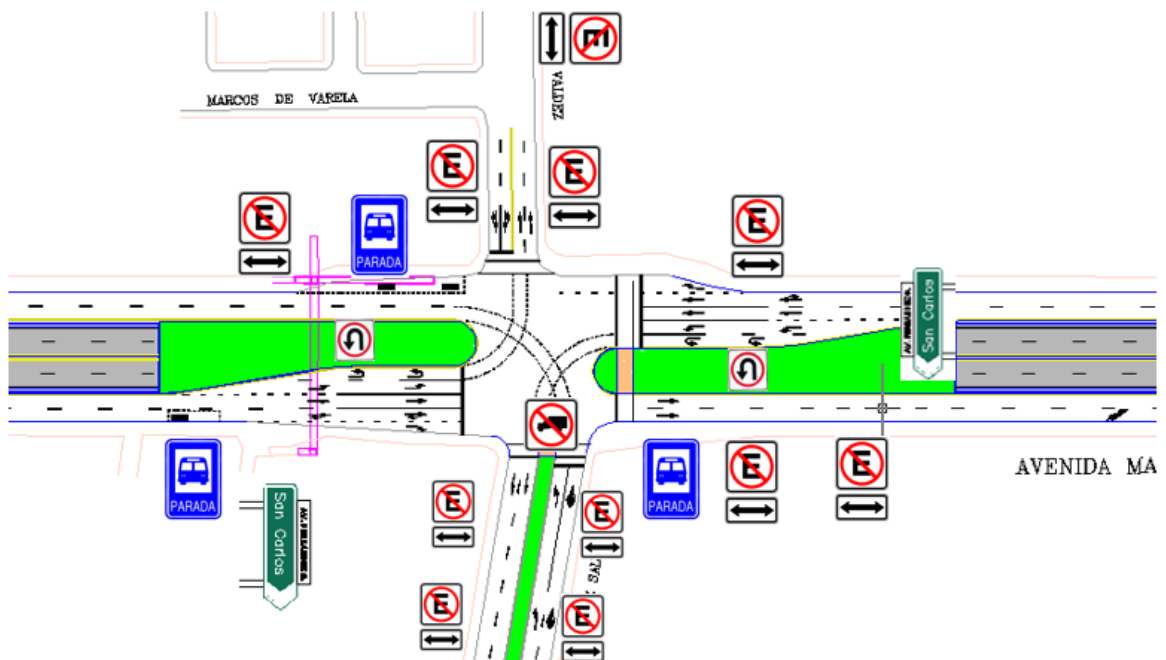
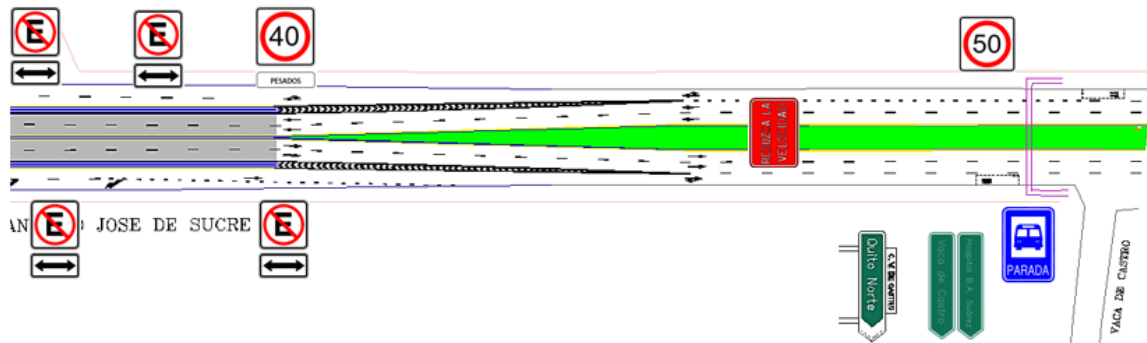


Ilustración N° 3-23: Señales de tránsito verticales en el tramo norte del intercambiador



3.4.1.1.1. Señales Regulatorias

Las señales regulatorias (Código R) regulan el tránsito e indican a los conductores sobre posibles restricciones o habilitaciones a la circulación vehicular y peatonal. La falta de cumplimiento de sus instrucciones, por parte del usuario, constituye una infracción de tránsito.

- Serie de movimiento y dirección (R2)

Giro en “U”: En el parterre central de la intersección a nivel están instaladas dos señales verticales de giro en “U”, las cuales indican al conductor que está permitido que los vehículos que se dirigen por la Av. Mariscal Sucre puedan girar en “U” y regresar en la dirección contraria. (Foto N°3-18) Sin embargo, antes de realizar esta maniobra, los conductores deben tener la suficiente visibilidad de los vehículos que se aproximan en la dirección contraria, para evitar una colisión con ellos.

Foto N° 3-18: Señal de Giro en “U”



- **Serie de restricción vehicular (R3)**

Prohibido Pesados (R3 - 2): Esta señal, ubicada en la intersección de la Av. Mariscal Sucre y Av. Fernández Salvador, prohíbe el ingreso y circulación de vehículos pesados por la Av. Fernández Salvador⁸⁶. (Foto N°3-19)

Foto N° 3-19: Señal de prohibido pesados



R3-2



⁸⁶ Se considera como vehículos pesados a los camiones y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques), de más de 4 toneladas de peso y doble llanta en las ruedas traseras.

- **Serie de límite máximo (R4)**

Límite máximo de velocidad (R4 - 1): Tanto al lado norte como al lado sur del intercambiador hay señales que indican el límite máximo de velocidad a la que un conductor puede conducir su vehículo tanto en la Av. Mariscal Sucre como dentro del intercambiador. (Foto N°3-20)

Se observa que las señales de límite de velocidad de 50 km/h y 40 km/h son complementadas con placas de “pesados”, las cuales indican que este límite de velocidad rige para vehículos pesados; mientras que en el resto de señales de límite de velocidad no se indica el tipo de vehículo sobre el cual ésta rige.

Foto N° 3-20: Señal de límite de velocidad



Reduzca la velocidad (R4 -4): Al ingreso de este paso deprimido, tanto al norte como al sur, hay dos señales de reduzca la velocidad; ellas, por seguridad, obligan a que los vehículos reduzcan la velocidad antes de entrar al paso deprimido, ya que la velocidad máxima permitida en la Av. Mariscal Sucre para vehículos livianos es de 90 km/h mientras que en el paso deprimido es 70 km/h. (Foto N°3-21)

Foto N° 3-21: Señal de reduzca la velocidad

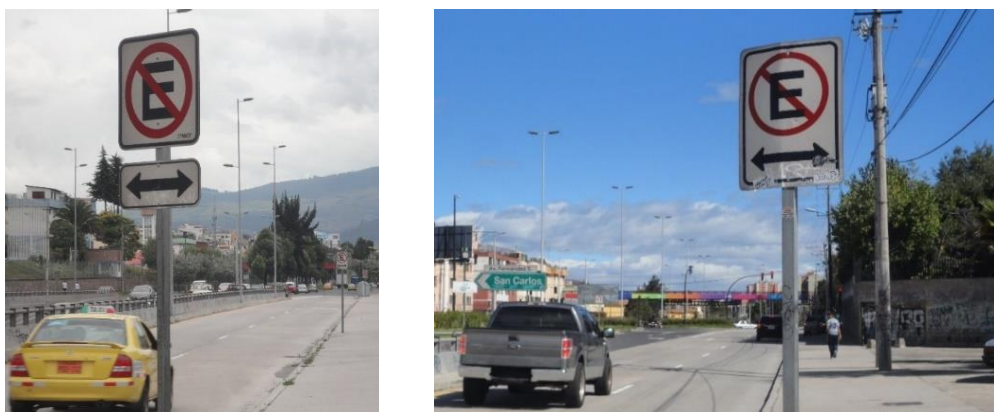


- **Serie de estacionamientos (R5)**

No estacionar (R5 - 1): En las tres vías que conforman el intercambiador de la Fernández Salvador está prohibido que los vehículos estacionen en la calzada, dentro del área especificada por las flechas, a partir del lugar donde se encuentra instalada la señal hasta la próxima intersección.

Las señales de prohibido estacionar, ubicadas en el área de estudio, no indican ningún horario en el cual se aplica esta restricción; por lo que se considera que está prohibido estacionarse, durante todo el tiempo, en el área especificada por la flecha. (Foto N°3-22)

Foto N° 3-22: Señales de Prohibido estacionar



Parada de bus (R5 – 6): Las 6 señales de parada de bus, observadas en el área de estudio, se encuentran ubicadas en la Av. Mariscal Sucre e indican el lugar donde los buses de transporte público deben detenerse para tomar y/o dejar pasajeros. A pesar de que esta señal es regulatoria de la serie de estacionamientos, su fondo es de color azul retroreflectivo, con el símbolo y letras de color blanco. (Foto N°3-23)

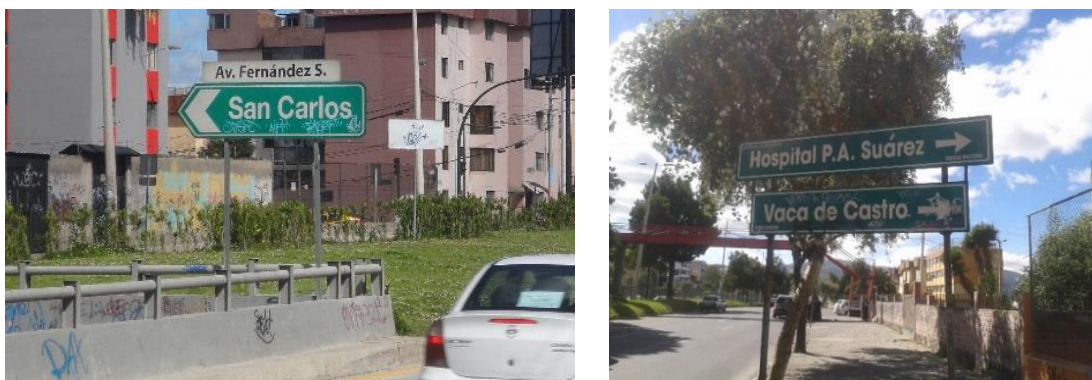
Foto N° 3-23: Señal de parada de bus



3.4.1.1.2. Señales Informativas

Señales Informativas de guía (I1): Las 5 señales informativas de guía, que se observan en el área de estudio, se encuentran ubicadas a lo largo de la Av. Mariscal Sucre, indican los barrios que hay más adelante y hacia los cuales se dirigen las calles señaladas. En el caso del intercambiador, los nombres de las calles están marcados en señales complementarias de fondo blanco y letras negras. (Foto N°3-24)

Foto N° 3-24: Señales informativas de guía



Tanto en la entrada norte como en la entrada sur del paso deprimido hay una señal que si bien no se enmarca dentro de ningún tipo de señal de tránsito vertical, podría considerarse como una señal de tránsito preventiva; ella advierte a los usuarios que, en caso de inundación, los vehículos no deben ingresar al paso deprimido. (Foto N°3-25)

Foto N° 3-25: Señal preventiva en caso de inundación



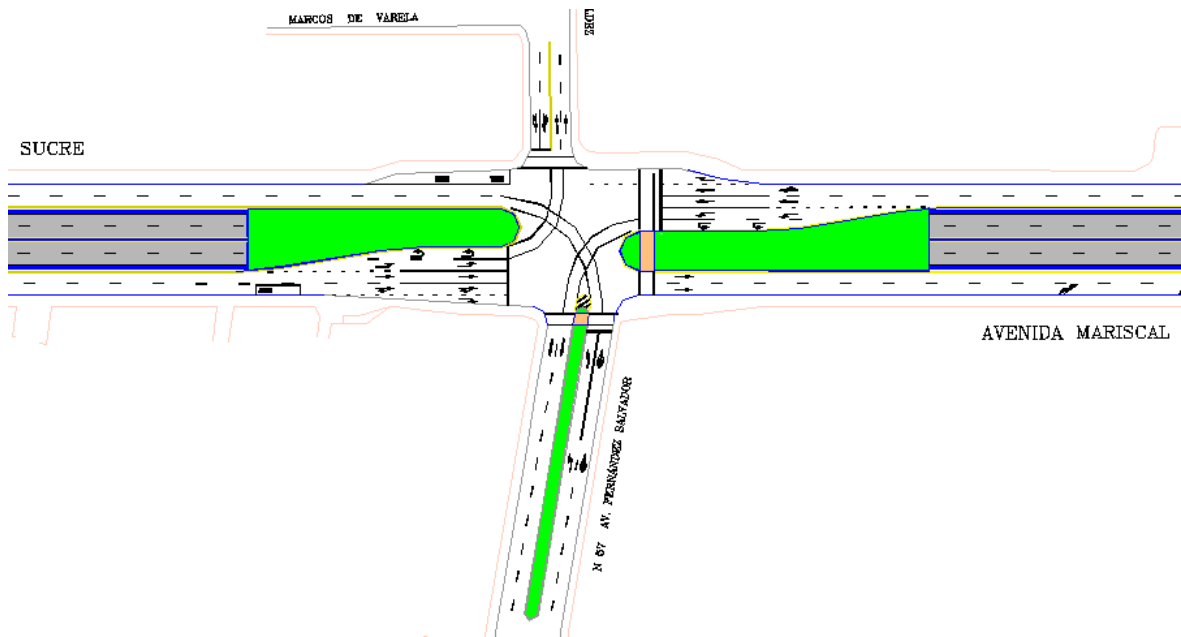
3.4.1.2. Señales Horizontales

En el intercambiador de la Fernández Salvador se observó señales horizontales, tales como líneas longitudinales, líneas transversales, símbolos, leyendas y tachas retroreflectivas.

Las señales horizontales, a más de complementar a las señales verticales y semáforos, tienen la ventaja de que al estar marcadas en la calzada logran transmitir su mensaje al conductor, sin que éste distraiga su atención de la vía. Sin embargo, en el tramo de análisis muchas de estas líneas se encuentran mal conservadas y ya no

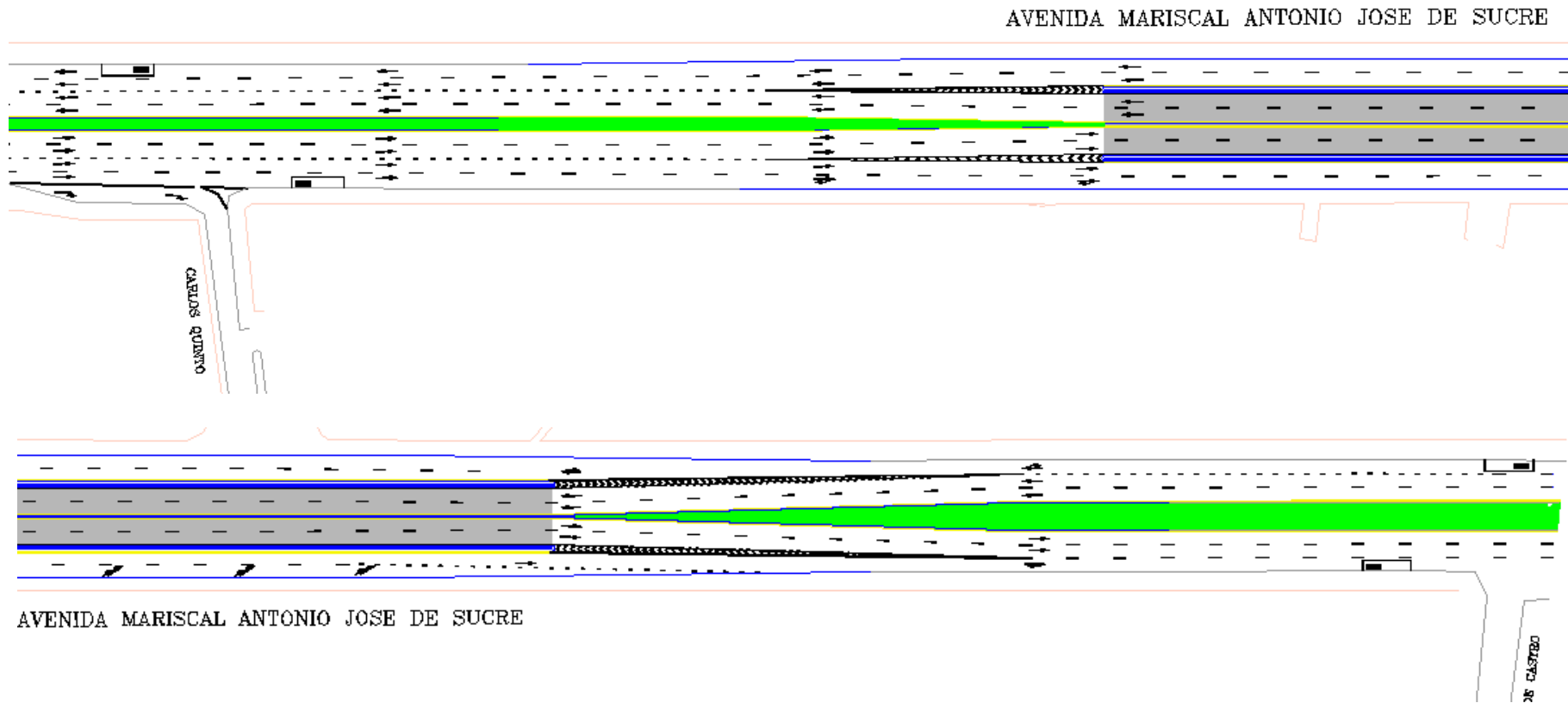
son visibles. Estas señales horizontales se muestran a continuación en la Ilustración N°3-24 y N°3-25.

Ilustración N° 3-24: Señales de tránsito horizontales en la intersección a nivel



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Ilustración N° 3-25: Señales horizontales en el lado sur del intercambiador y en el lado norte del intercambiador



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

3.4.1.2.1. Líneas longitudinales

Líneas de borde de la calzada: Estas líneas indican a los conductores, especialmente cuando la visibilidad es reducida, el lugar donde se encuentra el borde de la calzada, con el fin de que ellos se guíen por medio de esta señal y no se salgan de la calzada y golpeen o destruyan las aceras. Estas líneas se utilizan, generalmente, en carreteras y en vías perimetrales, por lo que ellas se observan solamente a lo largo de la Av. Mariscal Sucre.

La línea de borde blanco delimita el lado derecho de la calzada, con excepción de los ramales del intercambiador; mientras que la línea de borde amarillo delimita el parterre central y las islas del intercambiador. (Foto N°3-26) Las líneas se encuentran separadas 0,30 metros del bordillo y tienen un ancho de 0,15 m; en algunos tramos estas líneas son complementadas con tachas retroreflectivas del mismo color.

Foto N° 3-26: Línea de borde



Línea de separación de carriles: Son líneas segmentadas de color blanco. Ellas separan los flujos de tránsito que circulan en la misma dirección e indican a los conductores que pueden realizar maniobras de adelantamiento siempre y cuando no exista peligro de colisión. Las líneas de separación de carriles son de 0,12 metros de ancho, pintadas en segmentos de 3 metros y separadas longitudinalmente 6 metros.

Dentro del intercambiador, al aproximarse a la intersección a nivel, las líneas segmentadas se convierten en líneas continuas 20 metros antes de la línea de pare; en

el caso de los giros a la izquierda y en U, 10 metros antes de la línea de pare. (Foto N°3-27)

Foto N° 3-27: Líneas de separación de carriles



Línea de separación de flujo opuesto: La línea de separación de flujo opuesto se utiliza en vías bidireccionales, como es el caso de la calle Melchor de Valdez; en ella, por una sola calzada sin separación central, circulan los vehículos en ambas direcciones. Estas marcaciones se ubican generalmente en el centro de la calzada; sin embargo, en la calle Melchor de Valdez que tiene dos carriles de circulación en sentido oeste – este y un solo carril en sentido este – oeste, dicha ubicación no coincide con el eje central.

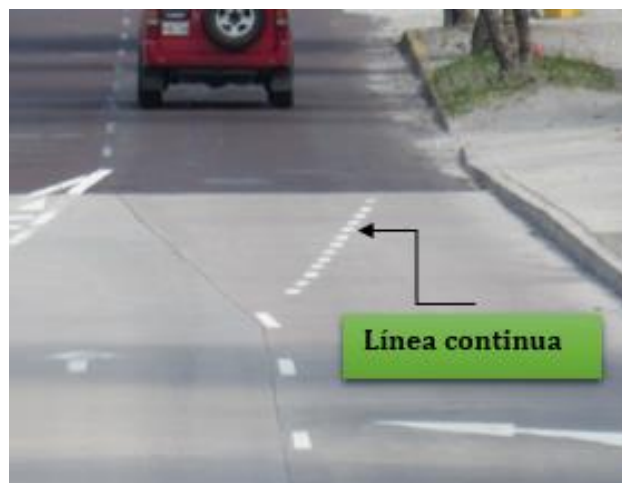
La línea de separación de flujos en la calle Melchor de Valdez es una línea mixta de color amarillo; ella se compone de una línea continua y algunos tramos de línea segmentada, los cuales permiten que los vehículos realicen los respectivos giros. (Foto N° 3-28)

Foto N° 3-28: Líneas de separación del flujo opuesto



Línea de continuidad: Estas líneas sirven de guía en una intersección para separar los carriles que siguen recto de los carriles que realizan algún giro; así mismo, para separar los carriles que ingresan o salen de un carril auxiliar. Dentro del área de estudio, se observa estas líneas en la entrada y salida de los ramales de enlace del intercambiador, en los carriles de aceleración y en todos los puntos de intersección entre la Av. Mariscal Sucre y los accesos a propiedades laterales. Estas líneas son segmentadas, de color blanco, con un ancho de 0,20 metros, pintadas en segmentos de 0,30 metros y espaciamiento entre sí de 0,20 metros. (Foto N°3-29)

Foto N° 3-29: Líneas de continuidad



3.4.1.2.2. Líneas Transversales

Línea de cruce peatonal: Las líneas de cruce peatonal demarcan una zona segura por la cual los peatones pueden cruzar la calzada. En el área de estudio hay dos tipos de líneas de cruce peatonal: pasos cebra y cruces peatonales controlados por semáforos.

- **Paso Cebra:** El paso cebra se conforma por franjas de color blanco paralelas al eje de la calzada, ellas delimitan una zona por la cual los peatones tienen derecho irrestricto para cruzar de manera segura. Cuando un conductor esté próximo a esta demarcación, deberá disminuir la velocidad y de manera obligatoria ceder el paso a cualquier peatón que esté cruzando por esta zona. (Foto N°3-30)

Foto N° 3-30: Paso cebra



- **Líneas de cruce controladas por semáforos peatonales:** Son dos líneas continuas de color blanco separadas entre sí una distancia de 4 metros; ellas delimitan una zona por donde los peatones tienen derecho a cruzar la calzada de forma temporal mientras la luz del semáforo indica que pueden hacerlo. Estas líneas se observan en los 4 accesos de la intersección a nivel. (Foto N°3-31)

Foto N° 3-31: Líneas de cruce peatonal controladas por semáforos



Línea de Pare: Es una línea blanca continua de 0,40 metros de ancho. Ella se ubica 2,50 metros antes de la demarcación de cruce peatonal e indica al conductor que deben detener el vehículo completamente detrás de esta línea hasta que tengan derecho de paso. En la intersección a nivel semaforizada esta línea indica al conductor que debe detener el vehículo detrás de esta línea cuando se encuentre frente a la luz roja del semáforo. (Foto N°3-32)

Foto N° 3-32: Línea de Pare



Línea de Ceda el Paso: Son líneas segmentadas de color blanco, las cuales se ubican antes del paso cebra y tienen segmentos pintados de 0,60 metros y un ancho que varía entre 0,40 metros y 0,60 metros.⁸⁷ Esta señal indica al conductor que, en caso de ser necesario, debe detener el vehículo detrás de esta línea y ceder el derecho

⁸⁷ Para velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho de estas marcaciones es de 400 mm, mientras que para vías con velocidades mayores a los 50 km/h el ancho es de 600 mm.

de paso a cualquier vehículo que se encuentre cruzando en la intersección. Dentro del área de estudio se observa líneas de ceda el paso en la intersección entre la Av. Fernández Salvador y Pedro de Alvarado. (Foto N°3-33)

Foto N° 3-33: Línea de Ceda el paso



3.4.1.2.3. Símbolos y Leyendas

Las señales horizontales que hay en el intercambiador de la Fernández Salvador se complementan con flechas, chevrones y leyendas.

Flecha recta: Esta flecha indica que el carril en el cual está pintada, éste se lo destina a la circulación en línea recta. Se observa estas flechas a la entrada y salida de los 4 carriles del paso deprimido y en los carriles laterales del intercambiador (ramales). (Foto N°3-34)

Foto N° 3-34: Flecha en dirección recta



Flecha de viraje: Esta flecha indica que el carril en el cual está pintada, se lo destina al tránsito que realiza giros en la dirección y sentido señalados por la flecha. Se observa estas flechas en los carriles de desaceleración del intercambiador, los cuales permiten realizar giros a la derecha y a la izquierda de la Av. Mariscal Sucre. (Foto N°3-35)

Foto N° 3-35: Flecha de viraje a la izquierda



Flecha recta y de viraje: Estas flechas indican que el carril en el cual están pintadas se lo destina tanto al tránsito que circula recto como al tránsito que realiza giros en la dirección y sentido indicado por la flecha. Esas flechas se observan antes

de llegar a la intersección a nivel, donde inician los carriles de aceleración y desaceleración y en las calles secundarias como la Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez. (Foto N°3-36)

Foto N° 3-36: Flecha recta y de viraje



Flecha de giro en “U”: Estas flechas indican que el carril en el cual están pintadas se lo destina al tránsito de vehículos que giran en “U”; así mismo, estas señales complementan a las señales verticales de giro en “U”. En la intersección a nivel del intercambiador existen dos flechas en “U”, la una indica que los vehículos pueden retornar al norte y la otra al sur. (Foto N°3-37)

Foto N° 3-37: Flecha recta y de viraje



Chevrones (señalización de tránsito divergente y convergente): Los chevrones son símbolos demarcados en el pavimento, que se ubican tanto a la entrada como a la salida de los ramales del intercambiador. Estas demarcaciones indican al conductor una zona de divergencia y convergencia segura entre los carriles del paso deprimido y los carriles del ramal para que los conductores puedan incorporarse de forma segura al tránsito principal.

Así mismo, los chevrones marcan un espacio neutral, el cual delimita un área por donde no se tiene tráfico vehicular, con la finalidad de prevenir conflictos en la nariz del borde de este espacio. Los chevrones observados tienen forma triangular, ellos son delineados por una línea de borde o línea de contorno de color blanco. (Foto N° 3-38)

Los 4 chevrones que hay en el intercambiador son complementados con líneas de continuidad, para lograr que la transición entre los carriles del paso deprimido y del ramal sea más segura y estable.

Foto N° 3-38: Chevrones (área de divergencia y convergencia)



Leyendas: Las leyendas pueden ser palabras, números y símbolos demarcados en el pavimento, las cuales son generalmente alargadas en la dirección del movimiento del tránsito, para que puedan ser legibles a máximas distancias. En los carriles de aceleración y desaceleración del intercambiador, a más de canalizar el tránsito que va a realizar los giros a la derecha, también sirven como parada de buses, en estos carriles se tiene la leyenda de “Bus” que permite que buses de servicio

público se detengan a recoger y dejar pasajeros: En la Av. Fernández Salvador existe una señal de parada de Taxis.

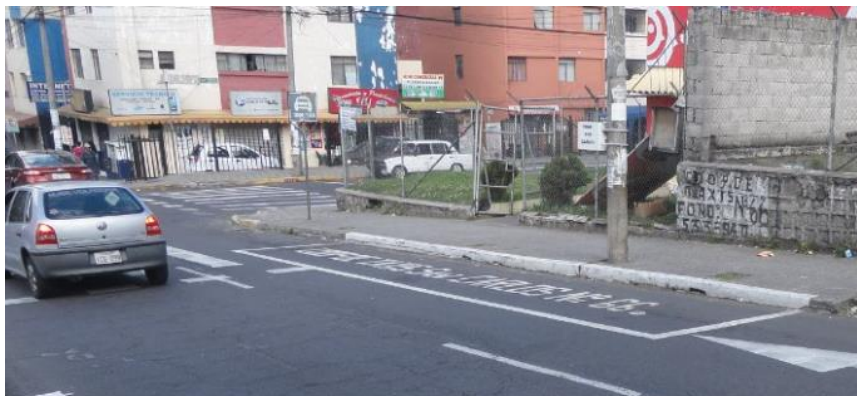
- a) Parada de buses:** Esta demarcación en el pavimento delimita el área donde los buses de transporte público deben detenerse a tomar y/o dejar pasajeros; a su vez estas señales complementan a la señal vertical de parada de bus. Esta señal está conformada por la leyenda de “BUS”, en color blanco y líneas segmentadas de color blanco. (Foto N° 3-39)

Foto N° 3-39: Leyenda de “BUS”



- b) Parada de Taxis:** Esta demarcación en el pavimento conformada por líneas segmentadas de color blanco y la leyenda de “TAXI” delimita el área destinada a la parada de taxis. (Foto N°3-40)

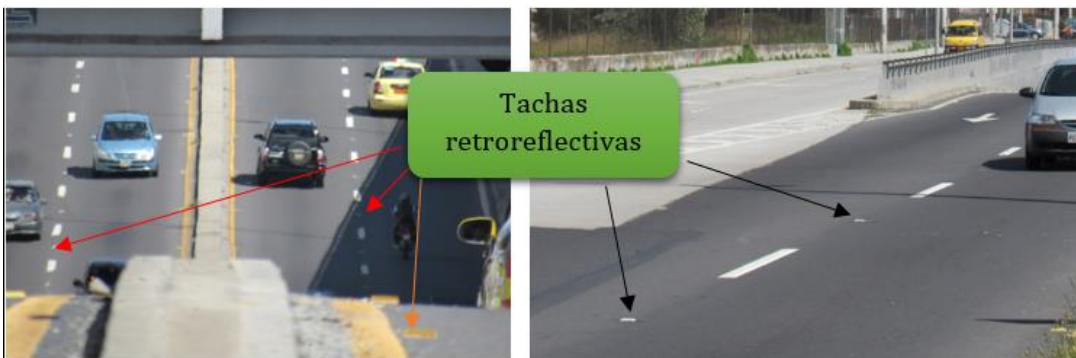
Foto N° 3-40: Zona de parada de taxis de la Cooperativa “San Carlos”



3.4.1.2.4. Tachas retroreflectivas

Las tachas retroreflectivas se utilizan para incrementar la visibilidad de la vía durante la noche. Las tachas retroreflectivas observadas en el intercambiador son cuadradas, de 0,10 metros de lado y se encuentran separadas cada 8 metros para líneas segmentadas de separación de carril. (Foto N°3-41)

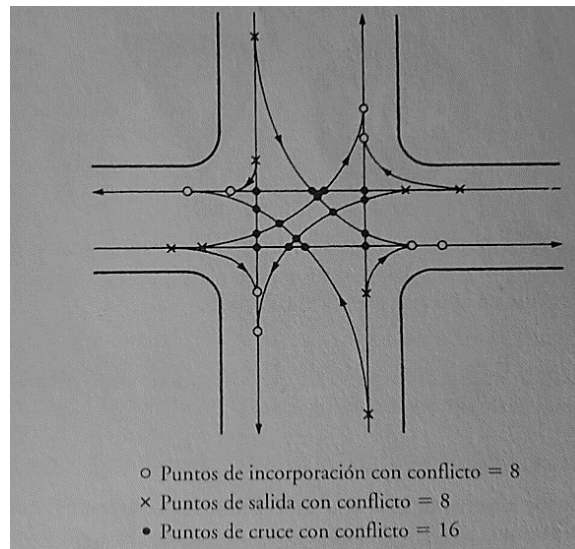
Foto N° 3-41: Tachas retroreflectivas



3.4.2. Semáforos

En la intersección a nivel, el trayecto de giro de los vehículos forma 8 puntos de convergencia o incorporación con conflicto, 8 puntos de divergencia o salida con conflicto y 16 puntos de cruce con conflicto; es justamente en estos últimos donde existe gran posibilidad de accidentes de tránsito. Por ello, para reducir el conflicto vehicular en estos 32 puntos se controla todos los accesos a la intersección mediante semáforos. (Ilustración N°3-26)

Ilustración N° 3-26: Puntos de conflicto vehicular en una intersección a nivel



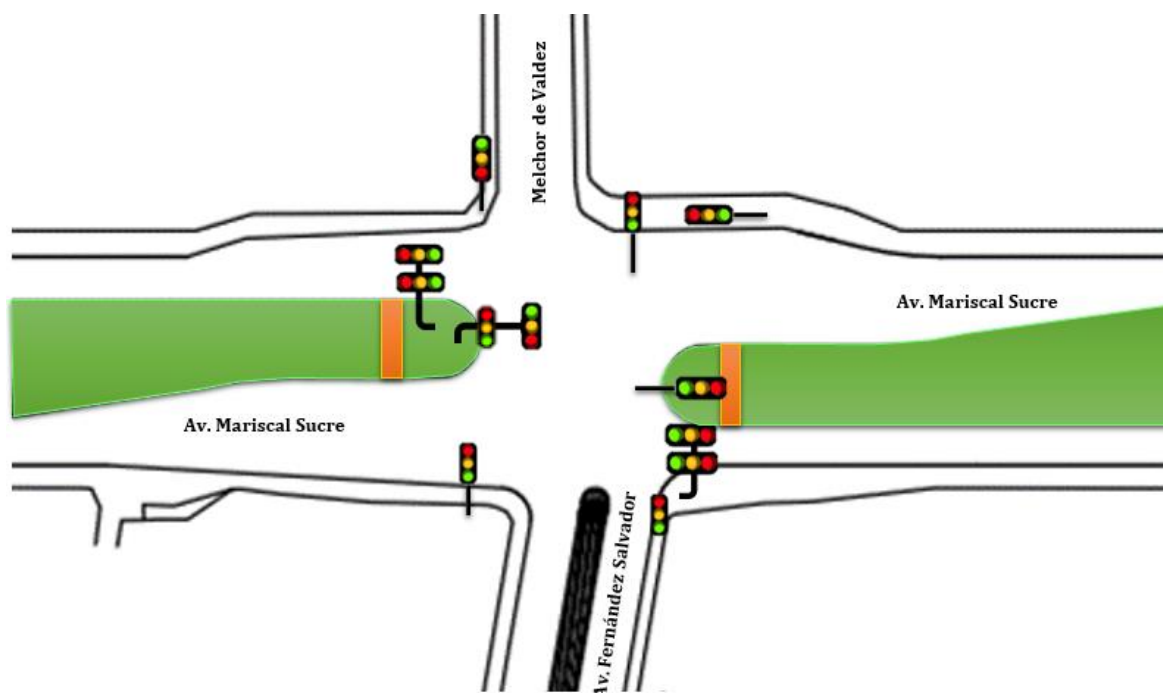
Fuente: (J.Garber & A. Hoel, 2007)

La instalación de semáforos en intersecciones debe ser debidamente justificada con un estudio previo de tráfico vehicular, ya que si estos dispositivos de control son mal planificados, la capacidad de las intersecciones tiende a disminuir por la interrupción alternada de los derechos de paso, lo que entorpece el tránsito de vehículos y peatones. En la intersección a nivel del intercambiador de la Fernández Salvador se utiliza semáforos vehiculares para controlar el tránsito vehicular y semáforos peatonales para regular los cruces peatonales.

3.4.2.1. Semáforos vehiculares

Los 4 accesos vehiculares a la intersección a nivel son controlados con semáforos estándares de 3 luces o 3 módulos que forman una unidad. Hay en total 12 semáforos vehiculares, de los cuales 4 semáforos funcionan mediante flechas de color verde, amarillo y rojo, para controlar los giros a la izquierda. (Ilustración N°3-27)

Ilustración N° 3-27: Semáforos vehiculares



Los tres colores del semáforo indican un mensaje hacia el conductor. El color rojo indica que el tránsito vehicular debe detenerse atrás de la línea de pare; la luz amarilla indica al conductor que debe disminuir la velocidad de circulación porque la luz está próxima a cambiar a roja; la luz verde indica que el tráfico vehicular puede circular normalmente recto, virar a la derecha o a la izquierda; a menos que una señal vertical u horizontal indique prohibición para realizar estos movimientos.

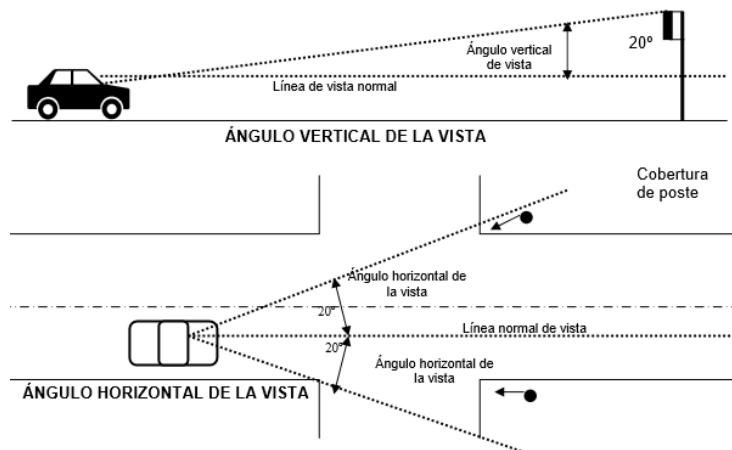
En el intercambiador se tiene dos tipos de semáforos vehiculares, aquellos que están sujetos sobre poste fijo y aquellos que se sostienen sobre báculos, los cuales están definidos por postes, codo y extensión de brazo de 3 metros, con una altura respecto a la superficie de la calzada de 6 metros. (Foto N°3-42; Ilustración N°3-28)

Los semáforos sujetos sobre báculos son muy importantes, ya que muchas veces los buses se detienen y tapan la visibilidad de los semáforos que están sujetos sobre postes; así mismo, al llegar a la intersección se tiene calzadas de 9,90 metros de ancho por lo que los semáforos anclados en la acera no están dentro de la línea de visión del conductor.

Foto N° 3-42: (Izquierda) Semáforo sujeto sobre poste. (Derecha) Semáforo sobre báculo



Ilustración N° 3-28: Cono de visión de un conductor



Fuente: (Reglamento técnico Ecuatoriano. RTE INEN. 004, 2012)

Dentro del análisis del control de intersecciones con semáforos es necesario precisar dos términos muy importantes: ciclo de semáforo y fase; ellos nos ayudarán a comprender la forma de operación de los semáforos de la intersección a nivel del intercambiador de la Fernández Salvador.

Una fase es “la combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. Una fase puede significar un solo movimiento vehicular, un solo movimiento peatonal, o una combinación de movimientos peatonales y vehiculares”. (Cárdenas G. & Cal y Mayor

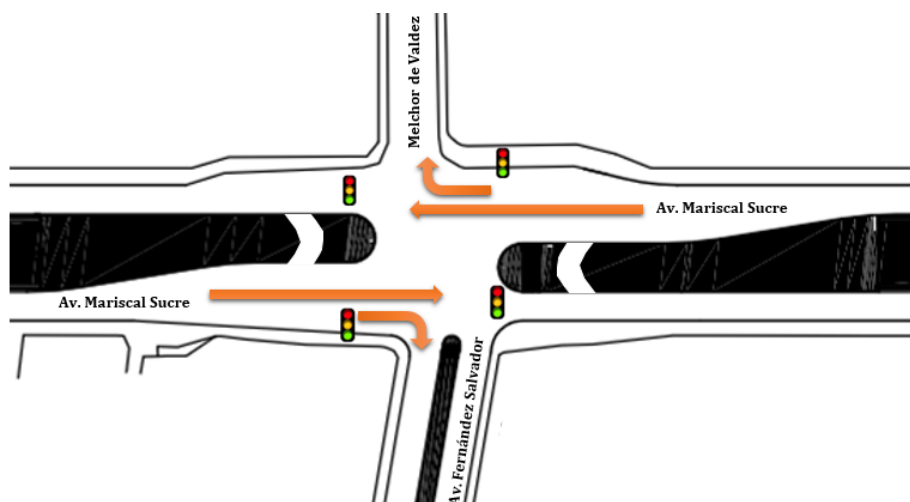
R. , 2007, pág. 445). Una fase comienza con la luz amarilla, la cual detiene a los movimientos que pierden el derecho de paso y termina con el final del verde de los que lo ganan. Por lo tanto, una fase consta de un intervalo amarillo, un todo rojo⁸⁸ y uno verde.

El ciclo o longitud de ciclo es “el tiempo necesario para que se cumpla una secuencia completa de todas las indicaciones (luces) del semáforo”.

A continuación, en las siguientes ilustraciones y tablas se indica los ciclos de los semáforos vehiculares, los cuales controlan cada fase vehicular. Para ello, se realizó un conteo de tiempos de luz verde, amarilla y todo roja, el día 8 de Abril del 2016, de 7:00 a 9:00, de 17:30 a 19:30 y de 22:00 a 24:00.

- **Fase N°1:** Se compone de los movimientos vehiculares en la Av. Mariscal Sucre, que siguen recto de norte a sur y viceversa y de los giros a la derecha hacia la Av. Fernández Salvador y hacia la calle Melchor de Valdez. (Ilustración N°3-29)

Ilustración N° 3-29: Fase de movimientos N°1



⁸⁸ Es el tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara entrar a la intersección. (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007)

Tabla N° 3-4: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°1⁸⁹

	FASE 1: Av. Mariscal Sucre		
	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
Mañana	22	3	97
Tarde	18	3	84
Noche	17	3	67

- **Fase N°2:** Se compone de los movimientos vehiculares en la Av. Mariscal Sucre que realizan giros a la izquierda hacia la Av. Fernández y hacia la calle Melchor de Valdez. (Ilustración N°3-30)

Ilustración N° 3-30: Fase de movimientos N°1

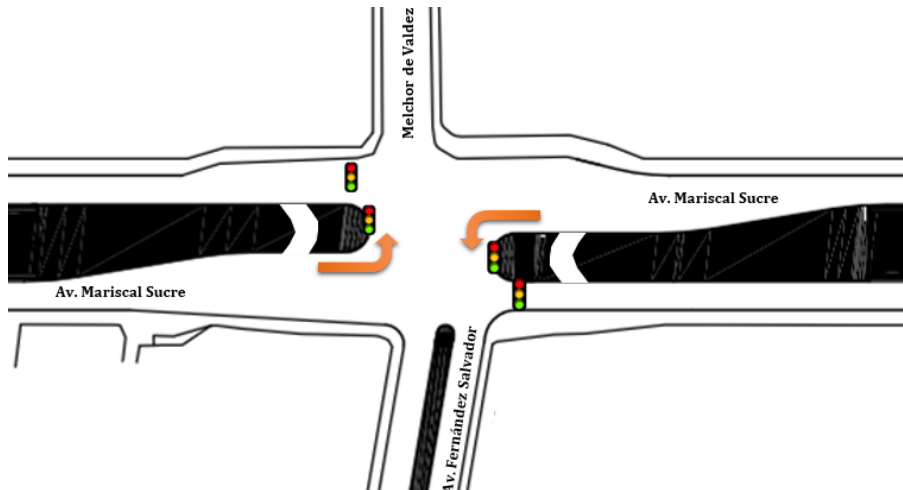


Tabla N° 3-5: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°2.⁹⁰

	FASE 2: Giros en Av. Mariscal Sucre		
	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
Mañana	24	3	94
Tarde	15	3	86
Noche	17	3	67

⁸⁹ Anexo N° 3-7

⁹⁰ Anexo N° 3-8

- **Fase N°3:** Se compone de los movimientos vehiculares en la Av. Fernández Salvador que se dirigen hacia la calle Melchor de Valdez y de los giros a la izquierda y derecha hacia la Av. Mariscal Sucre. (Ilustración N°3-31)

Ilustración N° 3-31: Fase de movimientos N°3

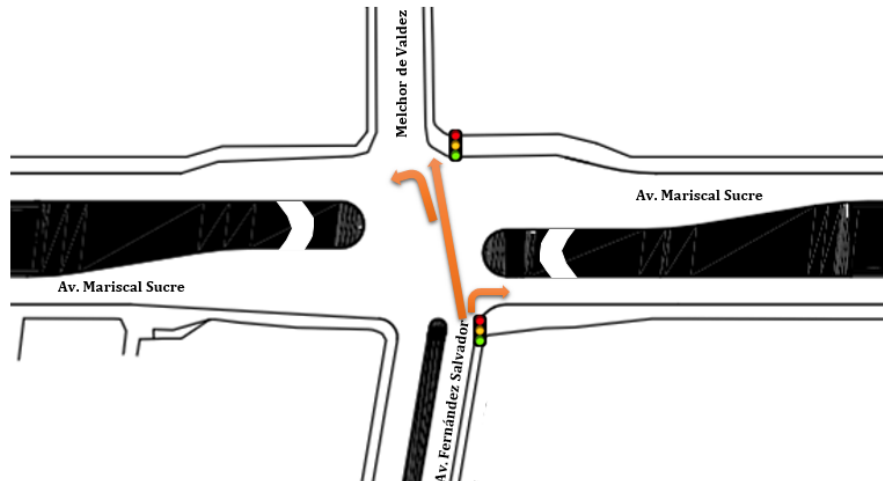


Tabla N° 3-6: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°3. ⁹¹

	FASE 3: Av. Fernández Salvador		
	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
Mañana	41	3	78
Tarde	41	3	60
Noche	24	3	61

- **Fase N°4:** Se compone de los movimientos vehiculares en la calle Melchor de Valdez que se dirigen recto hacia la Av. Fernández Salvador y de los giros a la izquierda y derecha hacia la Av. Mariscal Sucre. (Ilustración N°3-32)

⁹¹ Anexo N° 3-9

Ilustración N° 3-32: Fase de movimientos N°4

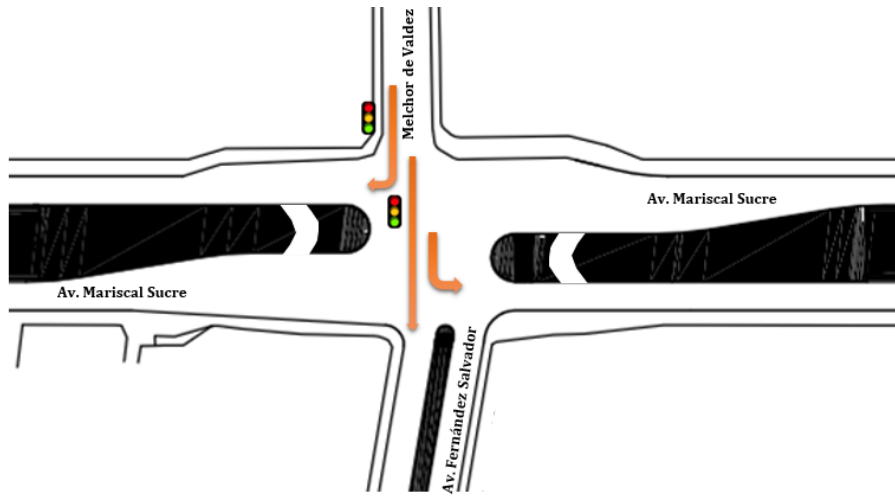


Tabla N° 3-7: Tiempos de ciclo semafórico de la Fase N°4. ⁹²

	FASE 4: Calle Melchor de Valdez		
	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
Mañana	23	3	95
Tarde	18	3	84
Noche	17	3	67

A continuación en las Ilustraciones N°3-33, N°3-34 y N°3-35 se analiza el ciclo de los semáforos para las 4 fases que hay en la intersección a nivel, tanto en el día, tarde y noche; con el propósito de indicar la fase que tiene prioridad de paso sobre las demás.

⁹² Anexo N° 3-10

Ilustración N° 3-33: Ciclos de semáforos en la mañana (7:00 – 9:00)



Ilustración N° 3-34: Ciclos de semáforos en la tarde (17:30 – 19:30)

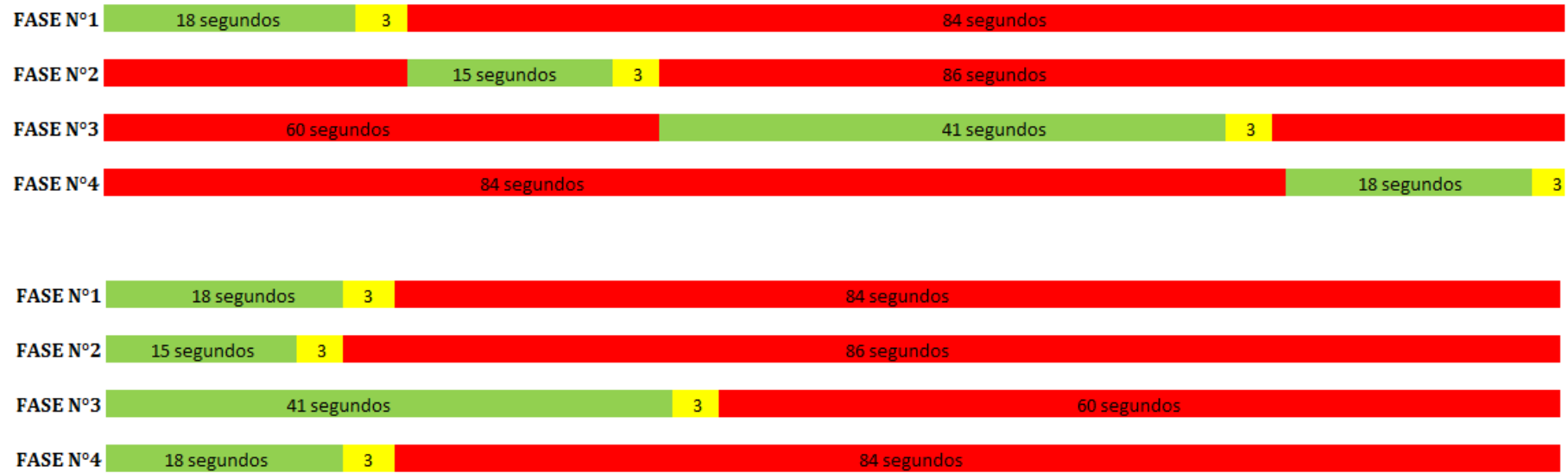


Ilustración N° 3-35: Ciclos de semáforos en la noche (22:00 – 23:00)



De los movimientos vehiculares que se realizan en las 4 fases de la intersección a nivel, son los de la Fase N°3, correspondiente a los movimientos desde la Av. Fernández Salvador, los que gobiernan sobre los demás movimientos y por lo tanto los que tienen mayor prioridad de derecho de paso. Esto se debe a que el tránsito que circula en dirección recta por la Av. Mariscal Sucre es escaso, ya que para ello la mayoría de vehículos utiliza el paso deprimido; por otro lado, al ser la calle Melchor de Valdez una vía tipo colectora – local no aporta el mismo aforo vehicular que la Av. Fernández Salvador.

Así mismo, se observa que durante la noche, al reducir el flujo vehicular por el intercambiador, los intervalos del ciclo de los semáforos son muy parecidos, por lo que las 4 fases gozan del mismo tiempo de derecho de paso.

3.4.2.2. Semáforos peatonales

En el intercambiador de la Fernández Salvador se tiene en total 8 semáforos peatonales ubicados 4 en sentido este – oeste y los otros 4 en sentido oeste - este, cuya finalidad es regular y controlar los cruces peatonales a través de la Av. Mariscal Sucre.

Los semáforos peatonales son de dos cuerpos, por lo que están instalados verticalmente con la figura color verde en la parte inferior y la figura color rojo en la parte superior. Su funcionamiento es el siguiente:

La figura verde de un hombre que camina indica al peatón que puede cruzar la calzada en la dirección indicada y por la zona peatonal delimitada, mientras que la figura de un hombre parado de color rojo indica al peatón que no debe cruzar la calzada. Los semáforos peatonales no tienen luz intermedia entre el verde y rojo, por lo que una luz verde intermitente avisa a los peatones que el tiempo para cruzar la calzada está próximo a finalizar. (Foto N° 3-43)

Foto N° 3-43: (Izquierda) Semáforo sujeto sobre poste. (Derecha) Semáforo sobre báculo



Durante una observación en campo, realizada el día 8 de Abril del 2016, se pudo observar que durante las horas pico de la mañana entre las 7:00 y 9:00 ocupan 270 personas el cruce peatonal, de éstas 216 personas cruzan de 7:00 a 8:00; mientras que en la tarde, entre las 18:00 y 20:00, cruzan por esta zona 238 personas de las cuales 213 personas cruzan de 18:00 a 19:00.

Así mismo, se observó que los semáforos peatonales del intercambiador no disponen de botones de control de tránsito peatonal, por lo que estos semáforos están regularizados con temporizadores que varían de acuerdo al tramo y a la hora que se va a cruzar. Por ejemplo, al cruzar desde el lado occidental de la Av. Mariscal Sucre hacia el parterre central durante el día, el semáforo marca un tiempo de 60 segundos; mientras que cruzar desde el parterre central al lado oriental de la Av. Mariscal Sucre marca un tiempo de 20 segundos. En cambio, durante la noche, cruzar desde el lado occidental hacia el parterre central, el semáforo marca 46 segundos; desde el parterre central al lado oriental marca 20 segundos.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR

Mediante el análisis de los tres parámetros fundamentales del flujo vehicular: volumen vehicular, capacidad y velocidad, se determina la forma y comportamiento del tránsito dentro de un sistema vial. De esta manera se evalúa su eficiencia operacional y se señala posibles problemas de congestión vehicular.

Para analizar estos problemas en el intercambiador de la Av. Fernández Salvador, se analiza el flujo vehicular de manera puntual en la intersección a nivel del intercambiador y en un tramo del mismo, esto es, el paso deprimido.

En forma general, se observa que el flujo vehicular tanto al norte como al sur del intercambiador, se asemeja a una corriente hidráulica en la cual la mayor velocidad y capacidad se logra en el carril del medio, mientras que en los carriles extremos existen fricciones debido a las paradas de buses y taxis, giros en U, giros a la izquierda y giros a la derecha.

4.1. Volumen vehicular

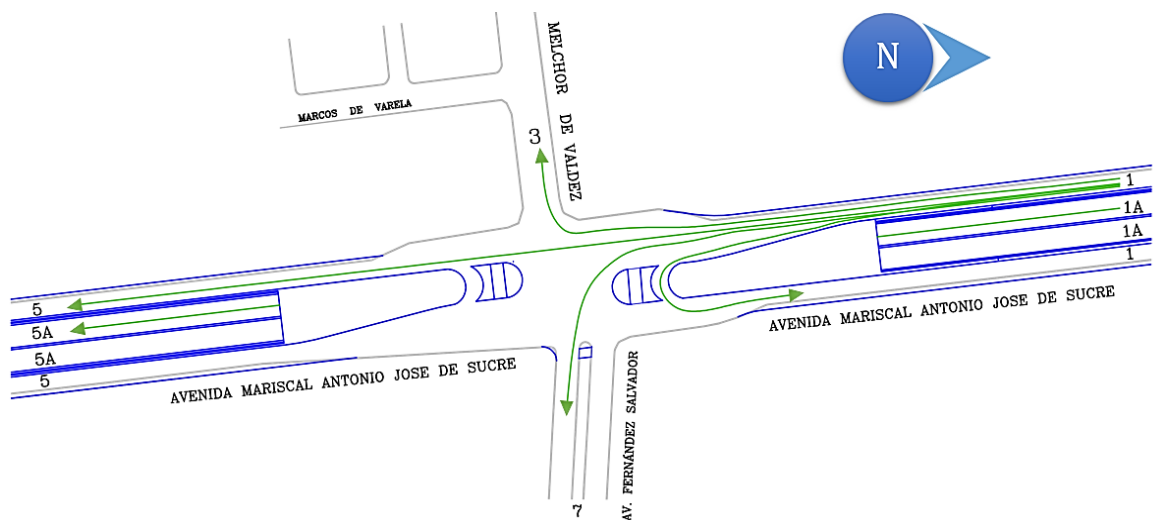
Todos los medios físicos y estáticos del tránsito, como es el caso de las intersecciones, están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tránsito vehicular. El volumen vehicular constituye el parámetro más importante dentro del análisis del flujo vehicular, ya que proporciona información relacionada al movimiento de vehículos dentro de un sistema vial.

Por medio del análisis del volumen vehicular se puede establecer los períodos, horas, días y meses que presentan la máxima demanda de tránsito en un punto o sección de una vía. Por lo que determinar tanto el volumen vehicular como el horario en el cual se produce el máximo volumen resulta sumamente importante al momento

de prever con la debida anticipación controles de tránsito y trabajos de mantenimiento vial.

Para determinar la cantidad de vehículos que circulan por un sistema vial se requiere realizar un conteo o aforo vehicular, el cual constituye la medida básica más importante de la Ingeniería de Tránsito. Sin embargo, antes de realizar los conteos vehiculares se necesita conocer todos los movimientos vehiculares que conforman el intercambiador, los cuales se indican a continuación⁹³.

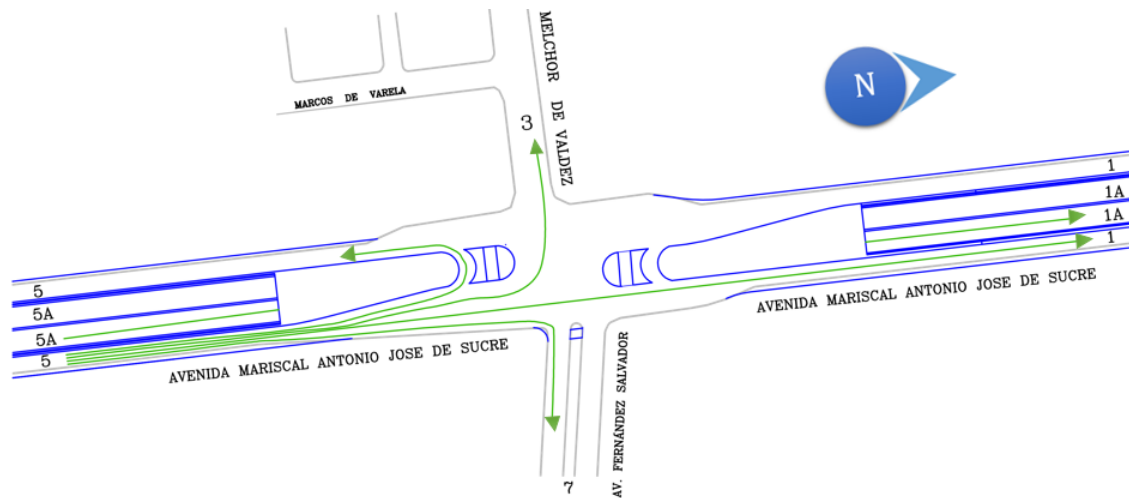
Ilustración N° 4-1: Movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Norte - Sur



Movimiento	Código
Norte - Sur (Paso deprimido)	1A - 5A
Norte - Sur (Intersección a nivel)	1 - 5
Norte - Oeste	1 - 3
Norte - Este	1 - 7
Norte - Norte (Giro en "U")	1 - 1

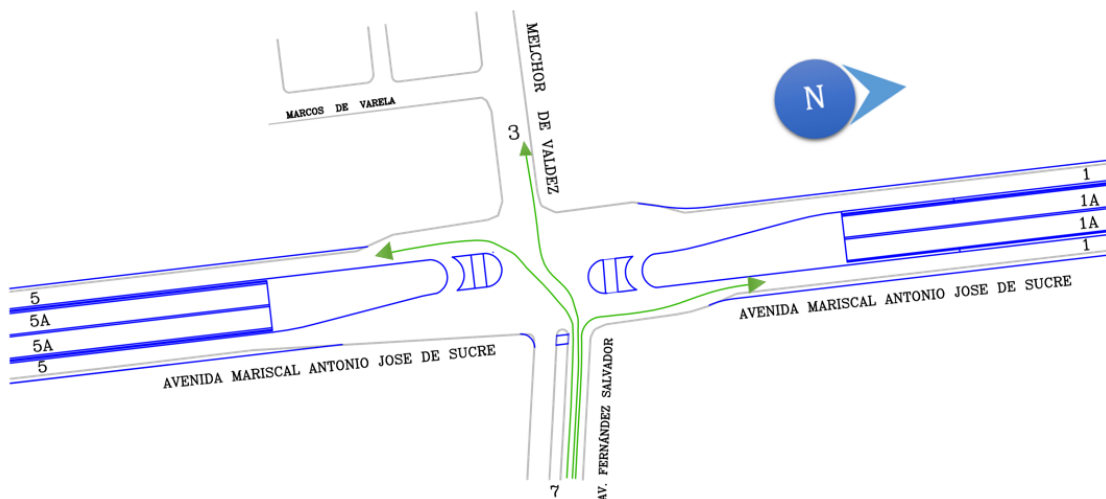
⁹³ Para codificar los giros se utiliza una convención de origen - destino, en el cual a cada aproximación se le asigna una numeración, empezando en 1 y continuando con números impares en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Ilustración N° 4-2: Movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Sur – Norte



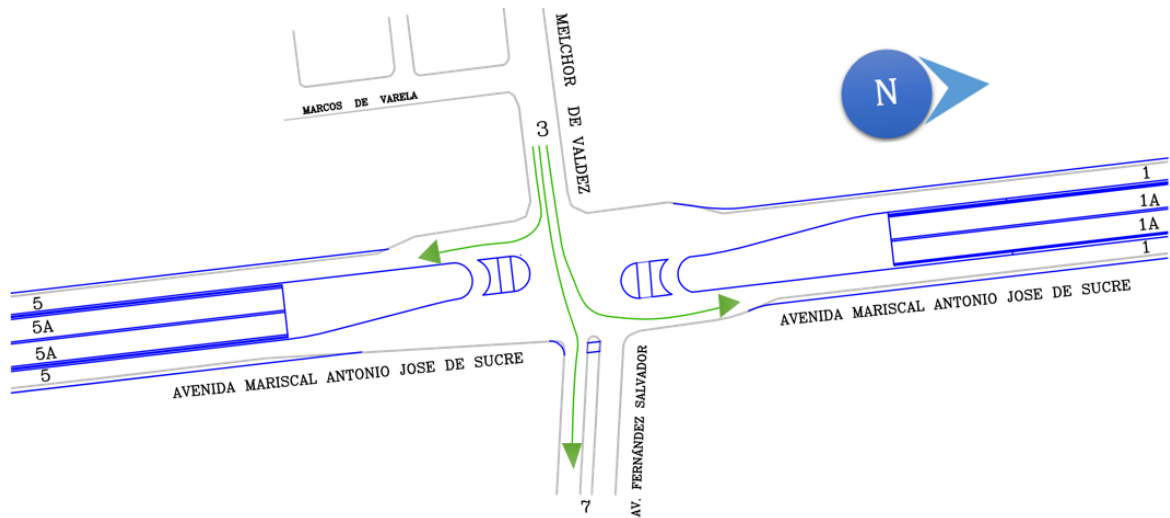
Movimiento	Código
Sur - Norte (Paso deprimido)	5A - 1A
Sur - Norte (Intersección a nivel)	5 - 1
Sur - Oeste	5 - 3
Sur - Este	5 - 7
Sur - Sur (Giro en "U")	5 - 5

Ilustración N° 4-3: Movimiento vehicular en la Av. Fernández Salvador. Sentido Este - Oeste



Movimiento	Código
Este - Oeste	7 - 3
Este - Norte	7 - 1
Este - Sur	7 - 5

Ilustración N° 4-4: Movimiento vehicular en la calle Melchor de Valdez. Sentido Oeste - Este



Movimiento	Código
Oeste - Este	3 - 7
Oeste - Norte	3 - 1
Oeste - Sur	3 - 5

A través del intercambiador de la Av. Fernández Salvador se realiza un total de 16 movimientos vehiculares. De estos, 2 movimientos se realizan por el paso deprimido y los 14 restantes se realizan en la intersección a nivel.

A continuación, en las siguientes tablas, gráficos e ilustraciones, se muestra los volúmenes de tráfico absolutos o totales y los volúmenes de tráfico promedio diarios, los cuales se obtienen a partir de conteos vehiculares automáticos y manuales.

Los conteos automáticos fueron realizados desde el día lunes 18 de enero del 2016 al domingo 24 de enero del 2016, durante un período de 24 horas⁹⁴. Mientras que los conteos manuales clasificados fueron realizados el 25 de marzo del 2016 y el viernes 8 de abril de 2016.

⁹⁴ Los conteos automáticos fueron realizados por el Centro de Gestión de la Movilidad EPMMOP y Secretaría de Movilidad

4.1.1. Tránsito semanal

De acuerdo a los volúmenes vehiculares que se presentaron en la semana del 18 al 24 de enero del 2016, se observa que por el intercambiador de la Av. Fernández Salvador circulan semanalmente cerca de 1'000.000 V.L.E. El día que presenta mayor volumen vehicular, durante la semana, es el día viernes, mientras que el día que presenta menor volumen vehicular es el domingo.

Sin embargo, si bien los días sábado y domingo presentan un menor volumen vehicular, de manera general, durante todo el día, es durante la madrugada de estos días, entre las 0:00 a 5:00, que se observa un mayor volumen vehicular que el resto de días. Esto explicaría la gran cantidad de accidentes de tránsito que ocurre en la Av. Mariscal Sucre durante la madrugada del día sábado y del domingo.

El resto de días de la semana, entre el lunes y el jueves, se observa que los volúmenes vehiculares son muy similares; por lo que dentro del estudio de flujo vehicular, estos días son considerados como días típicos de la semana o días ordinarios.

En la Tabla N° 4-1 y Gráfico N° 4-1 se observa el volumen vehicular que se presentó en el intercambiador, durante la semana del 18 al 24 de Enero del 2016.

Tabla N° 4-1: Volumen semanal en el Intercambiador “Fernández Salvador”⁹⁵

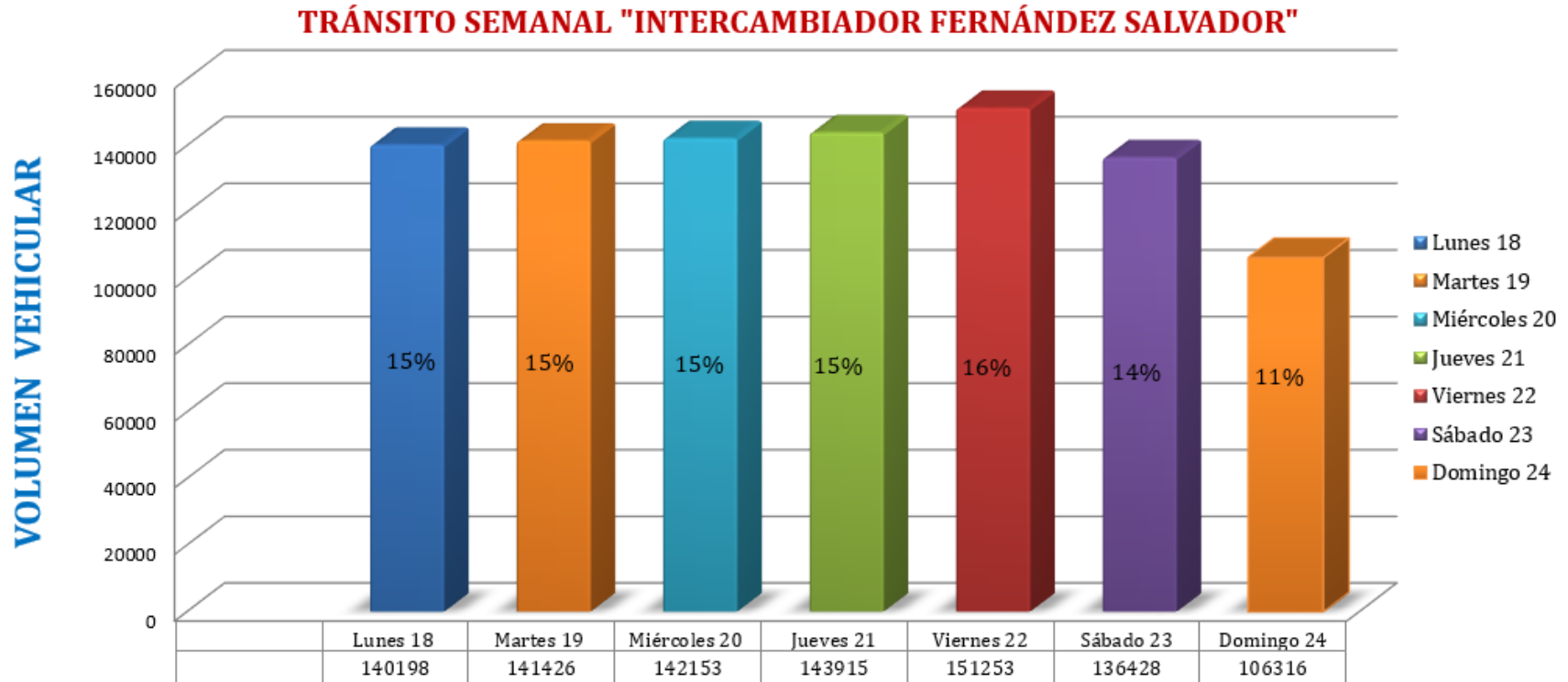
HORA	DÍA						
	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00 - 1:00	464	793	662	840	1.027	2.303	1.962
1:00 - 2:00	271	418	350	514	632	1.529	1.457
2:00 - 3:00	141	364	249	376	557	1.410	1.452
3:00 - 4:00	264	373	350	444	567	1.259	1.097
4:00 - 5:00	577	758	639	688	931	1.167	803
5:00 - 6:00	2.052	2.110	2.099	2.114	2.212	1.902	1.006
6:00 - 7:00	8.103	7.977	7.795	8.191	8.056	3.734	1.460
7:00 - 8:00	9.121	9.064	8.668	9.190	9.111	6.925	4.938
8:00 - 9:00	8.273	8.683	8.137	8.502	8.844	7.928	5.864
9:00 - 10:00	8.125	8.133	7.829	8.288	8.179	8.369	5.786
10:00 - 11:00	8.688	8.156	8.293	7.507	8.444	8.487	7.721
11:00 - 12:00	8.204	8.137	8.101	8.190	8.603	8.603	8.109
12:00 - 13:00	8.731	9.031	8.773	9.247	9.077	8.586	6.838
13:00 - 14:00	9.193	9.109	8.931	9.129	9.344	8.775	7.162
14:00 - 15:00	8.942	9.084	8.785	8.822	9.257	7.925	6.394
15:00 - 16:00	8.779	8.578	8.930	8.630	9.551	7.585	6.405
16:00 - 17:00	8.130	7.908	7.820	8.128	8.059	8.253	5.873
17:00 - 18:00	7.934	8.044	7.902	8.343	7.957	7.137	5.195
18:00 - 19:00	8.547	8.608	8.436	8.502	8.568	7.756	5.362
19:00 - 20:00	8.600	7.884	8.220	8.469	8.931	8.138	7.605
20:00 - 21:00	7.427	7.599	7.510	8.326	8.380	6.665	5.944
21:00 - 22:00	5.148	5.815	6.044	6.094	6.973	5.379	3.964
22:00 - 23:00	3.003	3.254	4.525	3.631	4.818	3.919	2.090
23:00 - 24:00	1.484	1.546	3.104	1.751	3.175	2.693	1.831
TOTAL (TD)⁹⁶	140.198	141.426	142.153	143.915	151.253	136.428	106.316
PORCENTAJE	15%	15%	15%	15%	16%	14%	11%
TRÁNSITO SEMANAL (TS)	961.690						

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

⁹⁵ Los volúmenes semanales para cada movimiento vehicular que conforma el intercambiador, se indica en los siguientes Anexos: Anexo N° 4-1; Anexo N° 4-2; Anexo N° 4-3; Anexo N° 4-4; Anexo N° 4-5; Anexo N° 4-6; Anexo N°4-7; Anexo N°4-8; Anexo N°4-9; Anexo N°4-10; Anexo N°4-11; Anexo N°4-12; Anexo N°4-13; Anexo N°4-14; Anexo N°4-15; Anexo N°4-16.

⁹⁶ Tránsito Diario: Número total de vehículos que pasan durante un día.

Gráfico N° 4-1: Tránsito semanal en el Intercambiador de la “Fernández Salvador”



Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Dentro de los volúmenes de tráfico promedio diario, se analiza el tránsito semanal (TS) como la suma de los volúmenes vehiculares diarios. Así mismo, se analiza el tránsito promedio diario semanal (TPDS); para ello, se considera la relación entre la cantidad de vehículos que circulan durante una semana dividido para los días de la semana (7), mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{TPDS} = \frac{TS}{7}$$

Donde TS es el número total de vehículos que pasan durante una semana.

En el intercambiador de la Fernández Salvador, el tránsito semanal (TS) es:

$$TS = \text{Lunes} + \text{Martes} + \text{Miércoles} + \text{Jueves} + \text{Viernes} + \text{Sábado} + \text{Domingo}$$

$$TS = 140.198 + 141.426 + 142.153 + 143.915 + 151.253 + 136.428 + 106.316$$

$$\mathbf{TS Intercambiador} = 961.690 \text{ veh\u00edculos/semana}$$

Por lo tanto:

$$\mathbf{TPDS(Intercambiador)} = \frac{961.690}{7} = 137.385 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

4.1.2. Tr\u00e1nsito promedio diario anual (TPDA)

Dentro del an\u00e1lisis de vol\u00famenes vehiculares, el TPDA se constituye como el par\u00e1metro m\u00e1s importante de dise\u00f1o y an\u00e1lisis de un sistema vial. La sumatoria del TPDA de todos los movimientos vehiculares da como resultado el TPDA de todo el intercambiador en general, para lo cual se utiliza la siguiente expresi\u00f3n⁹⁷:

$$\mathbf{TPDA} = \frac{TA}{365}$$

Donde TA es el n\u00famero total de veh\u00edculos que pasan durante un a\u00f1o.

Para obtener el tr\u00e1nsito promedio diario anual TPDA, se necesita disponer del n\u00famero total de veh\u00edculos que pasan durante un a\u00f1o; sin embargo, ya que esta

⁹⁷ (C\u00e1rdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, p\u00e1g. 171)

información no se tiene, al menos para todos los movimientos vehiculares, se puede determinar el TPDA a partir del tránsito promedio diario semanal TPDS, según la expresión⁹⁸:

$$TPDA = TPDS \pm A$$

Donde:

A= máxima diferencia entre el TPDA y el TPDS

Esta expresión permite conocer un intervalo mínimo y máximo dentro del cual variaría el valor del TPDA debido a que no todos los días del año circula la misma cantidad de vehículos, como es el caso de los días feriados; tampoco en todos los meses del año circula la misma cantidad de vehículos, como es el caso de los meses de junio, julio y agosto, donde algunas escuelas, colegios y universidades entran a vacaciones.

Mediante este análisis, el valor de A define el intervalo de confianza dentro del cual puede variar el TPDA. Para un determinado nivel de confianza, el valor de A es⁹⁹:

$$A = KE$$

Donde:

K = número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado. En una curva de distribución normal, para niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores de la constante K son 1,64 y 1,96; respectivamente

E= error estándar de la media.

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}} * \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

Donde:

S = desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario o desviación estándar muestral.

n = tamaño de la muestra en número de días del aforo.

⁹⁸ (Cárdenas G. & Cal y Mayor R., 2007, pág. 191)

⁹⁹ (Ibid, pág. 192)

N = tamaño de la población en números de días del año.

De acuerdo a la sumatoria de todos los TPDA de los movimientos que conforman el intercambiador y de los intervalos de variación del TPDA, se determina que el TPDA para todo el intercambiador, en general, es de 134.313 vehículos/día; con un intervalo de variación para un día de mínima circulación de 126.787 vehículos/día y una variación máxima de 147.983 vehículos/día, durante días de máxima demanda vehicular¹⁰⁰.

A continuación, en las siguientes tablas, se muestra el TPDA de cada uno de los movimientos vehiculares que forman parte del Intercambiador de la Fernández Salvador y cuya sumatoria determina el TPDA de todo el intercambiador.

¹⁰⁰ Anexo N° 4-17. En este Anexo se presenta los cálculos realizados para determinar el intervalo de variación del TPDA en el intercambiador.

Tabla N° 4-2: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Norte –Sur

N	MOVIMIENTO		DÍAS	N DÍAS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DIARIO ANUAL	TRÁNSITO ANUAL (TA)	T.P.D.A Actual
1	N - S	1A-5A (D)	Lunes	52	38.138	1.983.176	12.123.342	33.215
			Martes	52	8.591	446.732		
			Miércoles	52	40.305	2.095.860		
			Jueves	54	39.016	2.106.864		
			Viernes	53	40.966	2.171.198		
			Sábado	53	36.700	1.945.100		
			Domingo	52	26.431	1.374.412		
2	N - S	1-5 (I)	Lunes	52	4.744	246.688	1.673.294	4.584
			Martes	52	4.787	248.924		
			Miércoles	52	4.828	251.056		
			Jueves	54	4.839	261.306		
			Viernes	53	5.001	265.053		
			Sábado	53	4.443	235.479		
			Domingo	52	3.169	164.788		
3	N - N	1-1 (U)	Lunes	52	1.945	101.140	698.455	1.914
			Martes	52	1.971	102.492		
			Miércoles	52	2.094	108.888		
			Jueves	54	1.990	107.460		
			Viernes	53	2.106	111.618		
			Sábado	53	1.861	98.633		
			Domingo	52	1.312	68.224		

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Tabla N° 4-3: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Norte –Sur (continuación)

N	MOVIMIENTO		DÍAS	N DÍAS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DIARIO ANUAL	TRÁNSITO ANUAL (TA)	T.P.D.A Actual
4	N-O	1-3	Lunes	52	1.190	61.880	427.834	1.172
			Martes	52	1.205	62.660		
			Miércoles	52	1.263	65.676		
			Jueves	54	1.218	65.772		
			Viernes	53	1.281	67.893		
			Sábado	53	1.149	60.897		
			Domingo	52	828	43.056		
5	N-E	1-7	Lunes	52	10.731	558.012	4.005.813	10.975
			Martes	52	10.968	570.336		
			Miércoles	52	11.107	577.564		
			Jueves	54	11.131	601.074		
			Viernes	53	11.679	618.987		
			Sábado	53	11.084	587.452		
			Domingo	52	9.469	492.388		

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Tabla N° 4-4: TPDA de cada movimiento vehicular en la calle Melchor de Valdez. Sentido Oeste – Este

N	MOVIMIENTO		DÍAS	N DÍAS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DIARIO ANUAL	TRÁNSITO ANUAL (TA)	T.P.D.A Actual
6	O-N	3-1	Lunes	52	1.073	55.796	410.386	1.124
			Martes	52	1.106	57.512		
			Miércoles	52	1.108	57.616		
			Jueves	54	1.113	60.102		
			Viernes	53	1.152	61.056		
			Sábado	53	1.096	58.088		
			Domingo	52	1.158	60.216		
7	O-S	3-5	Lunes	52	764	39.728	287.485	788
			Martes	52	771	40.092		
			Miércoles	52	794	41.288		
			Jueves	54	788	42.552		
			Viernes	53	812	43.036		
			Sábado	53	761	40.333		
			Domingo	52	778	40.456		
8	O-E	3-7	Lunes	52	1.800	93.600	685.836	1.879
			Martes	52	1.844	95.888		
			Miércoles	52	1.869	97.188		
			Jueves	54	1.868	100.872		
			Viernes	53	1.932	102.396		
			Sábado	53	1.828	96.884		
			Domingo	52	1.904	99.008		

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Tabla N° 4-5: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Sur - Norte

N	MOVIMIENTO		DÍAS	N DÍAS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DIARIO ANUAL	TRÁNSITO ANUAL (TA)	T.P.D.A Actual
9	S-N	5A-1A (D)	Lunes	52	40.268	2.093.936	14.563.692	39.901
			Martes	52	40.536	2.107.872		
			Miércoles	52	41.132	2.138.864		
			Jueves	54	41.728	2.253.312		
			Viernes	53	43.912	2.327.336		
			Sábado	53	39.188	2.076.964		
			Domingo	52	30.104	1.565.408		
10	S-N	5-1 (I)	Lunes	52	2.983	155.116	1.078.858	2.956
			Martes	52	3.003	156.156		
			Miércoles	52	3.047	158.444		
			Jueves	54	3.091	166.914		
			Viernes	53	3.253	172.409		
			Sábado	53	2.903	153.859		
			Domingo	52	2.230	115.960		
11	S-O	5-3	Lunes	52	6.719	349.388	2.316.595	6.347
			Martes	52	6.626	344.552		
			Miércoles	52	4.614	239.928		
			Jueves	54	6.778	366.012		
			Viernes	53	7.174	380.222		
			Sábado	53	5.889	312.117		
			Domingo	52	6.238	324.376		

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Tabla N° 4-6: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Mariscal Sucre. Sentido Sur - Norte (Continuación)

N	MOVIMIENTO		DÍAS	N DÍAS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DIARIO ANUAL	TRÁNSITO ANUAL (TA)	T.P.D.A Actual
12	S-S	5-5 (U)	Lunes	52	9.542	496.184	3.450.670	9.454
			Martes	52	9.581	498.212		
			Miércoles	52	9.771	508.092		
			Jueves	54	9.943	536.922		
			Viernes	53	10.463	554.539		
			Sábado	53	9.225	488.925		
			Domingo	52	7.073	367.796		
13	S-E	5-7	Lunes	2.650	52	137.800	959.688	2.629
			Martes	2.674	52	139.048		
			Miércoles	2.700	52	140.400		
			Jueves	2.733	54	147.582		
			Viernes	2.876	53	152.428		
			Sábado	2.606	53	138.118		
			Domingo	2.006	52	104.312		

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Tabla N° 4-7: TPDA de cada movimiento vehicular en la Av. Fernández Salvador. Sentido Este – Oeste

N	MOVIMIENTO		DÍAS	N DÍAS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DIARIO ANUAL	TRÁNSITO ANUAL (TA)	T.P.D.A Actual
14	E-N	7-1	Lunes	1.584	52	82.368	579.164	1.587
			Martes	1.605	52	83.460		
			Miércoles	1.590	52	82.680		
			Jueves	1.597	54	86.238		
			Viernes	1.693	53	89.729		
			Sábado	1.653	53	87.609		
			Domingo	1.290	52	67.080		
15	E-O	7-3	Lunes	3.176	52	165.152	1.145.289	3.138
			Martes	3.209	52	166.868		
			Miércoles	3.179	52	165.308		
			Jueves	3.190	54	172.260		
			Viernes	3.361	53	178.133		
			Sábado	3.196	53	169.388		
			Domingo	2.465	52	128.180		
16	E-S	7-5	Lunes	12.891	52	670.332	4.617.096	12.650
			Martes	12.951	52	673.452		
			Miércoles	12.751	52	663.052		
			Jueves	12.892	54	696.168		
			Viernes	13.594	53	720.482		
			Sábado	12.846	53	680.838		
			Domingo	9.861	52	512.772		

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

De acuerdo al estudio de tráfico vehicular realizado en el año 2010 para el diseño del intercambiador de la Fernández Salvador, se registró que por la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez, circulaba un TPDA de 81.325 vehículos diarios y que su evolución, a 30 años, llegaría a 87.750 vehículos diarios. De igual forma, se registró que el TPDA en el sector de Ferexpo, actual ANT, era de 72.795 vehículos diarios, para las dos direcciones; mientras que en el acceso a la Av. Fernández Salvador se tenía un TPDA de 25.850 vehículos diarios¹⁰¹.

Al realizar una comparación entre los volúmenes vehiculares del año 2010 y los volúmenes de tráfico actuales, se puede observar lo siguiente: El TPDA en la intersección de las tres vías se incrementó en un 53%, de 87.750 veh/día a 134.313 veh/día. Así mismo en la Av. Mariscal Sucre, en el sector del antiguo Ferexpo, el TPDA se incrementó en un 55,2%, de 72.795 veh/día a 112.524 veh/día; mientras que en el acceso a la Av. Fernández Salvador se observa un incremento del 27,1%, de 25.850 veh/día a 32.858 veh/día¹⁰².

Son estos volúmenes de tráfico y el gran tamaño de la población del área de influencia los que demuestran la importancia de la Av. Mariscal Sucre y del intercambiador de la Fernández Salvador para la movilidad del sector y de la ciudad de Quito.

4.1.3. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

Una vez analizados los volúmenes semanales y diarios, es necesario determinar las horas en las cuales se presenta los mayores volúmenes de tráfico vehicular. Para ello, se realiza un análisis de la hora de máxima demanda para el intercambiador en sí y para cada uno de los ejes principales que lo conforman; ya que como se observa a continuación, la hora de máxima demanda del intercambiador no representa

¹⁰¹ La empresa Viastra Cía. Ltda subcontrató los servicios de la Empresa León y Godoy consultores con la finalidad de que realizara los estudios de tráfico vehicular correspondientes a la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez. Los puntos de conteo automático estuvieron ubicados 300 metros al sur de la Av. Fernández Salvador, en el antiguo Ferexpo, desde el 25 de mayo del 2010 hasta el 07 de junio del 2010. (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011).

¹⁰² Anexo N° 4-18, Anexo N° 4-19, Anexo N° 4-20

realmente la hora en la cual se presenta los mayores problemas de congestión vehicular, lo que sí sucede al analizar la hora de máxima demanda en los ejes principales que lo conforman.

Por ello, antes de analizar las horas de máxima demanda vehicular, se necesita conocer cuáles son los principales ejes o movimientos que conforman el intercambiador y que tienen mayor influencia sobre el mismo. A continuación, en la Tabla N°4-8, Gráfica N°4-2 y en las Ilustraciones N°4-5 y N°4-6, se muestra el porcentaje de importancia y participación de cada uno de los movimientos vehiculares en el intercambiador de la Fernández Salvador. Para ello, se ha utilizado el TPDA de cada uno de los movimientos vehiculares.

Tabla N° 4-8: Participación de cada movimiento vehicular en el Intercambiador

N	MOVIMIENTO		TPDA	PORCENTAJE
1	N - S	1A-5A (D)	33.215	25%
2	N- S	1-5 (I)	4.584	3%
3	N - N	1-1 (U)	1.914	1%
4	N-O	1-3	1.172	1%
5	N-E	1-7	10.975	8%
6	O-N	3-1	1.124	1%
7	O-S	3-5	788	1%
8	O-E	3-7	1.879	1%
9	S-N	5A-1A (D)	39.901	30%
10	S-N	5-1 (I)	2.956	2%
11	S-O	5-3	6.347	5%
12	S-S	5-5 (U)	9.454	7%
13	S-E	5-7	2.629	2%
14	E-N	7-1	1.587	1%
15	E-O	7-3	3.138	2%
16	E-S	7-5	12.650	9%
TOTAL			134.313	

Gráfico N° 4-2: Participación de cada movimiento vehicular en el Intercambiador de la “ Av. Fernández Salvador”

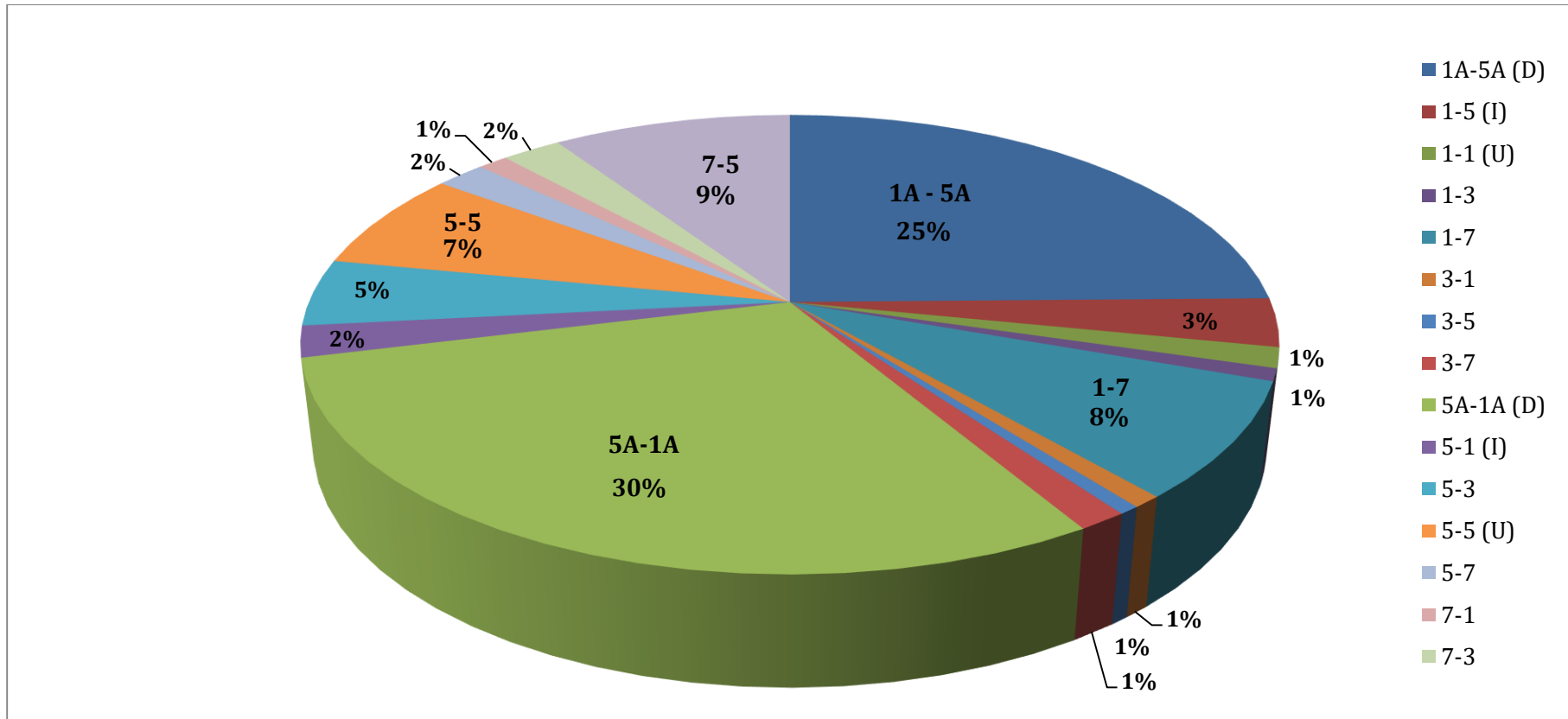
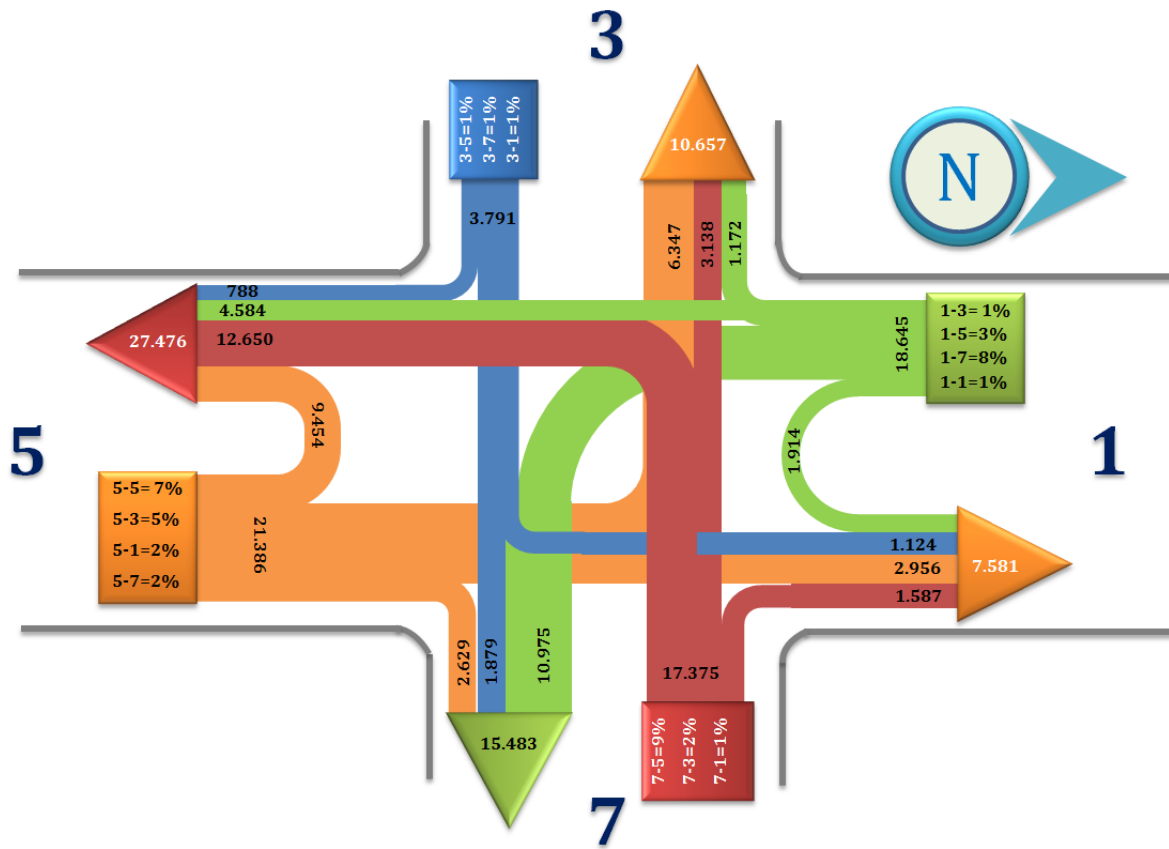


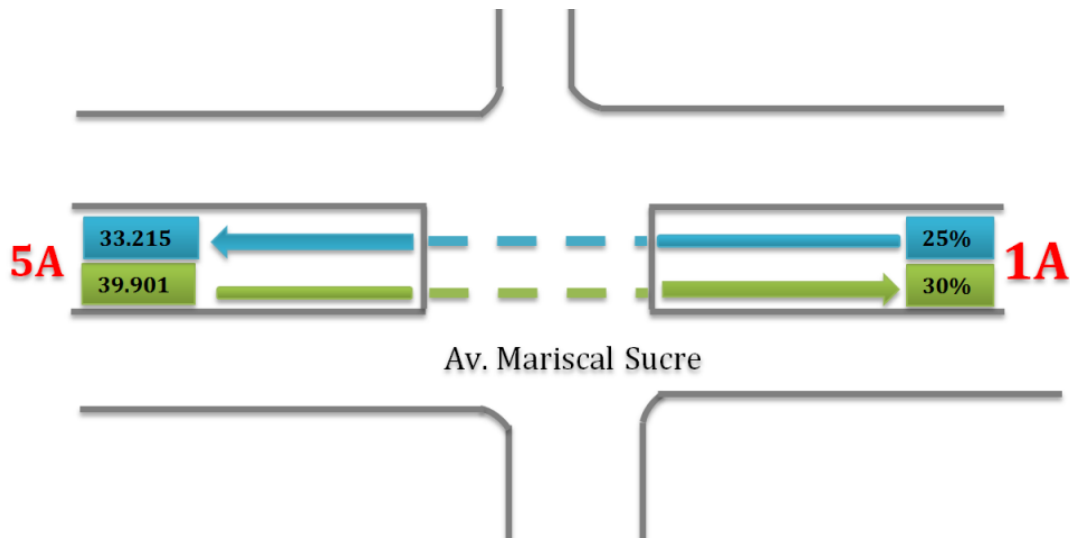
Ilustración N° 4-5: Volúmenes de tránsito direccionales (Intersección a nivel)



Simbología de Colores:

- Movimientos vehiculares desde el Norte
- Movimientos vehiculares desde el Oeste
- Movimientos vehiculares desde el Sur
- Movimientos vehiculares desde el Este

Ilustración N° 4-6: Volúmenes de tránsito direccionales (Paso Deprimido)



Los movimientos vehiculares más influyentes en el intercambiador son aquellos movimientos que se originan desde la Av. Mariscal Sucre y la Av. Fernández Salvador, por lo que al momento de determinar la hora de máxima demanda vehicular se considera principalmente los movimientos vinculados a estos dos ejes viales.

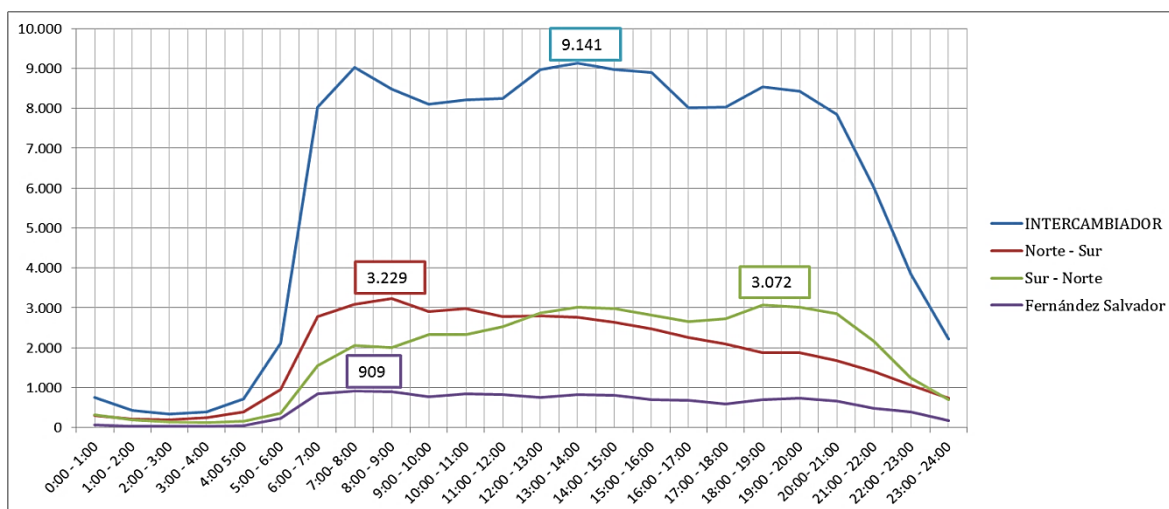
Por ello, como se mencionó anteriormente, al momento de analizar la hora de mayor demanda vehicular, es oportuno analizar por separado tanto al intercambiador en sí, como a los principales ejes viales que lo conforman. Para explicar de manera más clara esta situación, en la Tabla N°4-9 y en la Gráfica N°4-3, se muestra el volumen vehicular horario tanto para el intercambiador, en general, como para los 3 principales ejes viales que forman el mismo.

Tabla N° 4-9: V.H.M.D. en el intercambiador y en los tres ejes viales principales¹⁰³

HORA	INTERCAMBIADOR	Av. MARISCAL SUCRE NORTE - SUR	Av. MARISCAL SUCRE SUR- NORTE	AV. FERNÁNDEZ SALVADOR
0:00 - 1:00	757	305	320	58
1:00 - 2:00	437	210	186	37
2:00 - 3:00	337	184	145	25
3:00 - 4:00	400	250	125	21
4:00 5:00	719	397	152	43
5:00 - 6:00	2,117	953	348	229
6:00 - 7:00	8,025	2,784	1,557	843
7:00 - 8:00	9,031	3,087	2,063	909
8:00 - 9:00	8,487	3,229	1,996	899
9:00 - 10:00	8,111	2,901	2,326	780
10:00 - 11:00	8,218	2,987	2,324	850
11:00 - 12:00	8,247	2,779	2,523	819
12:00 - 13:00	8,972	2,800	2,878	752
13:00 - 14:00	9,141	2,770	3,009	818
14:00 - 15:00	8,978	2,628	2,984	802
15:00 - 16:00	8,893	2,478	2,816	702
16:00 - 17:00	8,009	2,252	2,648	677
17:00 - 18:00	8,036	2,100	2,723	586
18:00 - 19:00	8,532	1,879	3,072	692
19:00 - 20:00	8,421	1,869	3,019	745
20:00 - 21:00	7,848	1,680	2,848	667
21:00 - 22:00	6,015	1,406	2,160	477
22:00 - 23:00	3,846	1,058	1,245	401
23:00 - 24:00	2,212	742	707	183
V.H.M.D	9,141	3,229	3,072	909

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Gráfico N° 4-3: V.H.M.D en el intercambiador y en los tres ejes viales principales



Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

¹⁰³ Anexo N°21

En la Gráfica N°4-3 se observa que para el intercambiador en general, el volumen horario de máxima demanda (V.H.M.D.) se presenta entre las 13:00 y las 14:00, hora en la cual los volúmenes de la Av. Mariscal Sucre en sentido norte – sur y sur – norte son casi similares, sin necesidad de ser los máximos. Este valor de V.H.M.D., entre las 13:00 y las 14:00, no representa realmente la hora en la cual se presenta los problemas de congestión vehicular en el intercambiador.

Por otra parte, el volumen horario de máxima demanda en la Av. Mariscal Sucre en sentido norte – sur se presenta entre las 8:00 y las 9:00 en la mañana, mientras que en el sentido contrario se presenta entre las 18:00 y 19:00; en la Av. Fernández Salvador se presenta el volumen horario de máxima demanda entre las 7:00 y las 8:00. Estas horas de máxima demanda representan realmente las horas en las cuales los conductores perciben los problemas de congestión vehicular, ya que en estas horas la capacidad vial de estos ejes llega a la saturación.

Por lo que se podría afirmar lo siguiente: basta que un eje vial que forma el intercambiador se congestione, para que todo el intercambiador en sí se congestione; mientras que si ningún eje vial presenta congestión vehicular, así sea entre las 13:00 y las 14:00, no existirá problemas de congestión vehicular en el intercambiador en sí. Esta afirmación se observa claramente en campo, donde basta que la Av. Mariscal Sucre presente niveles de saturación vehicular, para que la operación vial de todo el intercambiador colapse.

Una vez que se ha determinado que el día de mayor volumen vehicular es el viernes, que las horas que presentan mayor volumen de tráfico vehicular son entre las 7:00y 9:00 en la mañana y entre las 18:00 y 20:00 en la tarde, es oportuno analizar la variación del volumen vehicular, dentro de la hora de máxima demanda, para determinar el período dentro de la hora de máxima demanda, en la cual se producen los mayores problemas de congestión vehicular.

El análisis de variación del volumen horario de máxima demanda se lo realiza, ya que dentro de esta hora no necesariamente se conserva la misma frecuencia de flujo vehicular; esto significa que existen períodos dentro de la hora, que presentan

tasas de flujos mucho mayores o menores, que la hora misma¹⁰⁴. Es por ello que en el intercambiador de la Fernández Salvador, con el propósito de determinar estas variaciones, se realizó un conteo manual clasificado, en intervalos de 5 minutos, de los vehículos que pasan durante las horas de máxima demanda.

El primer conteo se realizó el día 25 de Marzo del 2016 (Viernes santo) de 7:00 a 9:00 en la mañana, mientras que el segundo conteo manual se realizó el día viernes 8 de abril del 2016; con el propósito de analizar tanto el período de mayor demanda vehicular dentro de una hora determinada, como para comparar los volúmenes de tránsito durante un día normal de la semana y un día feriado.¹⁰⁵ Mediante los conteos manuales se puede realizar una clasificación de los vehículos que circulan por un sistema vial de acuerdo a su tamaño y funcionalidad. Sin embargo, todos los vehículos deben ser convertidos a una medida de vehículos livianos equivalentes (V.L.E), para lo cual se utiliza factores de equivalencia, los cuales se indican en la Tabla N°4-10.

Tabla N° 4-10: Clasificación vehicular y factores de equivalencia vehicular

Vehículo	Características	Factor V.L.E
Moto	Vehículo con capacidad para una o dos personas, normalmente de dos ruedas, aun cuando puede haber de 3 y 4 ruedas.	1,00
Liviano	Vehículo de 4 ruedas para el transporte de hasta 5 personas, dependiendo del automóvil	1,00
Buses	Vehículo destinado al transporte de pasajeros, con una capacidad superior a 12 personas. Desde el punto de vista de su capacidad de transportar pasajeros, puede distinguirse categorías de micro buses, buses estándar y buses articulados.	2,00
Camión liviano (2 ejes)	Vehículos de dos ejes simples, destinados al transporte de carga, con una capacidad de carga superior a 1.750 kg e inferior a 6.000 kg.	2,25
Camión pesado (3 o + ejes)	Vehículo destinado al transporte de carga superior la del camión liviano, considerándose vehículos con más de dos ejes, semirremolques, tractores. O que tengan doble o triple eje ya sea delantero o trasero.	2,50

Fuente: Secretaría de Movilidad.

¹⁰⁴ La tasa de flujo es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un determinado punto o sección de vía, durante un período de tiempo inferior a una hora, y se expresa en veh/min o veh/seg.

¹⁰⁵ Con el fin de realizar un análisis más profundo de los flujos vehiculares, las normas viales MTOP 2013 recomiendan que se realice conteos vehiculares durante un día de la semana alejado del feriado, como puede ser martes, miércoles o jueves; conteos vehiculares durante un fin de semana y conteos vehiculares durante un día feriado. Con el fin de que estos volúmenes vehiculares sean comparados.

A partir de los volúmenes de tránsito vehicular, en períodos inferiores a una hora, se obtiene el factor de la hora de máxima demanda (FHMD). Este resulta de la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el volumen máximo (Q_{máx}) presente en un período dado dentro de la hora. El factor de la hora de máxima demanda, para períodos de 5 minutos, es:

$$FHMD_5 = \frac{VHMD}{12 (Q_{5máx})}$$

En un aforo vehicular realizado en el intercambiador de la Fernández Salvador durante la mañana, entre las 7:00 y las 9:00, se observó el siguiente volumen vehicular¹⁰⁶.

Tabla N° 4-11: Variación del volumen de tránsito en la mañana durante las 7:00 y las 9:00

	V.L.E CADA 5 MINUTOS	Período	Volumen 15 minutos
7:00 - 7:05	721	7:00 - 7:15	2.154
7:05 - 7:10	666		
7:10 - 7:15	767		
7:15 - 7:20	700	7:15-7:30	2.176
7:20 - 7:25	733		
7:25 - 7:30	744		
7:30 - 7:35	743	7:30 - 7:45	2.177
7:35 - 7:40	700		
7:40 - 7:45	734		
7:45 - 7:50	688	7:45 - 8:00	2.127
7:50 - 7:55	763		
7:55 - 8:00	676		
TOTAL	8.632		
Q_{máx}	767		2.177

¹⁰⁶ Los conteos manuales y la determinación del factor de la hora de máxima demanda F.H.M.D para cada uno de los movimientos vehiculares que forman parte del intercambiador, se muestra en los siguientes Anexos: N° 4-22, N° 4-23, N° 4-24, N° 4-25, N° 4-26, N° 4-27, N° 4-28, N° 4-29, N° 4-30, N° 4-31, N°4-32, N°4-33, N°4-34, N°4-35, N°4-36, N°4-37.

	V.L.E CADA 5 MINUTOS	Período	Volumen 15 minutos
8:00 - 8:05	789	8:00 - 8:15	2.269
8:05 - 8:10	737		
8:10 - 8:15	743		
8:15 - 8:20	765	8:15-8:30	2.154
8:20 - 8:25	744		
8:25 - 8:30	645		
8:30 - 8:35	740	8:30 - 8:45	2.140
8:35 - 8:40	732		
8:40 - 8:45	668		
8:45 - 8:50	675	8:45 - 9:00	1907
8:50 - 8:55	653		
8:55 - 9:00	580		
TOTAL	8.469		
Q_{máx}	789		2.269

Se observa que entre las 7:00 y las 9:00, la hora de máxima demanda corresponde al período entre las 7:15 y las 8:15, con un volumen horario:

$$VHMD = 2.176 + 2.177 + 2.127 + 2.269 = 8.749 \text{ vehículos mixtos/hora}$$

El volumen máximo, para períodos de 5 minutos, corresponde al de las 8:00 – 8:05, con un valor de 789 vehículos mixtos. Por lo tanto, el FHMD es:

$$FHMD_5 = \frac{8.749}{12 (789)}$$

$$= 0,92$$

De la misma manera, el volumen máximo para períodos de 15 minutos corresponde al de las 8:00 – 8:15, con un valor de 2.269 vehículos mixtos. El FHMD, en este caso, es:

$$FHMD_{15} = \frac{8.749}{4 (2.269)}$$

$$= 0,96$$

El hecho de que el valor del $FHMD_5$ sea menor que el $FHMD_{15}$, indica que la frecuencia de paso de los vehículos en períodos cortos es mucho más alta que en períodos más largos, lo cual implicaría que en estos períodos cortos se encontrarían los problemas de tránsito, en caso de que existan. Es por esta razón que, dentro de los

análisis de flujo vehicular, resulta importante considerar períodos inferiores a una hora, pues su frecuencia de paso es mucho mayor que la de los volúmenes horarios propiamente dichos. Igualmente, el VHMD se puede expresar en unidades de volúmenes en períodos inferiores a una hora, de la siguiente manera:

$$\frac{VHMD}{12} = \frac{8.749}{12} = 729 \text{ veh\u00edculos/5 minutos}$$

$$\frac{VHMD}{4} = \frac{8.749}{4} = 2.188 \text{ veh\u00edculos/15 minutos}$$

De igual forma, para el horario de la tarde, entre las 18:00 y 20:00, se observó el siguiente volumen vehicular, que se muestra en la Tabla N°4-12.

Tabla N° 4-12: Variación del volumen de tránsito en la tarde durante las 18:00 y las 20:00

	V.LE CADA 5 MINUTOS	Per\u00edodo	Volumen 15 minutos
18:00 - 18:05	600	18:00 - 18:15	1.882
18:05 - 18:10	665		
18:10 - 18:15	617		
18:15 - 18:20	635	18:15-18:30	1.919
18:20 - 18:25	662		
18:25 - 18:30	622		
18:30 - 18:35	707	18:30 - 18:45	1.967
18:35 - 18:40	619		
18:40 - 18:45	641		
18:45 - 18:50	647	18:45 - 19:00	1.842
18:50 - 18:55	603		
18:55 - 19:00	593		
TOTAL	7.611		
Qm\u00e1x	707		1.967

	V.L.E CADA 5 MINUTOS	Período	Volumen 15 minutos
19:00 - 19:05	627	19:00 - 19:15	1.937
19:05 - 19:10	644		
19:10 - 19:15	667		
19:15 - 19:20	669	19:15-19:30	1.914
19:20 - 19:25	634		
19:25 - 19:30	612		
19:30 - 19:35	584	19:30 - 19:45	1.725
19:35 - 19:40	569		
19:40 - 19:45	573		
19:45 - 19:50	609	19:45 - 20:00	1.754
19:50 - 19:55	563		
19:55 - 20:00	581		
TOTAL	7.330		
Q_{máx}	669		1.937

Se observa que entre las 18:00 y las 20:00, la hora de máxima demanda corresponde al período entre las 18:30 y las 19:30, con un volumen horario de:

$$VHMD = 1.967 + 1.842 + 1.937 + 1.914 = 7.661 \text{ vehículos mixtos/hora}$$

El volumen máximo, para períodos de 5 minutos, corresponde al de las 18:30 – 18:35, con un valor de 707 vehículos mixtos. Por lo tanto, el FHMD es:

$$FHMD_5 = \frac{7.661}{12 (707)}$$

$$= 0,90$$

De la misma manera, el volumen máximo para períodos de 15 minutos corresponde al de las 18:30 – 18:45, con un valor de 1.967 vehículos mixtos. Por lo tanto, el FHMD es:

$$FHMD_{15} = \frac{7.661}{4 (1.967)}$$

$$= 0,96$$

Igualmente, el VHMD se puede expresar en unidades de volúmenes en períodos inferiores a una hora, de la siguiente manera:

$$\frac{VHMD}{12} = \frac{7.661}{12} = 639 \text{ veh\u00edculos}/5\text{minutos}$$

$$\frac{VHMD}{4} = \frac{7.661}{4} = 1.916 \text{ veh\u00edculos}/15\text{minutos}$$

De esta manera queda determinado que el d\u00eda de mayor circulaci\u00f3n vehicular por el intercambiador de la Fern\u00e1ndez Salvador es el d\u00eda viernes y el de menor circulaci\u00f3n es el domingo. La hora de m\u00e1xima demanda vehicular en el intercambiador, es de 13:00 a 14:00; mientras que la hora de m\u00e1xima demanda vehicular en los principales ejes viales es en la ma\u00f1ana entre las 7:15 y 8:15, y en la tarde entre las 18:30 y 19:30. Dentro de las horas de m\u00e1xima demanda, el per\u00edodo de m\u00e1xima demanda vehicular, en la ma\u00f1ana, se produce entre las 8:00 y 8:15; mientras que en la tarde el per\u00edodo de m\u00e1xima demanda vehicular se produce entre las 18:30 y 18:45.

De los conteos manuales clasificados, los cuales se realizaron tanto en la ma\u00f1ana como en la tarde, se determin\u00f3 que en el intercambiador de la Fern\u00e1ndez Salvador circula una gran cantidad de veh\u00edculos livianos, los cuales unidos a la cantidad de motos que circulan, conforman casi el 100% de todos los veh\u00edculos que circulan por el intercambiador.

A continuaci\u00f3n, en la Tabla N\u00b04-13 y Tabla N\u00b04-14 se muestra la clasificaci\u00f3n de los veh\u00edculos que circulan por el Intercambiador tanto en la ma\u00f1ana entre las 7:00 y las 9:00, como en la tarde entre las 18:00 y 20:00.

Tabla N° 4-13: Clasificación vehicular en la mañana durante las 7:00 y las 9:00

N	MOVIMIENTO		Moto	Liviano	Bus	Pesado	V.L.E.
1	N - S	1A-5A (D)	89	5.282	56	22	5.533
2	N - S	1-5 (I)	43	649	94	10	903
3	N - N	1-1 (U)	13	207	1	8	240
4	N-O	1-3	4	143	2	2	156
5	N-E	1-7	70	696	2	5	781
6	O-N	3-1	17	284	4	4	318
7	O-S	3-5	4	262	2	0	270
8	O-E	3-7	20	387	0	4	416
9	S-N	5A-1A (D)	137	3.678	145	76	4.276
10	S-N	5-1 (I)	15	164	59	2	302
11	S-O	5-3	12	478	0	4	499
12	S-S	5-5 (U)	55	728	19	7	837
13	S-E	5-7	14	246	24	3	315
14	E-N	7-1	5	77	0	2	87
15	E-O	7-3	4	280	4	4	301
16	E-S	7-5	56	1.651	51	29	1.874
TOTAL			558	15.212	463	182	17.106
PORCENTAJE			3%	93%	3%	1%	
INTERCAMBIADOR							16415

Gráfico N° 4-4: Clasificación vehicular en la mañana durante las 7:00 y las 9:00

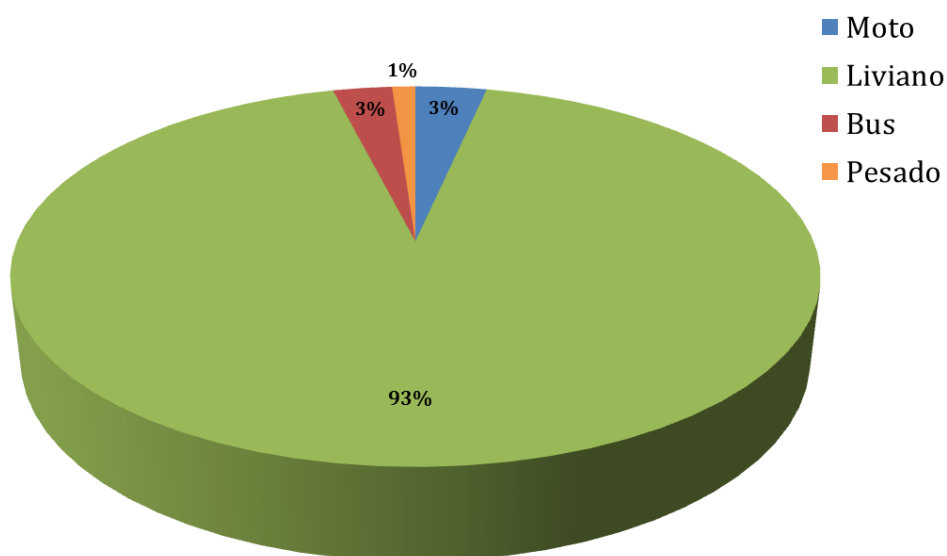
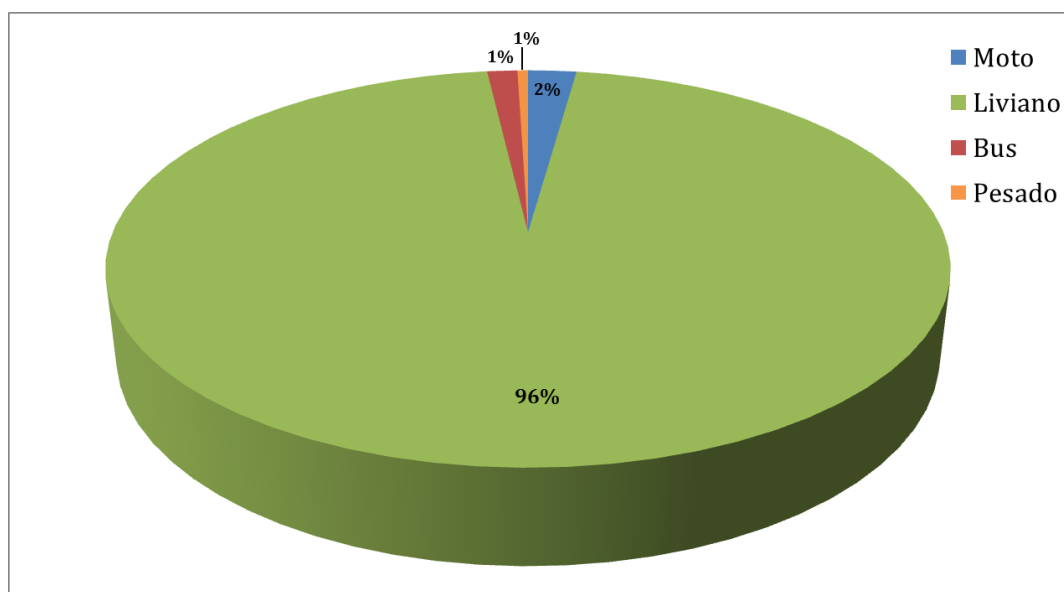


Tabla N° 4-14: Clasificación vehicular en la tarde durante las 18:00 y las 20:00

N	MOVIMIENTO		Moto	Liviano	Bus	Pesado	V.L.E.
1	N - S	1A-5A (D)	51	3.226	57	15	3.425
2	N- S	1-5 (I)	1	127	28	1	186
3	N - N	1-1 (U)	6	263	2	2	278
4	N-O	1-3	6	120	0	0	126
5	N-E	1-7	14	360	2	2	383
6	O-N	3-1	15	211	3	2	237
7	O-S	3-5	6	117	0	0	123
8	O-E	3-7	8	189	0	0	197
9	S-N	5A-1A (D)	82	5.249	48	27	5.488
10	S-N	5-1 (I)	6	160	36	1	240
11	S-O	5-3	13	447	0	3	467
12	S-S	5-5 (U)	36	1.451	4	3	1.502
13	S-E	5-7	6	274	8	1	298
14	E-N	7-1	11	204	1	3	224
15	E-O	7-3	21	427	0	0	448
16	E-S	7-5	42	1225	13	11	1318
TOTAL			324	14.050	202	71	14.938
PORCENTAJE			2,2%	95,9%	1,4%	0,5%	
INTERCAMBIADOR			14647				

Gráfico N° 4-5: Clasificación vehicular en la mañana durante las 18:00 y las 20:00



Por último, se realiza una comparación entre los volúmenes vehiculares del día 25 de marzo de 2016 (Viernes Santo) con los volúmenes vehiculares del viernes 8 de abril de 2016; con el fin de observar la variación de los volúmenes vehiculares durante un día feriado y un día normal. En la Tabla N°4-15 y N°4-16 se muestra los volúmenes vehiculares de estos dos días mencionados¹⁰⁷.

Tabla N° 4-15: Volúmenes vehiculares viernes 25 de marzo y viernes 8 de abril de 7:00 a 8:00

N	MOVIMIENTO		SEMANA SANTA	DÍA NORMAL
1	N - S	1A-5A (D)	1146	2570
2	N- S	1-5 (I)	158	463
3	N - N	1-1 (U)	45	156
4	N-O	1-3	22	88
5	N-E	1-7	209	403
6	O-N	3-1	77	195
7	O-S	3-5	45	144
8	O-E	3-7	104	263
9	S-N	5A-1A (D)	1293	2158
10	S-N	5-1 (I)	51	149
11	S-O	5-3	91	308
12	S-S	5-5 (U)	142	419
13	S-E	5-7	61	148
14	E-N	7-1	44	31
15	E-O	7-3	46	170
16	E-S	7-5	569	973

¹⁰⁷ En los Anexos N° 4-38 se muestran los conteos vehiculares en períodos de 5 minutos para el día 25 de Marzo de 2016 (Viernes Santo) por cada movimiento vehicular que forma el intercambiador de la Av. Fernández Salador.

Tabla N° 4-16: Volúmenes vehiculares viernes 25 de marzo y viernes 8 de abril de 8:00 a 9:00

N	MOVIMIENTO		SEMANA SANTA	DÍA NORMAL
1	N - S	1A-5A (D)	1293	2963
2	N- S	1-5 (I)	178	439
3	N - N	1-1 (U)	49	84
4	N-O	1-3	31	68
5	N-E	1-7	232	379
6	O-N	3-1	112	123
7	O-S	3-5	53	126
8	O-E	3-7	131	154
9	S-N	5A-1A (D)	1601	2118
10	S-N	5-1 (I)	51	153
11	S-O	5-3	92	191
12	S-S	5-5 (U)	144	418
13	S-E	5-7	2	167
14	E-N	7-1	47	56
15	E-O	7-3	48	131
16	E-S	7-5	596	901

Como se observa en las gráficas siguientes, el volumen vehicular durante un día feriado se reduce notablemente frente a un día normal. Se observa que entre las 7:00 y 9:00, el volumen vehicular durante el día feriado se reduce en un 110%, mientras que de 8:00 a 9:00 se reduce casi un 85%. Mediante esta comparación de volúmenes se observa que los trabajos de mantenimiento vial podrían ser realizados en estas fechas, sin que cause molestias o comprometa la seguridad de los usuarios viales.

Gráfico N° 4-6: Comparación de volúmenes vehiculares entre el día 25 de marzo y el 8 de abril del 2016. Horario: 7:00 – 8:00

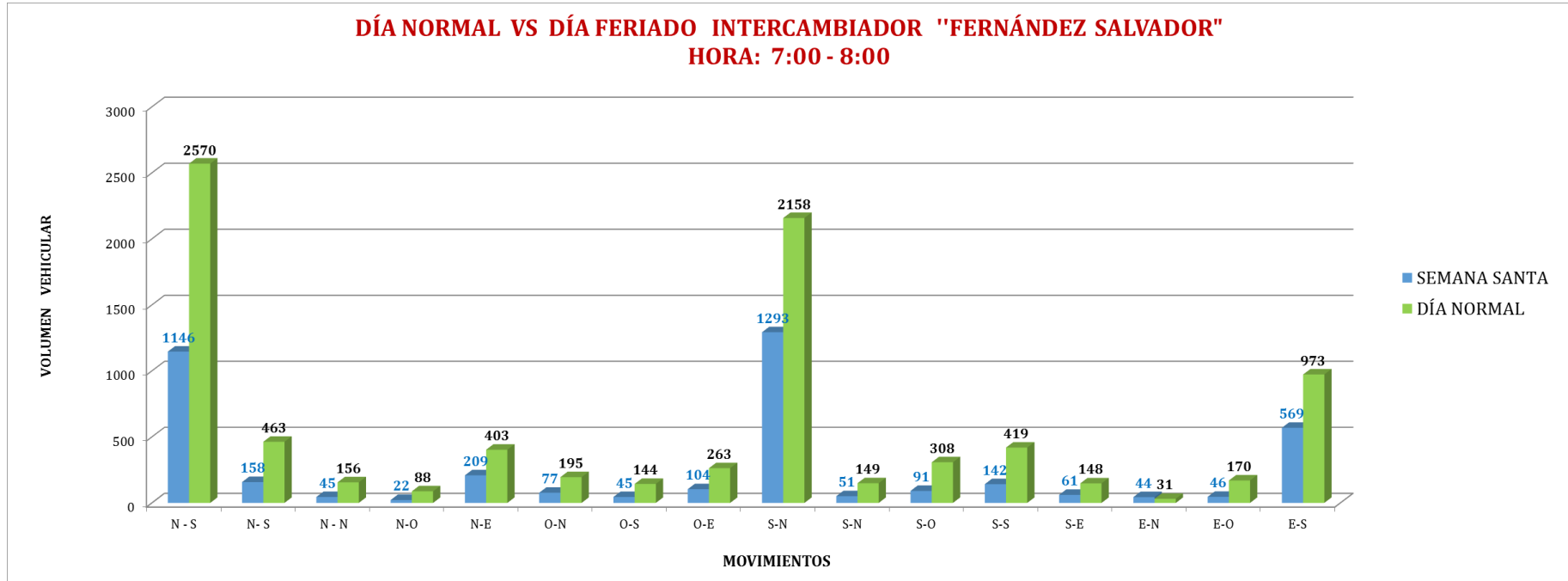
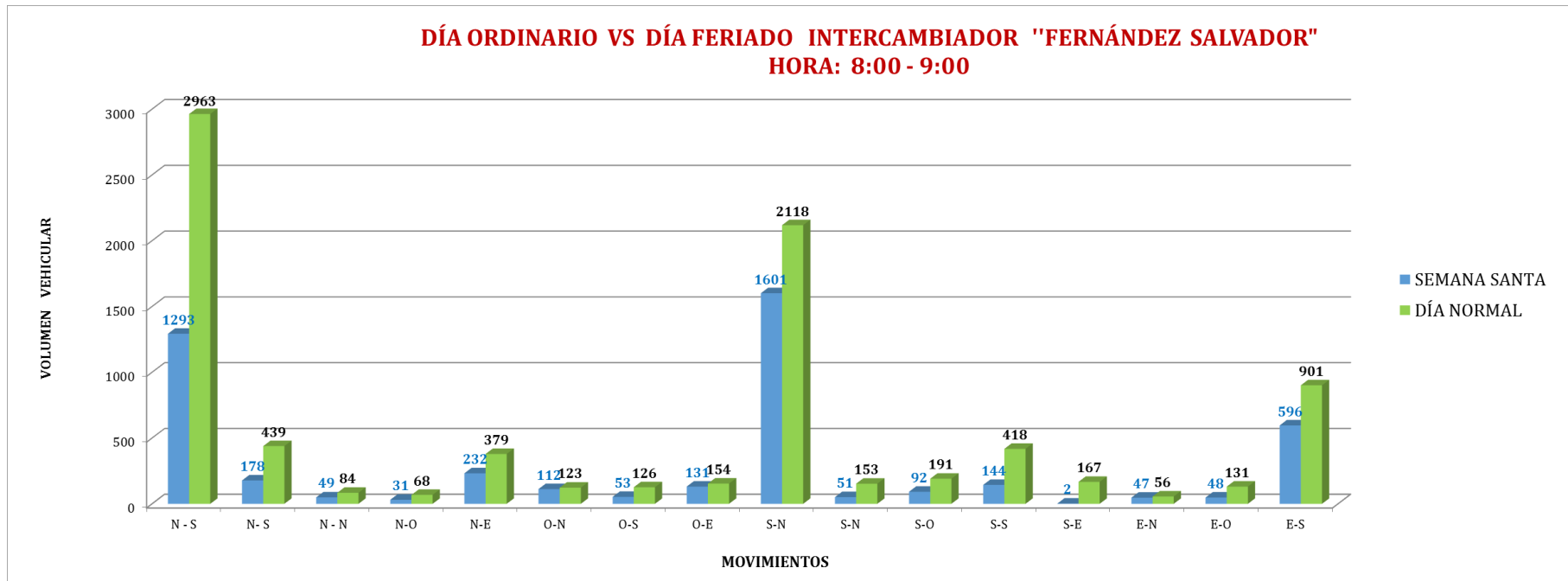


Gráfico N° 4-7: Comparación de volúmenes vehiculares entre el día 25 de marzo y el 8 de abril del 2016. Horario: 8:00 – 9:00



4.2. Capacidad vial

La operación del flujo vehicular resulta ser adecuada cuando el volumen de tránsito vehicular no supera la capacidad vial del sistema, lo que permite que los vehículos circulen a una velocidad razonable sin que se presente demoras excesivas. La relación entre el volumen vehicular y la capacidad vial determina la calidad de servicio de todo el sistema, a través de los niveles de servicio. Los conceptos de capacidad vial y nivel de servicio son fundamentales para el análisis de intersecciones; razón por la cual, a partir de estos dos factores, se evalúa el funcionamiento global de una intersección.

Al tener este documento de Tesis un alcance de diagnóstico vehicular, no se pretende analizar profundamente todos los aspectos que implicaría un estudio de capacidad vial en vías e intersecciones, ya que esto está fuera del alcance de este trabajo; sino que se realiza una comparación entre los volúmenes vehiculares calculados y la capacidad vial señalada en los estudios de tráfico vehicular para el diseño del intercambiador de la Fernández Salvador, a fin de determinar el período de tiempo en el cual se produce la congestión vehicular. Razón por la cual, se realiza un análisis por separado de la intersección a nivel, considerando las demoras que se presentan por los semáforos en la intersección y aparte un análisis del paso deprimido, considerando la densidad vehicular.

Según los datos del estudio de tráfico vehicular para el intercambiador de la Fernández Salvador, se consideró tanto para el paso deprimido como para la intersección, un nivel de servicio D. Este nivel de servicio se caracteriza porque la capacidad de maniobra está muy restringida y la velocidad de circulación se reduce a medida que aumenta el volumen. Se podría esperar que ligeras interrupciones generen el deterioro del servicio y se comience a formar filas de vehículos¹⁰⁸.

¹⁰⁸ Las normas AASHTO de diseño geométrico recomiendan que en sistemas viales urbanos se diseñe con un nivel de servicio C; sin embargo, permite que en zonas urbanas consolidadas se utilice hasta un nivel de servicio D.

- Paso deprimido.-

Para mantener en el paso deprimido un nivel de servicio D, se consideró una velocidad de circulación a través del mismo de 65 km/h y una densidad máxima de acuerdo al nivel de servicio de 22 veh/km/carril; lo que implicaría una capacidad máxima en el paso deprimido de 1.430 veh/hora/carril¹⁰⁹.

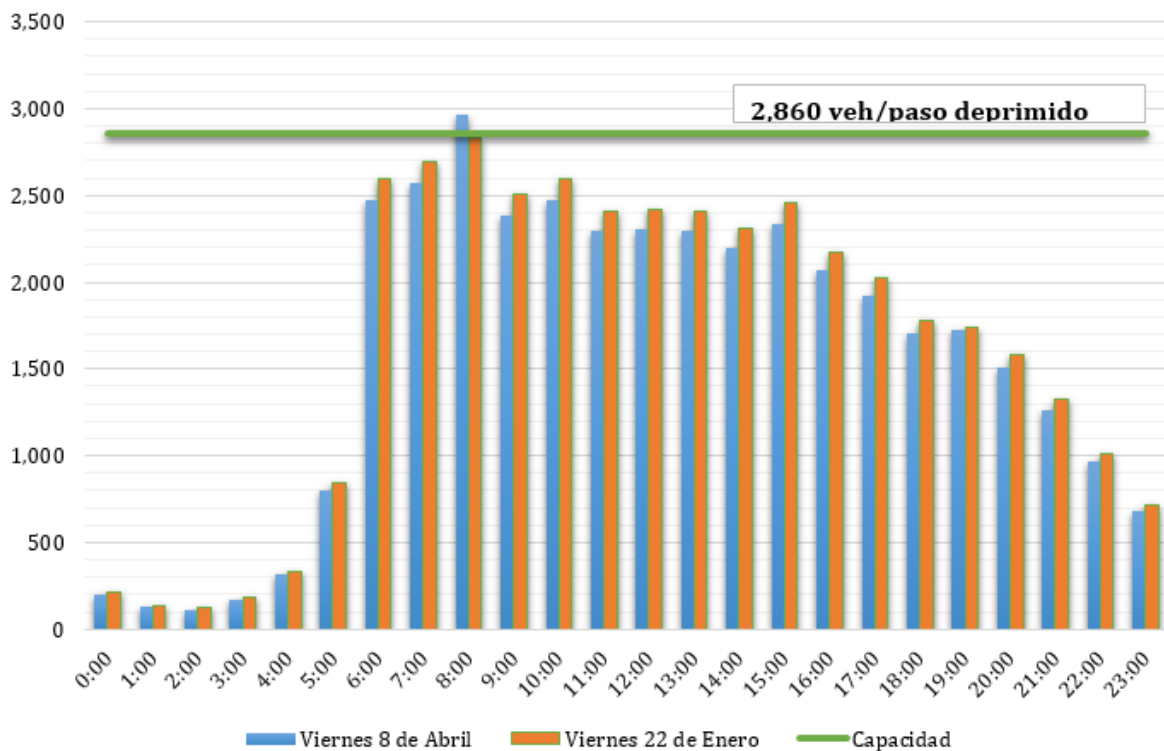
Como el día que presenta mayor volumen vehicular es el viernes, a continuación se realiza una comparación entre la capacidad vial del paso deprimido y los volúmenes vehiculares del viernes 22 de enero del 2016 y del viernes 8 de abril de 2016, en el sentido norte – sur.

Tabla N° 4-17: Capacidad y volúmenes vehiculares del viernes 22 de enero y viernes 8 de abril Sentido Norte – Sur, Paso deprimido

HORA	Capacidad (veh/hora)	Viernes 22 de Enero	Viernes 8 de Abril
0:00 – 1:00	2.860	212	201
1:00 – 2:00	2.860	138	131
2:00 – 3:00	2.860	121	115
3:00 – 4:00	2.860	182	174
4:00 – 5:00	2.860	328	312
5:00 – 6:00	2.860	842	801
6:00 – 7:00	2.860	2.599	2.474
7:00 – 8:00	2.860	2.696	2.566
8:00 – 9:00	2.860	2.833	2.963
9:00 – 10:00	2.860	2.505	2.384
10:00 – 11:00	2.860	2.597	2.471
11:00 – 12:00	2.860	2.408	2.292
12:00 – 13:00	2.860	2.419	2.302
13:00 – 14:00	2.860	2.409	2.292
14:00 – 15:00	2.860	2.309	2.197
15:00 – 16:00	2.860	2.453	2.335
16:00 – 17:00	2.860	2.176	2.071
17:00 – 18:00	2.860	2.021	1.924
18:00 – 19:00	2.860	1.776	1.705
19:00 – 20:00	2.860	1.743	1.721
20:00 – 21:00	2.860	1.582	1.505
21:00 – 22:00	2.860	1.328	1.264
22:00 – 23:00	2.860	1.013	964
23:00 – 24:00	2.860	713	679

¹⁰⁹ Curvas de velocidad –flujo y niveles de servicio en segmentos básicos de autopistas propuesto por la Highway Capacity Manual HCM2000

Gráfica N° 4-8: Relación entre capacidad y volumen vehicular del día viernes 22 de enero y viernes 8 de abril en el paso deprimido del intercambiador. Sentido Norte - Sur



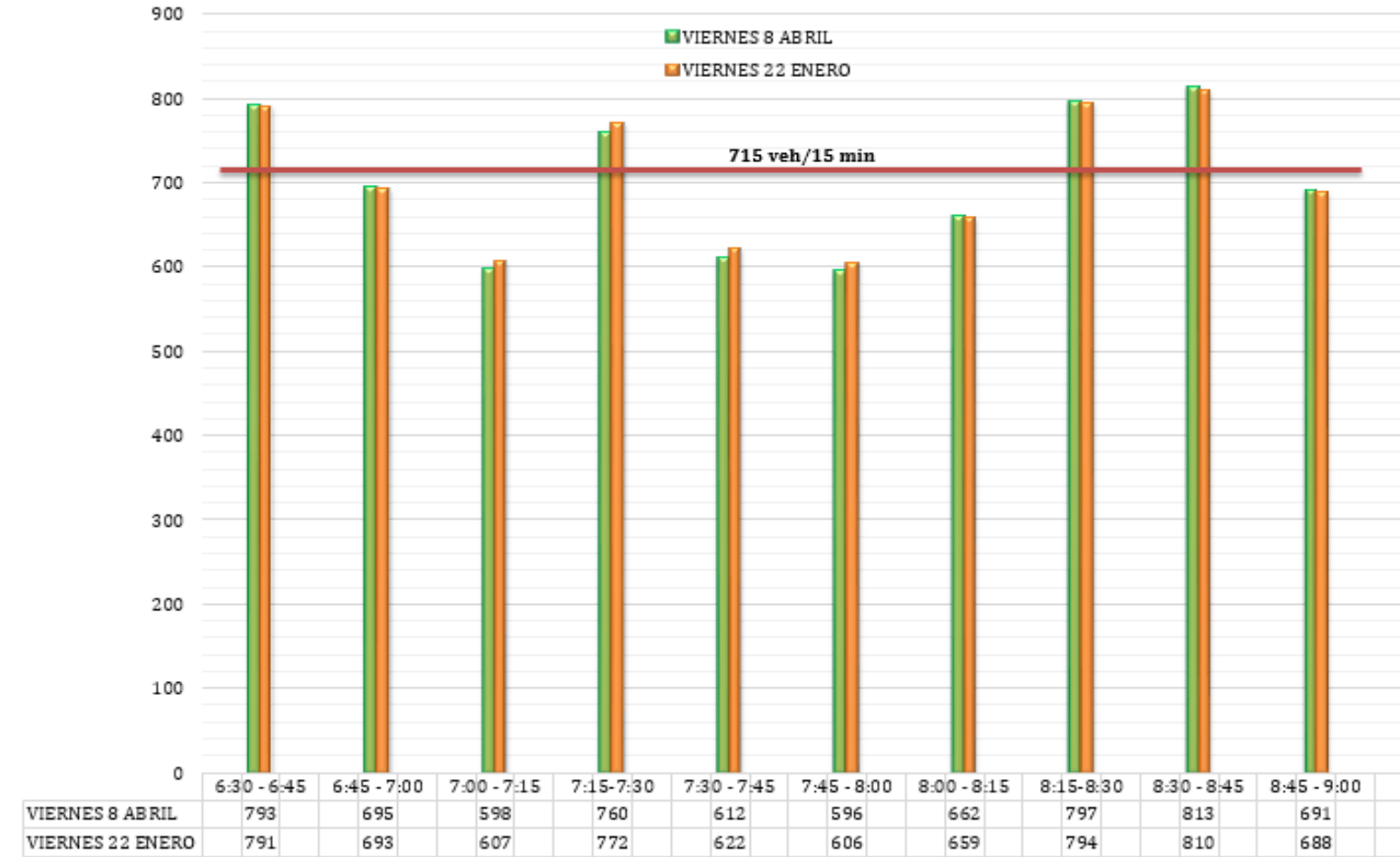
Si bien, de acuerdo a la Tabla N°4-7 y al Gráfico N° 4-8, pareciera que la capacidad vial abastece el volumen vehicular y que en el paso deprimido solamente se alcanza o supera la capacidad durante las 8:00 - 9:00 de la mañana, esto realmente no sucede; ya que como se explicó anteriormente, dentro de una hora, el flujo no es constante, sino que varía a cada momento.

Por ello, a continuación en la Tabla N°4-18 y en el Gráfico N°4-9 se realiza una comparación de la capacidad vial y el volumen vehicular en períodos cortos de 15 minutos; se considera que la capacidad vial para estos períodos es de 715 veh. /15 min.

Tabla N° 4-18: Capacidad y volúmenes vehiculares en períodos de 15 minutos. Sentido Norte
- Sur

HORA	CAPACIDAD	VIERNES 22 ENERO	VIERNES 8 ABRIL
6:30 - 6:45	715	791	793
6:45 - 7:00	715	693	695
7:00 - 7:15	715	607	598
7:15-7:30	715	772	760
7:30 - 7:45	715	622	612
7:45 - 8:00	715	606	596
8:00 - 8:15	715	659	662
8:15-8:30	715	794	797
8:30 - 8:45	715	810	813
8:45 - 9:00	715	688	691

Gráfica N° 4-9: Capacidad y volúmenes vehiculares en períodos de 15 minutos. Sentido Norte - Sur



Como se observa en el Gráfico N° 4-9, los volúmenes vehiculares en períodos cortos alcanzan e inclusive superan la capacidad vial; es dentro de estos períodos cortos en los cuales se genera congestión vehicular en el paso deprimido, en sentido norte – sur, sus efectos se extienden desde las 6:30 hasta las 10:00 en la mañana. Cabe recalcar que, entre las 7:30 y 8:15, el volumen vehicular es inferior a la capacidad vial debido a que el sistema vial ya estuvo previamente saturado, por lo que la circulación vehicular es mínima.

Al analizar los niveles de servicio se observa que, entre las 6:45 y 7:15, el nivel de servicio es de categoría E; mientras que, entre las 6:30 a 6:45 y entre las 7:15 a 8:30, el nivel de servicio es de categoría F.

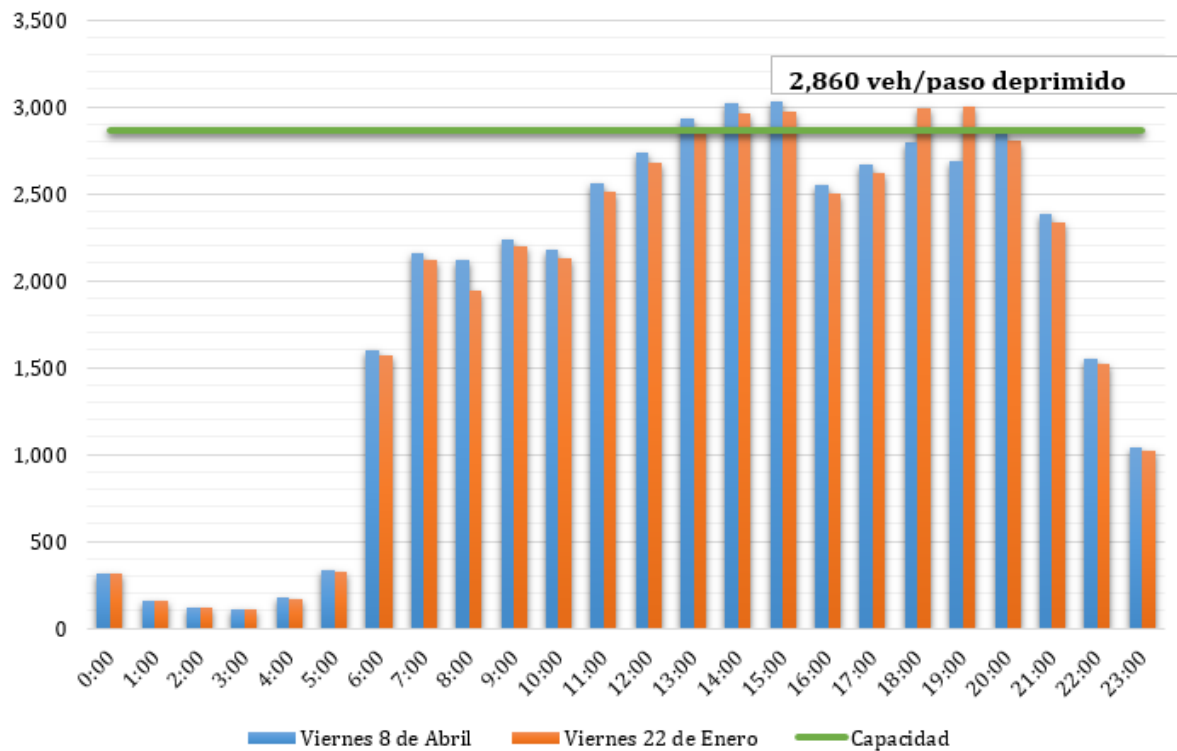
El nivel de servicio E se caracteriza porque la operación del flujo vehicular es inestable y los vehículos tienen que operar dentro de un espacio mínimo. En este nivel las interrupciones no se disipan con facilidad, se genera la formación de filas, situación que da inicio al deterioro del sistema vial. Mientras que el nivel de servicio F se caracteriza por el colapso del sistema vial y la inestabilidad del flujo vehicular; el número de vehículos que ingresa al sistema sobrepasa al número de vehículos desalojados, o cuando la demanda esperada sobrepasa la capacidad.

A continuación, en la Tabla N°4-19 y en el Gráfico N°4-10, se indica la comparación entre la capacidad vial del paso deprimido y el volumen vehicular en sentido sur – norte. Dentro del análisis del sentido sur – norte, no se realizará un análisis por períodos cortos, ya que si bien el volumen vehicular supera la capacidad vial del paso deprimido, esto no se ve reflejado sino hasta después del paso deprimido en el lado norte, tanto en la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la Av. Vaca de Casto como en la intersección con la calle Bernardo de Legarda.

Tabla N° 4-19: Capacidad y volúmenes vehiculares del viernes 22 de enero y viernes 8 de abril en el paso deprimido del intercambiador. Sentido Sur – Norte

HORA	Capacidad	Viernes 22 de Enero	Viernes 8 de Abril
0:00 – 1:00	2.860	312	318
1:00 – 2:00	2.860	156	159
2:00 – 3:00	2.860	120	122
3:00 – 4:00	2.860	104	106
4:00 – 5:00	2.860	172	175
5:00 – 6:00	2.860	324	330
6:00 – 7:00	2.860	1.568	1.599
7:00 – 8:00	2.860	2.116	2.158
8:00 – 9:00	2.860	1.944	2.118
9:00 – 10:00	2.860	2.196	2.240
10:00 – 11:00	2.860	2.132	2.174
11:00 – 12:00	2.860	2.508	2.558
12:00 – 13:00	2.860	2.680	2.733
13:00 – 14:00	2.860	2.876	2.933
14:00 – 15:00	2.860	2.960	3.019
15:00 – 16:00	2.860	2.968	3.027
16:00 – 17:00	2.860	2.496	2.546
17:00 – 18:00	2.860	2.616	2.668
18:00 – 19:00	2.860	2.992	2.797
19:00 – 20:00	2.860	3.004	2.691
20:00 – 21:00	2.860	2.800	2.856
21:00 – 22:00	2.860	2.332	2.378
22:00 – 23:00	2.860	1.520	1.550
23:00 – 24:00	2.860	1.016	1.036

Gráfica N° 4-10: Relación entre capacidad y volumen vehicular del día viernes 22 de enero y viernes 8 de abril en el paso deprimido del intercambiador. Sentido Sur – Norte



Como se observa en la Gráfica N°4-10, el volumen vehicular supera la capacidad del paso deprimido del intercambiador; sin embargo, como se mencionó anteriormente, sus efectos no son visibles en el intercambiador en sí, sino unos metros más al norte en la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la Av. Vaca de Castro y la calle Bernardo de Legarda.

- Intersección a nivel.-

Para el análisis de la intersección a nivel, se parte de la información del estudio de tráfico vehicular en el intercambiador, en el cual se muestra los volúmenes máximos que se esperaba que pasen por cada uno de los movimientos vehiculares. Estos datos se comparan con los volúmenes actuales de cada movimiento vehicular

durante las horas de máxima demanda, como son entre las 8:00 y 9:00 en la mañana y entre las 18:00 y 19:00 en la tarde.

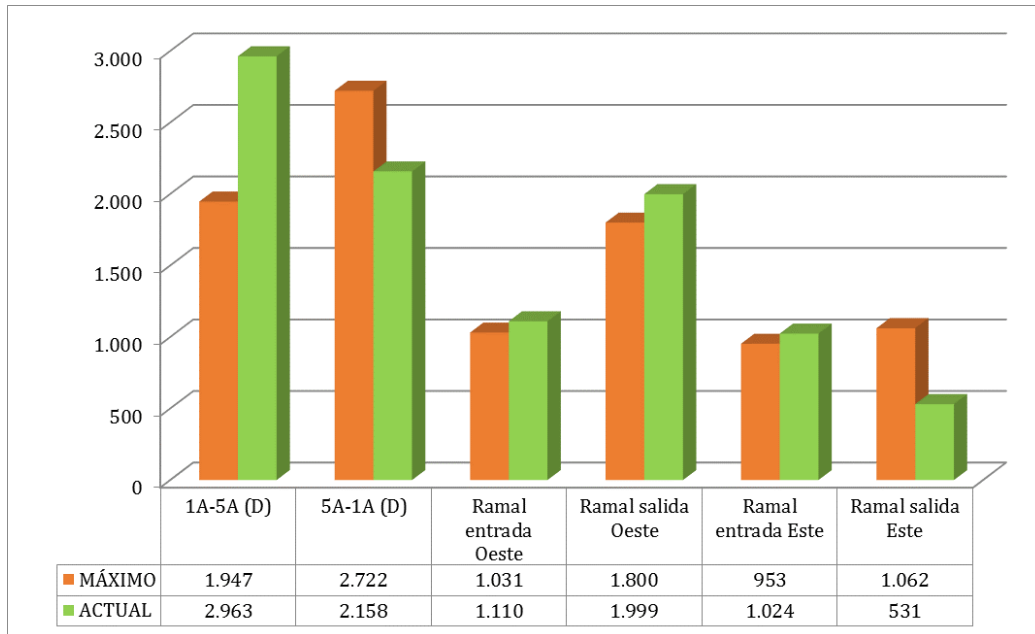
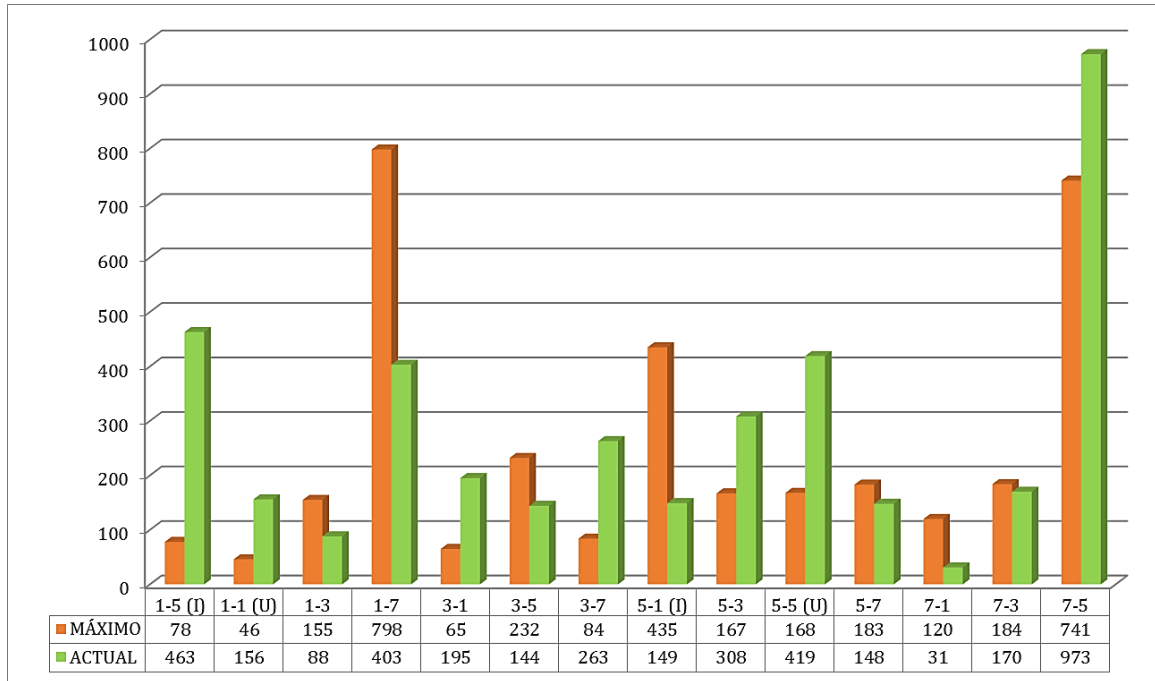
En la Tabla N°4-20 y Gráfico N°4-11, se muestra el volumen máximo esperado en cada movimiento vehicular, de acuerdo a los estudios de flujo vehicular del intercambiador, durante las 8:00 y 9:00 en la mañana.

Tabla N° 4-20: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual durante una hora del viernes 8 de abril en la intersección a nivel del intercambiador. Horario 8:00 – 9:00

SENTIDO	CÓDIGO	MÁXIMO	FLUJO ACTUAL
N- S	1-5 (I)	78	463
N - N	1-1 (U)	46	156
N-O	1-3	155	88
N-E	1-7	798	403
O-N	3-1	65	195
O-S	3-5	232	144
O-E	3-7	84	263
S-N	5-1 (I)	435	149
S-O	5-3	167	308
S-S	5-5 (U)	168	419
S-E	5-7	183	148
E-N	7-1	120	31
E-O	7-3	184	170
E-S	7-5	741	973

SENTIDO	MÁXIMO	ACTUAL
1A-5A (D)	1.947	2.963
5A-1A (D)	2.722	2.158
Ramal entrada Oeste	1.031	1.110
Ramal salida Oeste	1.800	1.999
Ramal entrada Este	953	1.024
Ramal salida Este	1.062	531

Gráfica N° 4-11: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual, durante las 8:00 – 9:00 en cada movimiento vehicular del intercambiador



De igual forma en la Tabla N° 4-21 y en el Gráfico N°4-12, se muestra el volumen máximo esperado en cada movimiento vehicular y el flujo actual que circula en cada movimiento durante las 18:00 y 19:00 en la tarde.

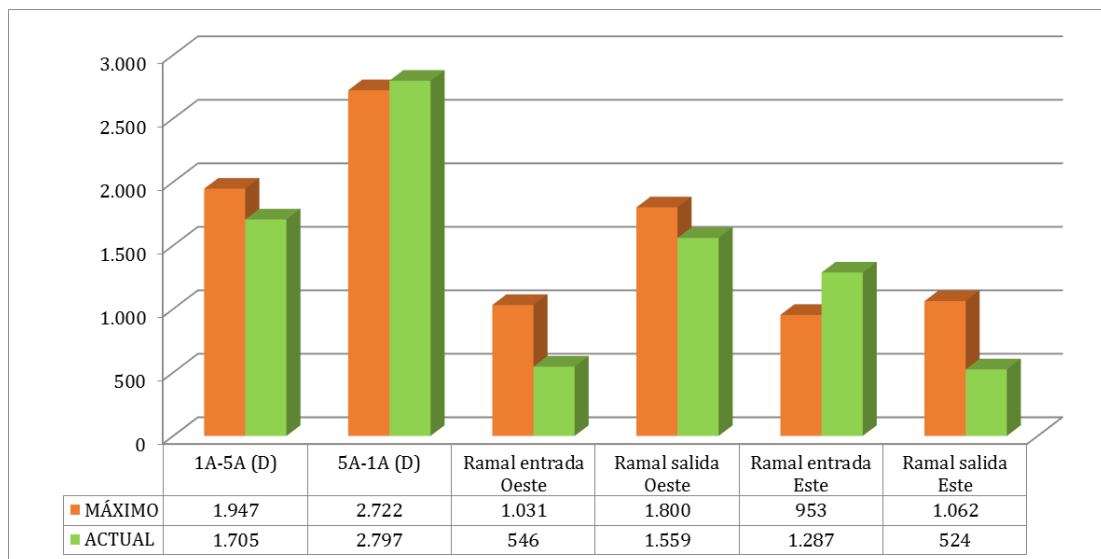
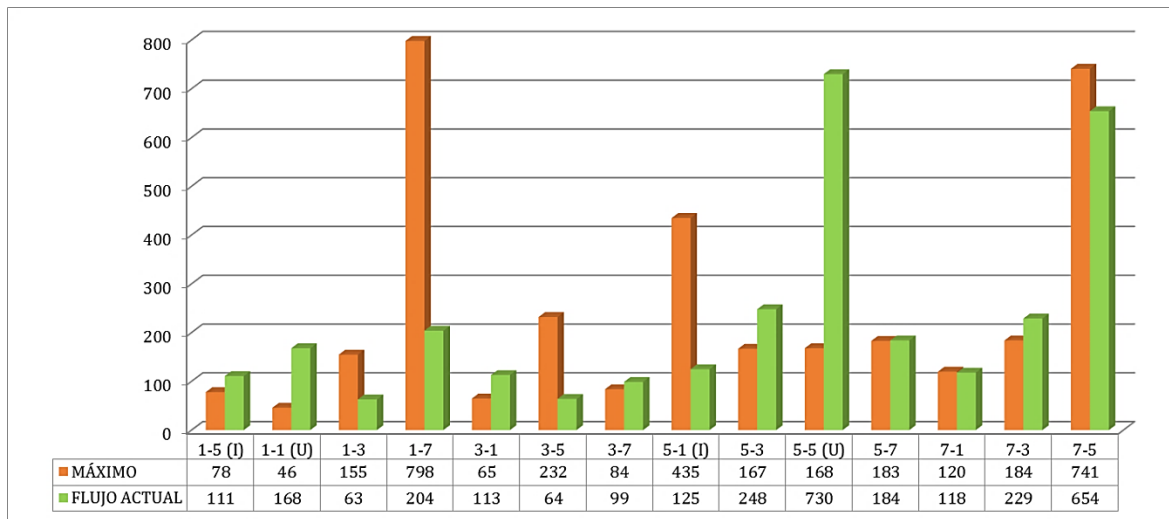
Tabla N° 4-21: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual, en cada movimiento vehicular durante las 18:00 – 19:00 del día viernes 8 de abril

HORARIO: 18:00 - 19:00 P.M. (V.L.E)

SENTIDO	CÓDIGO	MÁXIMO	FLUJO ACTUAL
N- S	1-5 (I)	78	111
N - N	1-1 (U)	46	168
N-O	1-3	155	63
N-E	1-7	798	204
O-N	3-1	65	113
O-S	3-5	232	64
O-E	3-7	84	99
S-N	5-1 (I)	435	125
S-O	5-3	167	248
S-S	5-5 (U)	168	730
S-E	5-7	183	184
E-N	7-1	120	118
E-O	7-3	184	229
E-S	7-5	741	654

SENTIDO	MÁXIMO	ACTUAL
1A-5A (D)	1.947	2.963
5A-1A (D)	2.722	2.158
Ramal entrada Oeste	1.031	1.110
Ramal salida Oeste	1.800	1.999
Ramal entrada Este	953	1.024
Ramal salida Este	1.062	531

Gráfica N° 4-12: Volumen vehicular máximo esperado y volumen vehicular actual, durante las 18:00 - 19:00 en cada movimiento vehicular del intercambiador



Como se puede observar, tanto en las tablas como gráficos anteriores, el volumen vehicular durante las horas de máxima demanda supera casi en su totalidad los volúmenes vehiculares máximos que se esperaba circulen por cada uno de los movimientos vehiculares del intercambiador.

El nivel de servicio en una intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan una medida del tiempo perdido durante el viaje; aquel constituye una medida cualitativa que describe las condiciones de operación del flujo vehicular por parte de los usuarios viales.

De acuerdo a la Tabla N°4-22 y comparando con lo observado en campo, en la intersección a nivel del intercambiador se presenta un nivel de servicio D. Sin embargo, en especial durante las 6:30 y 9:00 en la mañana, se observa que el nivel de servicio en la intersección a nivel es F, ya que al colapsar el flujo vehicular en el paso deprimido se genera un colapso general de todo el flujo en el intercambiador en sí; por lo que un conductor, en la intersección semaforizada a nivel, experimenta demoras de hasta 7 minutos, lo que implica un nivel de servicio F. Esto significa que los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos a la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

Tabla N° 4-22: Niveles de servicio en intersecciones con semáforos

Niveles de servicio	Demoras por control (segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	10 -20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

Fuente: Highway Capacity Manual HCM 2000

4.3. Velocidad

Por experiencia se conoce que un conductor, al momento de seleccionar una ruta para movilizarse de un lugar a otro, considera como mejor alternativa aquella ruta que le ofrezca mínimas demoras en su trayecto, con lo cual logra desplazarse a una velocidad fluida y sostenida. Es por ello que se considera a la velocidad como el principal parámetro, a través del cual los conductores miden parcialmente la calidad de sus viajes.

Para el estudio de velocidad vehicular se delimita un área de estudio, comprendida entre la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la calle Bernardo de Legarda, en el barrio de Bellavista; hasta la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la calle N°48, en el sector del Pinar Alto. En esta área de estudio se considera 3,78 km de longitud de la Av. Mariscal Sucre y 19 puntos de intersección¹¹⁰; de estos puntos, la intersección con la Av. Fernández Salvador resulta ser la de mayor importancia, por su jerarquía funcional y su aforo vehicular.

A continuación, se hace referencia a la velocidad de proyecto y dentro del análisis de velocidad, se considera los tres principales tipos de velocidad: punto, recorrido y marcha. Para su respectivo análisis, se utilizó el método del vehículo flotante, el cual consiste en que un vehículo denominado auto-test se mantiene en la corriente del flujo vehicular procurando, en lo posible, no adelantar ni ser adelantado por otros vehículos, para que de esta manera se considere que su tiempo de viaje es representativo del promedio de la corriente vehicular. En este método se registra todos los tipos de detenciones posibles, ya que a más de considerar las distancias recorridas, también considera las demoras que se producen.

4.3.1. Velocidad de proyecto

Es la máxima velocidad a la cual pueden circular los vehículos de manera segura por una sección específica de la vía, cuando las condiciones geométricas del proyecto gobiernan la circulación. Para el intercambiador de la Fernández Salvador se considera una velocidad de proyecto de 70 km/h y una velocidad de circulación por el paso deprimido de 65 km/h.

¹¹⁰ Las calles con las que se interseca son las siguientes: Bernardo de Legarda, Sabanilla, Flavio Alfaro, Ángel Ludeña, Vaca de Castro, Fernández Salvador, Melchor de Valdez, Carlos V, J. Sánchez, Jorge Piedra, César Villacrés, Gonzalo Valdivieso, José Herboso, Eguiguren, La Florida, Antonio Román, Vicente Heredia, Manuel Valdivieso, la N°48.

4.3.2. Velocidad de punto

Es la velocidad a la que circula un vehículo a su paso por un determinado punto o sección de la vía. Los días lunes 11 de abril y martes 12 de abril de 2016 se tomó la velocidad de punto de un vehículo liviano al pasar por los siguientes puntos:

- Puente 1: Entrada a Atucucho
- Puente 2: Av. Vaca de Castro
- Entrada al Intercambiador Fernández Salvador (lado norte)
- Salida del Intercambiador Fernández Salvador (lado sur)
- Puente 3: Agencia Nacional de Tránsito
- Puente 4: Jefatura de Tránsito
- Puente 5: Iglesia de La Virgen del Cisne

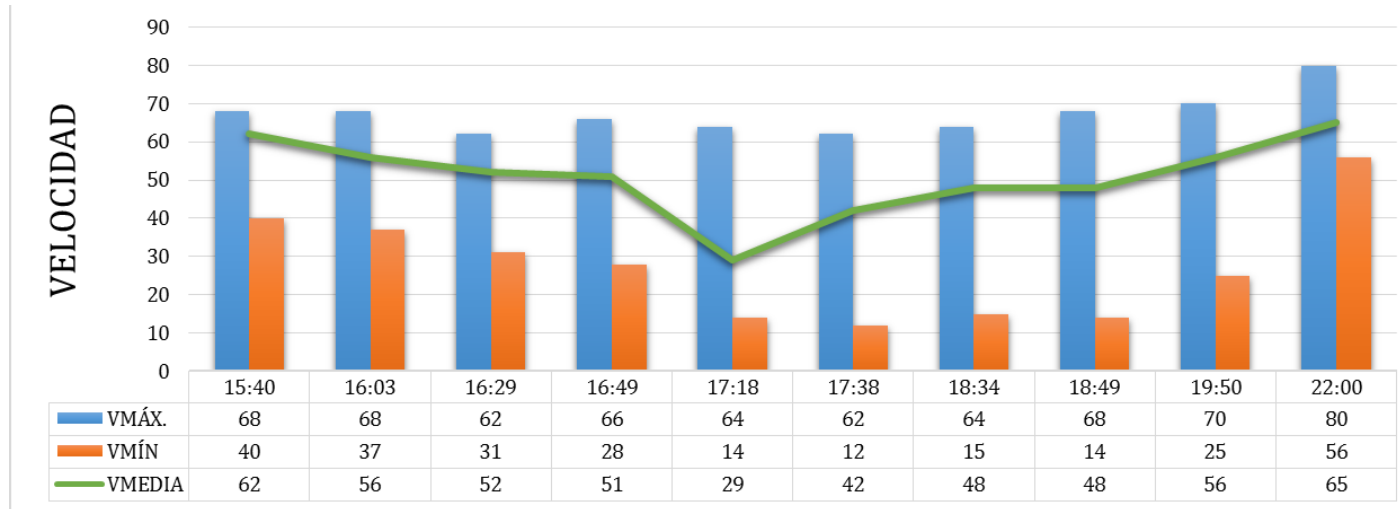
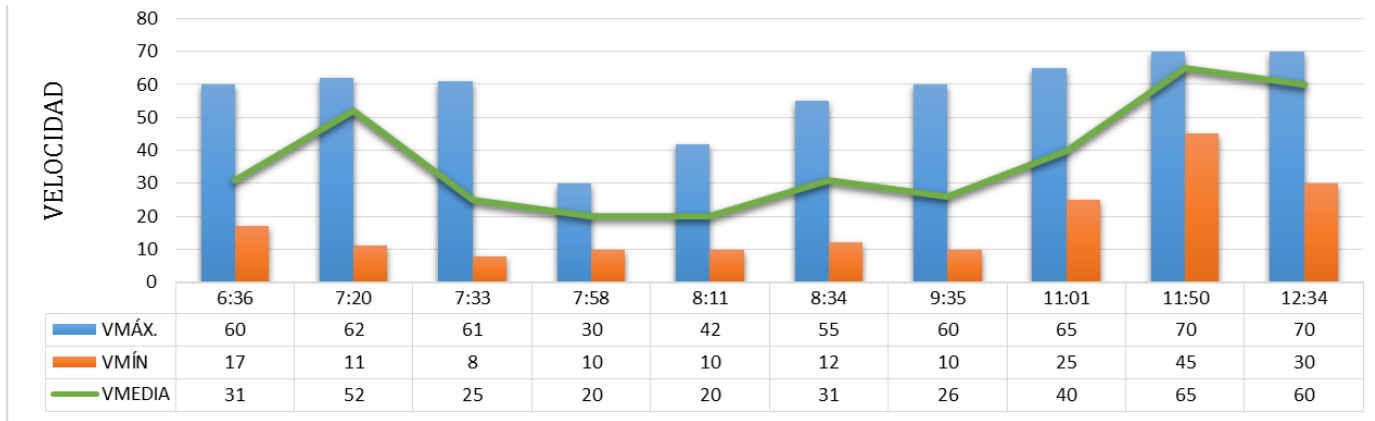
De acuerdo a los datos de la Tabla N°4-23, la cual se muestra a continuación, se observa que durante los períodos de la mañana, entre las 7:15 y 8:30 en el sentido de circulación norte –sur, se presenta una notable disminución de velocidad en el tramo comprendido entre la entrada al intercambiador y el puente peatonal de la ANT. Mientras que en la tarde, en sentido sur – norte, se observa que, a pesar de que el volumen vehicular supera la capacidad del sistema, la velocidad tanto a la entrada como a la salida del paso deprimido es normal, que el nivel de servicio es de categoría E sin que se llegue a presentar congestión vehicular.

Tabla N° 4-23: (Arriba) Velocidad de punto en el sentido norte – sur en la mañana. (Abajo) Velocidad de punto en sentido sur – norte durante la tarde y noche.

			ATUCUCHO V. CASTRO				ANT J. TRÁNSITO PINAR					
FECHA	HORA	SENTIDO	PUENTE 1	PUENTE 2	ENTRADA	SALIDA	PUENTE 3	PUENTE 4	PUENTE 5	VMÁX.	VMÍN	VMEDIA
Lunes 11 de abril	6:36	Norte - Sur	31	27	20	17	40	55	60	60	17	31
Martes 12 de abril	7:20	Norte - Sur	58	61	62	34	21	11	52	62	11	52
Lunes 11 de abril	7:33	Norte - Sur	25	8	21	10	42	38	61	61	8	25
Martes 12 de abril	7:58	Norte - Sur	10	25	10	30	20	30	20	30	10	20
Lunes 11 de abril	8:11	Norte - Sur	40	20	15	10	10	42	42	42	10	20
Martes 12 de abril	8:34	Norte - Sur	55	42	38	12	24	31	19	55	12	31
Martes 12 de abril	9:35	Norte - Sur	60	55	26	15	20	30	10	60	10	26
Lunes 11 de abril	11:01	Norte - Sur	65	50	40	45	38	25	30	65	25	40
Lunes 11 de abril	11:50	Norte - Sur	65	70	66	65	58	45	50	70	45	65
Lunes 11 de abril	12:34	Norte - Sur	60	65	70	62	41	55	30	70	30	60

FECHA	HORA	SENTIDO	PUENTE 1	PUENTE 2	ENTRADA	SALIDA	PUENTE 3	PUENTE 4	PUENTE 5	VMÁX.	VMÍN	VMEDIA
Lunes 11 de abril	15:40	Sur - Norte	40	60	68	65	62	64	45	68	40	62
Martes 12 de abril	16:03	Sur - Norte	37	68	61	67	56	42	38	68	37	56
Lunes 11 de abril	16:29	Sur - Norte	31	55	62	58	52	47	35	62	31	52
Martes 12 de abril	16:49	Sur - Norte	28	54	60	66	51	42	28	66	28	51
Lunes 11 de abril	17:18	Sur - Norte	14	20	55	64	29	49	15	64	14	29
Martes 12 de abril	17:38	Sur - Norte	12	42	54	62	35	50	25	62	12	42
Martes 12 de abril	18:34	Sur - Norte	15	55	56	64	31	48	24	64	15	48
Lunes 11 de abril	18:49	Sur - Norte	14	50	60	68	48	47	23	68	14	48
Martes 12 de abril	19:50	Sur - Norte	25	70	62	70	52	56	28	70	25	56
Lunes 11 de abril	22:00	Sur - Norte	58	80	73	71	65	60	56	80	56	65

Gráfica N° 4-13: (Arriba) Velocidad de punto en sentido Norte – Sur. (Abajo) Velocidad de punto en sentido Sur - Norte



4.3.3. Velocidad de recorrido

Conocida también como velocidad de viaje, resulta de la relación entre la distancia total recorrida y el tiempo que se empleó en recorrerla, por lo cual se debe incluir todas aquellas demoras ocasionadas por la operación del tránsito o por dispositivos de control de tránsito, ajenos a la voluntad del conductor.

El análisis de la velocidad de recorrido se realizó tanto para vehículos livianos como para buses de transporte público, con el fin de evaluar la calidad del servicio y registrar el tiempo que el usuario percibe al momento de realizar sus viajes.

Así mismo, dentro de la velocidad de recorrido, se realizó la medición del tiempo que le toma a un conductor cruzar por el paso deprimido del intercambiador, cuya longitud es de 490 metros.

Tabla N° 4-24: Velocidad de recorrido de un bus de transporte público. Sentido Norte - Sur

HORA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Hora)	VELOCIDAD (Km/h)
7:30	3,78	17:06	0,25	15
7:40	3,78	17:16	0,27	14
8:13	3,78	18:52	0,31	12
8:24	3,78	9:40	0,16	24
9:36	3,78	9:31	0,16	24
9:58	3,78	6:29	0,11	34
10:26	3,78	9:06	0,15	25
10:30	3,78	10:08	0,17	22
10:30	3,78	7:50	0,13	29
10:37	3,78	9:30	0,16	24
10:45	3,78	9:23	0,16	24
10:58	3,78	9:04	0,15	25
11:01	3,78	9:01	0,15	25
11:15	3,78	8:00	0,13	29
11:47	3,78	8:18	0,14	27
11:55	3,78	9:00	0,15	25
13:20	3,78	8:40	0,15	25
13:43	3,78	9:54	0,17	23
13:57	3,78	7:22	0,12	32
17:21	3,78	5:39	0,09	42
16,35	3,78	9:05	0,15	25
16:52	3,78	8:58	0,15	25

Tabla N° 4-25: Velocidad de recorrido de un automóvil. Sentido Norte - Sur

HORA	ÁREA DE ESTUDIO				PASO DEPRIMIDO			
	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Hora)	VELOCIDAD (Km/h)	PASO DEPRIMIDO (Km)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Hora)	VELOCIDAD (Km/h)
6:36	3,78	15:37	0,26	15	0,49	7:10:00	0,12	4
7:00	3,78	13:33	0,22	17	0,49	2:40:00	0,044	11
7:20	3,78	8:09	0,14	27	0,49	1:58:00	0,033	15
7:35	3,78	12:27	0,21	18	0,49	3:56:00	0,066	7
7:52	3,78	17:31	0,29	13	0,49	11:30:00	0,19	3
7:58	3,78	14:33	0,24	16	0,49	7:04:00	0,12	4
8:09	3,78	12:58	0,22	17	0,49	5:48:00	0,1	5
10:30	3,78	8:35	0,143	26	0,49	1:15:00	0,013	38
12:05	3,78	4:46	0,08	47	0,49	1:15:00	0,013	38
12:34	3,78	4:48	0,08	47	0,49	1:00:00	0,017	29
17:15	3,78	4:24	0,07	54	0,49	0:50:00	0,0083	59
21:15	3,78	10:20	0,17	22	0,49	0:40:00	0,007	70

Tabla N° 4-26: Velocidad de recorrido de un bus de transporte público. Sentido Sur – Norte

HORA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Hora)	VELOCIDAD (Km/h)
8:29	3,78	6:44	0,12	32
13:04	3,78	19:23	0,32	12
13:20	3,78	8:03	0,14	27
14:10	3,78	10:09	0,17	22
14:32	3,78	8:19	0,14	27
15:26	3,78	11:08	0,16	24
16:00	3,78	19:21	0,32	12
16:33	3,78	9:23	0,16	24
16:47	3,78	10:42	0,18	21
17:00	3,78	10:49	0,18	21
18:12	3,78	15:08	0,25	15
18:47	3,78	15,4	0,25	15
20:01	3,78	5:15	0,09	42
20:16	3,78	12:11	0,2	19
20:36	3,78	9:44	0,16	24

Tabla N° 4-27: Velocidad de recorrido de un automóvil. Sentido Sur – Norte

HORA	ÁREA DE ESTUDIO				PASO DEPRIMIDO			
	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Hora)	VELOCIDAD (Km/h)	PASO DEPRIMIDO (Km)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Hora)	VELOCIDAD (Km/h)
9:15	3,78	4:38	0,08	47	0,49	23	0,00639	77
11:42	3,78	7:13	0,12	32	0,49	28	0,00778	63
15:37	3,78	8:11	0,14	27	0,49	32	0,00889	55
16:28	3,78	10:21	0,17	22	0,49	30	0,00833	59
17:12	3,78	11:31	0,19	20	0,49	34	0,00944	52
17:49	3,78	10:33	0,18	21	0,49	32	0,00889	55
18:24	3,78	12:55	0,22	17	0,49	36	0,01	49
18:56	3,78	11:45	0,2	19	0,49	38	0,01056	46
19:21	3,78	10:46	0,18	21	0,49	33	0,00917	53

4.3.4. Velocidad de marcha

La velocidad de marcha es la relación entre la distancia total recorrida para el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento; lo que significa que se descuenta del tiempo total recorrido, todos aquellos tiempos en los cuales el vehículo estuvo detenido por cualquier causa referida a la operación del tránsito, lo que viene a ser las demoras.

La velocidad de marcha es muy útil, ya que por medio de ella se puede observar los lugares donde se presenta mayores demoras, lo que implicaría posibles problemas de congestión vehicular en estos puntos. Como se observa en las siguientes Tablas N°4-28 y N°4-29, en la mañana en sentido norte – sur se presenta una gran cantidad de demoras desde la Av. Vaca de Castro hasta el sector del Pinar.

Mediante este análisis se observa que en sentido norte – sur, los efectos de la saturación vial de la Av. Mariscal Sucre desde el sector del Pinar (1,9 Km al sur del intercambiador), son los que generan congestión vehicular hasta la Av. Vaca de Castro (300 m al norte del intercambiador), incluyendo la congestión en forma general de todo el intercambiador de la Fernández Salvador. Así mismo, se observa que los puntos más conflictivos se ubican en las intersecciones semaforizadas de la Av. Mariscal Sucre y en el paso deprimido del Intercambiador.

Tabla N° 4-28: Velocidad de marcha. Sentido Norte - Sur

HORA	DISTANCIA Km	TIEMPO Minutos	DEMORAS			TIEMPO NETO Minutos	VELOCIDAD CON DEMORAS (Km/h)	VELOCIDAD SIN DEMORAS (Km/h)
			LUGAR	TIEMPO (Segundos)	TOTAL (Minutos)			
6:36	3,78	15:37	Entrada Atucucho	35	5:26	10:11	15	22
			Av. Vaca Castro	111				
			Paso deprimido	110				
			ANT	15				
			Semáforo San F.	25				
			Semáforo Pinar	30				
7:28	3,78	19:21	Entrada Atucucho	40	9:47	9:56	12	23
			Av. Vaca de Castro	240				
			Paso deprimido	127				
			ANT	95				
			Semáforo San F.	46				
			Semáforo Pinar	39				
7:43	3,78	17:31	Entrada Atucucho	48	8:14	9:17	13	25
			Av. Vaca Castro	73				
			Paso deprimido	189				
			ANT	17				
			Semáforo San F.	30				
			Giro Pinar	63				
			Semáforo Pinar	75				
8:11	3,78	12:58	Av. Vaca de Castro	45	3:37	9:21	18	24
			Paso deprimido	87				
			Semáforo San F.	20				
			Giro Pinar	65				
20:19	3,78	13:21	Paso deprimido	17	6:11	7:10	17	32
			Semáforo San F.	38				
			Giro Pinar	256				

Tabla N° 4-29: Velocidad de marcha. Sentido Sur – Norte

HORA	DISTANCIA Km	TIEMPO Minutos	DEMORAS			TIEMPO NETO Minutos	VELOCIDAD CON DEMORAS (Km/h)	VELOCIDAD SIN DEMORAS (Km/h)
			LUGAR	TIEMPO (Segundos)	TOTAL (Minutos)			
17:02	3,78	12:06	Giro en U Pinar	7	3:06	9:00	19	25
			Semáforo San F.	26				
			Semáforo Jefatura	8				
			Semáforo Legarda	145				
17:36	3,78	11:24	Giro en U Pinar	25	2:16	9:08	20	25
			Semáforo San F.	18				
			Semáforo Jefatura	9				
			Semáforo Legarda	84				
18:23	3,78	12:56	Giro en U Pinar	54	2:45	10:11	17	22
			Semáforo San F.	38				
			Semáforo Legarda	73				
18:47	3,78	10:57	Giro en U Pinar	18	2:43	8:14	21	28
			Semáforo San F.	25				
			Semáforo Legarda	120				

CAPÍTULO V

5. FACTORES QUE GENERAN CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL INTERCAMBIADOR DE LA “AV. FERNÁNDEZ SALVADOR”

Antes de que se construyera el intercambiador de la Av. Fernández Salvador, la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez presentaba serios conflictos de congestión vehicular debido a la gran afluencia poblacional del sector y al tránsito que circula desde y hacia los sectores de la Mitad del Mundo, Carcelén y la salida al norte de la ciudad¹¹¹.

Por ello, con la construcción del intercambiador se pretendía que los conductores ahorren tiempo de viaje al cruzar esta intersección. Sin embargo, a pesar de que el 31 de mayo de 2013 se habilitó el paso deprimido y el carril lateral occidental del intercambiador, se presentó altos niveles de congestión vehicular, situación que ocasionó que decenas de conductores no pudieran circular a más de 10 km/h por el intercambiador, en sentido norte – sur.

Ahora, después de casi tres años de la entrega del intercambiador, persisten los problemas de congestión vehicular en este sector; por lo que es preciso conocer las razones y motivos para que, a pesar de la construcción del intercambiador, todavía se presenten estos problemas.

Por esta razón, en este capítulo se describe algunos factores que generan congestión vehicular tanto en el intercambiador de la Av. Fernández Salvador como dentro del área de más influencia del mismo. Para ello, se analiza el desarrollo urbano y poblacional de la zona, el transporte y el sistema vial que influyen de forma directa en el intercambiador de la Av. Fernández Salvador.

¹¹¹ (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Foto N° 5-1: Congestión vehicular antes de la construcción del intercambiador



Fuente: Anaela Mejía P. Diario El Comercio. 23 de Junio del 2010.

Foto N° 5-2: Congestión vehicular durante la construcción del intercambiador



Fuente: Diario La Hora. Sábado 1 de Junio del 2013. / <http://casas-ecuador.elportal.com.ec/desnivel-intercambiador-alivian-la-congestion-en-la-occidental-quito/>

Foto N° 5-3: Congestión vehicular después de la construcción del Intercambiador



5.1. Desarrollo urbano y poblacional

La ciudad de Quito se encuentra asentada en medio de un complejo sistema montañoso que llena de pendientes pronunciadas a la ciudad y complica su crecimiento transversal. Esta situación hace de Quito una ciudad enclaustrada y alargada, llena de barreras orográficas e hidrográficas, las cuales deben ser circunvaladas o atravesadas; ello dificulta aún más su crecimiento y contribuye a que los sistemas viales resulten ser siempre insuficientes y angostos, sin posibilidad de expansión.

Así, el intercambiador de la Av. Fernández Salvador se asienta en un terreno ondulado, con inclinaciones que van del 6% en el lado oriental a inclinaciones del 12,5% en el lado occidental del mismo.

Ilustración N° 5-1: Orografía del intercambiador Av. Fernández Salvador en el lado occidental



Fuente: Google Earth, 2015.

Al realizar un análisis de los factores de desarrollo urbano y poblacional que generan congestión vehicular en el Intercambiador de la Av. Fernández Salvador, se debe remontar al año de 1979, donde los recursos generados por la explotación y exportación del petróleo generaron en la ciudad de Quito un dinamismo de desarrollo urbano que no se había experimentado antes. Lo que generó que, a partir de los años 70 y la primera mitad de los años 80, la ciudad comience a expandirse hacia el norte y que algunas haciendas como Cotocollao y Carapungo dejen su papel de periféricas para dar paso a las llamadas ciudadelas.

Junto con este crecimiento poblacional se da inicio a la construcción de viviendas colectivas, con su principal apuesta en el sector de San Carlos; así se forma la intersección de la entonces Av. Occidental y la calle Fernández Salvador. (Foto N°5-4)

A principios de los años 80, la Av. Occidental era la primera vía perimetral de la ciudad de Quito y limitaba los barrios La Gasca, La Granja, Andalucía, San Carlos y Quito Norte. Sin embargo, el desarrollo y crecimiento de la Av. Occidental hacia el norte implicó la conformación de nuevos barrios como El Pinar Alto, Pinar Bajo, El Cisne, El Bosque, La Florida, La Pulida, Colinas del Norte, La Pisulí, La Roldós, El Condado, Ponceano, entre otros.

Foto N° 5-4: Viviendas multifamiliares en el Sector de San Carlos. Año 1979



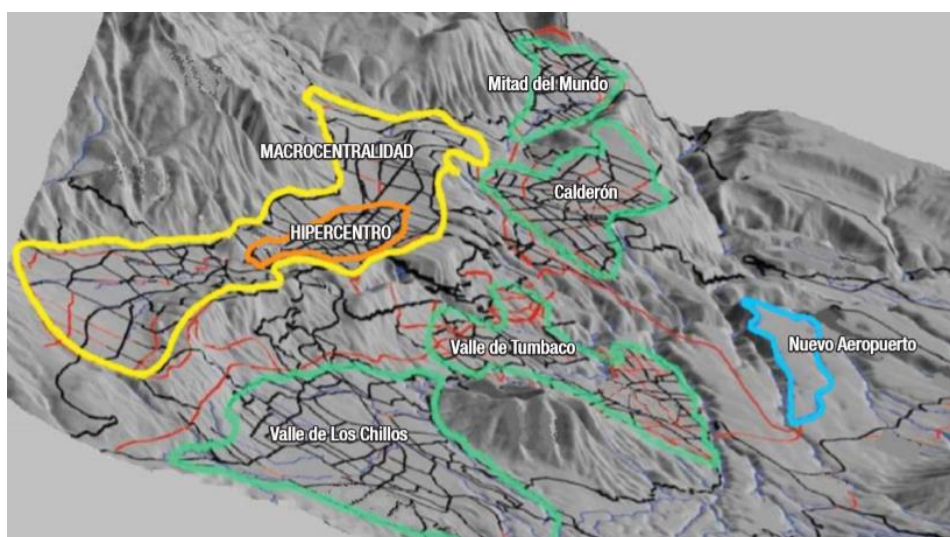
Fuente: Richard Cortez. Diario El Comercio. 6 de diciembre del 2015.

El desarrollo de nuevos barrios provocó que mucha gente saliera del centro de la ciudad para vivir en esos barrios, con lo cual se forman dos zonas muy marcadas: una zona central con altos niveles de equipamiento y servicios, lleno de edificios y sedes empresariales, conocida actualmente como hipercentro, y una zona residencial que se ubica alrededor del hipercentro. Sin embargo, para realizar estos desplazamientos se necesitaba construir nueva infraestructura vial, por lo que se construye los primeros pasos a desnivel a la altura del Banco Central, El Guambra y la Y.

El hipercentro se forma por 7 parroquias urbanas y dentro de estas 132 barrios, los cuales ocupan el 17,5% del área urbana del DMQ y concentran el 20% de la población; este se extiende desde el Antiguo Aeropuerto de Quito hasta el Panecillo, en sentido norte – sur; y desde la Av. 12 de Octubre hasta la Av. América, en el sentido transversal. (Mapa N°5-1)

Es así como se generan los primeros flujos vehiculares entre la periferia y el hipercentro, con una tendencia de desplazamiento periferia – hipercentro durante la mañana, e hipercentro – periferia durante la tarde.

Mapa N° 5-1: Macrocentralidad o ciudad de Quito e hipercentro de Quito



Fuente: Plan maestro de Movilidad para el DMQ. Año 2009 - 2025

A partir de esto, la ciudad de Quito pasa de un desarrollo territorial longitudinal a un nuevo proceso de desarrollo urbano irregular y disperso, el cual incorpora algunos poblados y asentamientos que se forman en los extremos de la ciudad, especialmente en la franja occidental; de igual forma se unen a la ciudad algunas zonas rurales como Pomasqui, San Antonio y Calderón, en el lado norte de Quito.

Durante la alcaldía de Gustavo Herdoíza (1984 - 1988), se aprueba una ordenanza para regularizar y reconocer todos los asentamientos del noroccidente como barrios legales de la ciudad; desde ahí se inicia un proceso dinámico de regularización territorial, el cual se basa en la generación de asentamientos que luego son regularizados y servidos con infraestructura básica y transporte. Durante la inauguración del intercambiador de la Fernández Salvador, el ex - alcalde de Quito, Augusto Barrera, señaló que se había regularizado las tierras en el sector de Atucucho y se planteó construir un nuevo parque metropolitano en este sector para delimitar la ciudad en el lado occidental.

Si bien el crecimiento poblacional afecta directamente los niveles de tráfico vehicular, su efecto es aún más crítico cuando se da una desordenada distribución de

los habitantes en el territorio. Como consecuencia de esto, el desarrollo urbano real que experimenta la ciudad de Quito no guarda concordancia con el desarrollo que se planifica por parte de las autoridades.

Es así como en la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez se genera progresivamente un flujo vehicular que se convierte en congestión vehicular y da paso a la construcción del Intercambiador de la Fernández Salvador.

Actualmente este crecimiento poblacional no se detiene. De forma general, el DMQ en el año 2010 albergaba una población de 2'239.191 habitantes, se estima que actualmente la población es de 2'589.229 habitantes y que para el año 2025 la población sea de 2'736.638 habitantes, de los cuales 1'809.362 habitantes albergará la ciudad de Quito y 927.276 habitantes el resto del DMQ.¹¹²

Así mismo, en las parroquias de Cotacollao, Cochapamba y La Concepción se observa un comportamiento poblacional muy interesante, ya que desde el año 2001 existe un decremento en su población; mientras que en zonas periféricas como Calderón, Pomasqui y San Antonio se observa un notable crecimiento poblacional con una tasa de crecimiento de 0,71% en 1982 a 4,68% en el 2005. Esto se debe entre otros factores, a los movimientos migratorios desde las zonas centrales hacia la periferia debido al menor costo del suelo y a las mejores condiciones de clima, especialmente en zonas como Calderón y San Antonio, al norte de Quito.¹¹³

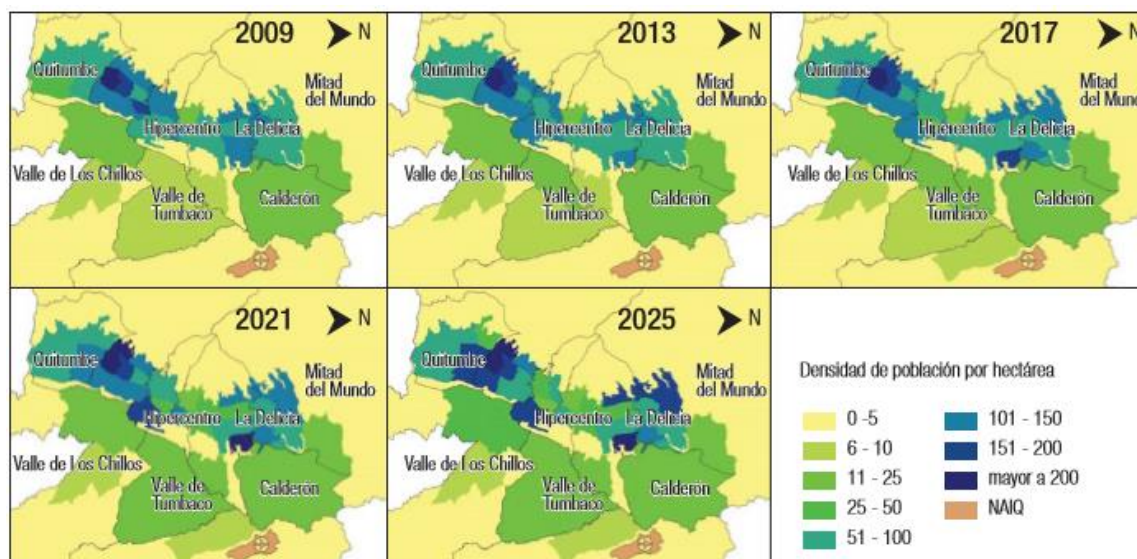
Según el Censo de población y vivienda realizado en el 2010, se observa que la parroquia de Cotacollao disminuyó su población en un 0,5% al pasar de 33.026 habitantes en el 2001 a 31.623 habitantes en el año 2010, con una densidad poblacional de 115,4 hab/km². De igual forma en la parroquia de La Concepción disminuyó la población en un 1,6% al pasar de 37.357 habitantes en el año 2001 a 32.269 habitantes en el año 2010. Mientras que en la parroquia de Cochapamba se incrementó la población en un 2,9% al pasar de 44.613 habitantes en el 2001 a 57.910 habitantes en el 2010, con una densidad poblacional de 106 habitantes/km².

¹¹² Censo poblacional del año 2010. (Municipio del DMQ, 2009 - 2025)

¹¹³ (Municipio del DMQ, 2009 - 2025)

Sin embargo, en zonas periféricas como Calderón se observa que la población creció en un 6,3% al pasar de 93.989 habitantes en el año 2001 a 162.584 habitantes en el año 2010¹¹⁴; mientras que en Pomasqui y San Antonio hay un crecimiento poblacional del 4,2% y 5,6% respectivamente, entre el año 2001 y 2010.

Mapa N° 5-2: Evolución de la densidad de población en el DMQ por administraciones zonales

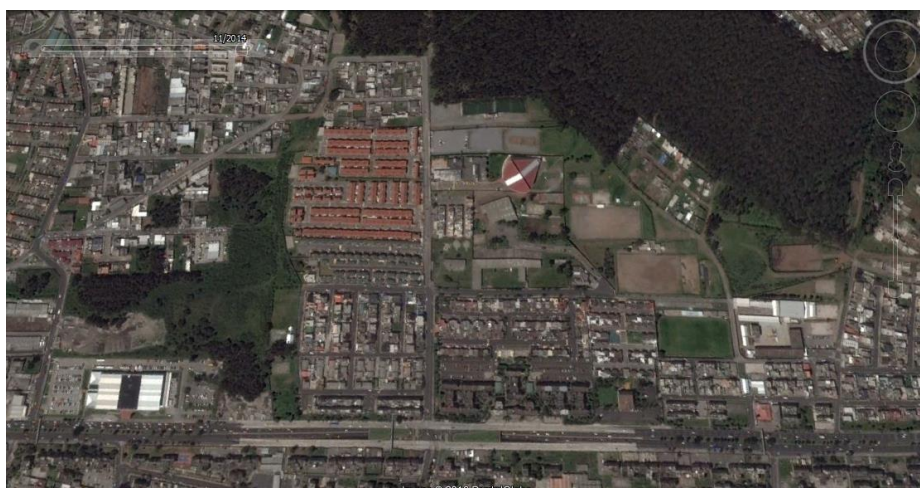
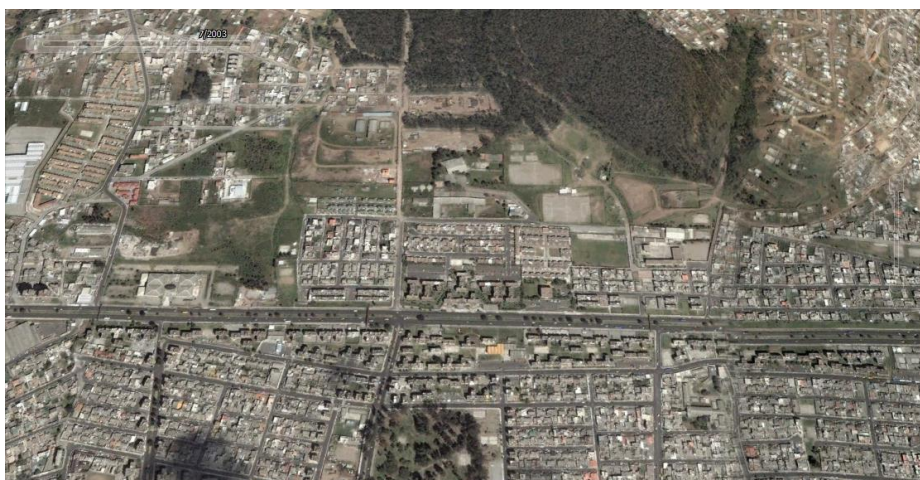


Fuente: Plan maestro de Movilidad para el DMQ. Año 2009 - 2025

Mediante estos datos de población se observa que mucha gente ha salido de las zonas centrales de la ciudad para vivir en las zonas periféricas como Calderón, Pomasqui y San Antonio; lugares en los cuales se puede ver un notable crecimiento de urbanizaciones y conjuntos residenciales. Así mismo, se observa que los procesos de urbanización en el lado occidental de la Av. Mariscal Sucre se siguen desarrollando; así, la longitud de la calle Melchor de Valdez pasa de 215 metros y servir a un solo conjunto residencial, en el 2010; a tener una longitud de 623 metros y servir 5 conjuntos residenciales en el 2016, con la posibilidad de seguir creciendo hacia el bosque de San Carlos.

¹¹⁴ Considera el distrito zonal norte de Calderón que considera Calderón mismo y Llano Chico.

Mapa N° 5-3: Área de influencia directa de la intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez. (Arriba) año 2010. (Abajo) Año 2015.



Fuente: Google Earth, 2015

Al considerar la población asentada en el margen occidental de la Av. Mariscal Sucre y una banda de 500 metros en el lado oriental, desde el sector de El Bosque hasta la calle Bernardo de Legarda, se tiene una población de aproximadamente 170.000 habitantes. Sin embargo, al considerar los desplazamientos que se realizan desde otras parroquias como Belisario Quevedo, Rumipamba, El Condado, Cotocollao, Ponceano, Carcelén, Pomasqui y San Antonio, se tiene una población estimada de 380.000 habitantes.

Tanto el crecimiento poblacional en las zonas periféricas del norte de la ciudad de Quito como el acelerado crecimiento urbano en el lado occidental han expandido los límites geográficos de la ciudad. Esta situación ha generado un aumento en la demanda de viajes y desplazamientos desde la periferia hacia el centro de la ciudad y viceversa, ella influye de manera directa en el comportamiento del flujo vehicular en el Intercambiador de la Fernández Salvador, ya que aumenta los volúmenes de tráfico vehicular y reduce la velocidad de circulación.

5.2. Transporte

La concentración de fuentes de empleo y servicios en el hipercentro de la ciudad de Quito genera una gran cantidad de viajes desde las zonas periféricas hacia las zonas centrales durante la mañana, mientras que en la tarde se observa un comportamiento en sentido contrario.¹¹⁵

De acuerdo al estudio de movilidad realizado por el MDMQ para el proyecto del Metro de Quito, se determinó que en el DMQ se realizan aproximadamente 4'565.000 viajes por día. De estos, 2'800.000 viajes se realizan en transporte público, se incluye el institucional y escolar; mientras que 1'050.000 viajes se realiza en transporte privado. De ahí que el transporte público representa el 61,3% del total de modos de viaje y un 73% con respecto a los modos motorizados. Sin embargo, en el año de 1998 eran 80% para el público y 20% para el privado, lo que demuestra una disminución del transporte público en 1,44% anual. Se estima que para el año 2025 la tendencia sea del 59% para el transporte privado y 41% para el público¹¹⁶.

Del total de viajes que se realizan hacia el hipercentro, el 45% se lo realiza en transporte público mientras que el 58% se lo realiza en transporte privado; de todos

¹¹⁵ Los flujos se evidencian durante las horas pico entre las 7:00 y las 9:00 de la mañana y entre las 17:30 y 19:30, donde la mayoría de desplazamientos se realiza entre las casas y lugares de trabajo y en la tarde entre el trabajo y la casa. (Municipio del DMQ, 2009 - 2025)

¹¹⁶ Anexo N° 5-1. Encuesta Domiciliaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito elaborado para el Municipio de Quito, en el 2012. Se lo hizo como parte del proyecto Metro de Quito. (Secretaría de Movilidad, 2015 - 2030)

estos más de la mitad se originan dentro de la misma zona.¹¹⁷ De estos viajes, más del 67% de los desplazamientos se efectúan antes de las 13:00; se realiza el 42% de los desplazamientos para ir al trabajo, el 16% para realizar trámites, el 14% por estudios, el 13% para regresar al hogar y el 5% para ir de compras¹¹⁸.

Desde las zonas periféricas de San Antonio, Pomasqui y Calderón se realiza aproximadamente 165.000 viajes diarios en transporte público y 65.500 viajes en transporte privado¹¹⁹.

- Transporte Público

Los viajes en transporte público son atendidos por un total de 3.131 unidades, entre buses estándares, articulados y minibuses; de las cuales el 90% son buses convencionales urbanos e inter e intraparroquiales¹²⁰. Se estima que la red convencional urbana transporta 1'438.000 pasajeros/día, mientras que la red de taxis transporta alrededor de 135.000 pasajeros/día¹²¹.

Como se vio en el capítulo anterior, en “Análisis de Flujo vehicular”, aproximadamente el 3% de los vehículos que circulan por el intercambiador de la Fernández Salvador corresponden a buses; de estos, se observa que el 63% de buses que circulan entre las 7:00 y 9:00 en la mañana, corresponde a buses institucionales o escolares¹²².

Por el Intercambiador de la Fernández Salvador circulan 4 líneas de buses de transporte público en 8 rutas diferentes, las cuales se muestran a continuación en la Tabla N°5-1.

¹¹⁷ Íbid. Anexo N° 5-2 y Anexo N° 5-3

¹¹⁸ (Diario El Comercio)

¹¹⁹ Anexo N° 5-2 y Anexo N° 5-3

¹²⁰ Según la Ordenanza Metropolitana No. 0247 se considera que un bus convencional o estándar es aquél que tiene una capacidad de 70 a 90 pasajeros sentados y de pie, con al menos dos puertas de ingreso y salida. (Secretaría de Movilidad, 2015 - 2030)

¹²¹ EMOPQ, DMT, Sistema metropolitano de transporte público de Quito. Anexo N° 5-4

¹²² Durante el viernes 8 de abril entre las 7:00 y 9:00 de la mañana circularon 129 buses institucionales y escolares.

Tabla N° 5-1: Transporte público que circula por el Intercambiador de la Fernández Salvador

COOPERATIVA	RUTA	FRECUENCIA PROMEDIO (buses /hora)
Catar	Pulida - Congreso	6
Mitad del Mundo	Mitad del Mundo - Miraflores	12
Mitad del Mundo	Mitad del Mundo - Panecillo	9
Mitad del Mundo	San Vicente – Amazonas	5
Rapitrans	Colinas del Norte – La Marín	7
San Carlos	Estadio de Liga – Dos puentes	16
San Carlos	Jaime Roldós – Dos puentes	8
San Carlos	La loma – Dos puentes	9
San Carlos	Sistema integrado	3

Fuente: Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad.

Medir la tasa de ocupación en un bus de transporte público resulta muy complejo por la dificultad de contabilizar las personas que ocupan una unidad. Por ello, para medir la tasa de ocupación en buses se realizó desde el día lunes 8 de febrero hasta el día viernes 3 de Junio de 2016 una clasificación de 50 buses, 25 por sentido, de acuerdo al grado de ocupación que un usuario percibe. Esta se presenta continuación:

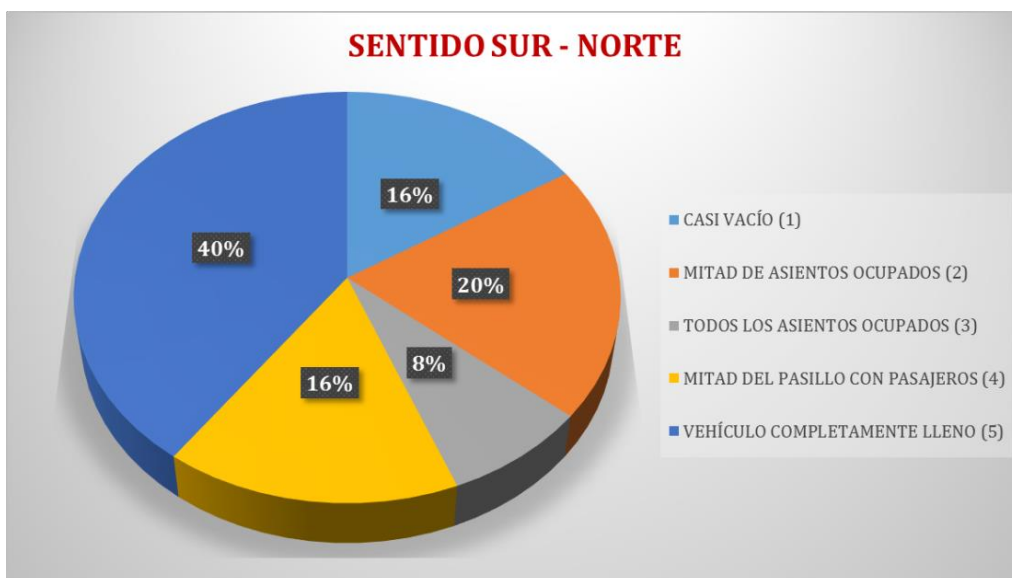
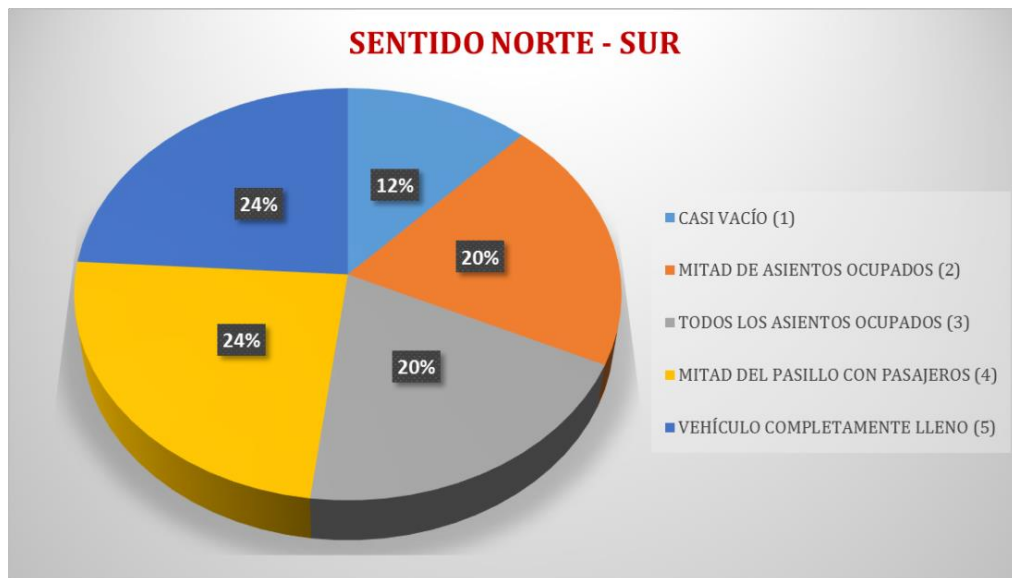
- Casi vacío (1)
- Mitad de asientos ocupados (2)
- Todos los asientos ocupados (3)
- Mitad del pasillo con pasajeros (4)
- Vehículo completamente lleno (5)

Tabla N° 5-2: Grado de ocupación en buses de transporte público

SENTIDO	HORA	OCUPACIÓN	SENTIDO	HORA	OCUPACIÓN
NORTE - SUR	7:30	5	SUR-NORTE	8:29	2
NORTE - SUR	7:40	5	SUR-NORTE	8:36	2
NORTE - SUR	8:13	5	SUR-NORTE	9:03	1
NORTE - SUR	8:24	5	SUR-NORTE	9:06	1
NORTE - SUR	9:36	5	SUR-NORTE	9:19	1
NORTE - SUR	9:58	5	SUR-NORTE	9:45	3
NORTE - SUR	10:26	4	SUR-NORTE	10:21	2
NORTE - SUR	10:30	4	SUR-NORTE	10:39	1
NORTE - SUR	10:33	4	SUR-NORTE	11:05	2
NORTE - SUR	10:37	3	SUR-NORTE	11:45	2
NORTE - SUR	10:45	3	SUR-NORTE	12:08	4
NORTE - SUR	10:58	4	SUR-NORTE	13:04	5
NORTE - SUR	11:01	4	SUR-NORTE	13:20	5
NORTE - SUR	11:15	3	SUR-NORTE	14:10	5
NORTE - SUR	11:47	2	SUR-NORTE	14:32	4
NORTE - SUR	11:55	2	SUR-NORTE	15:26	3
NORTE - SUR	13:20	2	SUR-NORTE	16:00	4
NORTE - SUR	13:43	3	SUR-NORTE	16:33	5
NORTE - SUR	13:57	3	SUR-NORTE	16:47	5
NORTE - SUR	17:21	4	SUR-NORTE	17:00	4
NORTE - SUR	16:35	3	SUR-NORTE	18:12	5
NORTE - SUR	16:52	3	SUR-NORTE	18:47	5
NORTE - SUR	17:15	2	SUR-NORTE	20:01	5
NORTE - SUR	20:02	2	SUR-NORTE	20:16	5
NORTE - SUR	20:18	1	SUR-NORTE	20:36	5

CLASIFICACIÓN	NORTE - SUR	SUR - NORTE
CASI VACÍO (1)	12%	16%
MITAD DE ASIENTOS OCUPADOS (2)	20%	20%
TODOS LOS ASIENTOS OCUPADOS (3)	20%	8%
MITAD DEL PASILLO CON PASAJEROS (4)	24%	16%
VEHÍCULO COMPLETAMENTE LLENO (5)	24%	40%

Gráfico N° 5-1: Grado de ocupación en buses de transporte público en el Intercambiador.



De la Tabla N°5-2 y Gráfico N°5-1 se observa que durante la mañana, entre las 7:00 y las 10:00, en sentido norte – sur; y en la tarde, entre las 17:00 y las 20:30, en sentido sur – norte, los buses circulan completamente llenos, con una ocupación que oscila en un promedio de 7 personas por m², lo cual sobrepasa el límite máximo permitido de 6 personas por m².¹²³

¹²³ Condiciones de alta calidad y eficiencia, (Municipio del DMQ, 2009 - 2025, pág. 67)

Justamente estas deficiencias del transporte público conduce a que los usuarios prefieran el uso del automóvil por mayor confort y seguridad. Así mismo, durante estas observaciones se pudo notar que el transporte público presenta deficiencias en su capacidad; los usuarios muchas veces tienen que esperar hasta tres unidades antes de ingresar a una y desplazarse, ya que los buses llegan llenos o porque no se detienen a recoger pasajeros.

- **Transporte Privado**

La preferencia por el uso del automóvil obedece a condiciones culturales de la gente y a las limitaciones de un sistema de transporte público que resulta ser insuficiente; sus consecuencias afectan de manera directa al problema de congestión vehicular. Si bien el uso del automóvil facilita la movilidad de las personas resulta ser, en términos de ocupación de espacio vial, una solución muy ineficiente; ya que cada ocupante produce en las horas pico unas 11 veces la congestión atribuible a cada pasajero de bus, este es el primer factor de degradación de la movilidad como bien común.¹²⁴

Durante la última década, el crecimiento del parque automotor oscilaba entre el 5% y el 10%, lo que significaba la incorporación de entre 15.000 y 30.000 vehículos por año; sin embargo, en los últimos 5 años estas tasas de crecimiento vehicular son mayores. Según la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) en el año 2013 se sumaron 36.000 vehículos y en el año 2014 se sumaron 62.205 vehículos; situación que incrementó el parque automotor para el 2015 a 465.000 unidades.¹²⁵

Así mismo, una relación entre la población y el parque automotor muestra que de 131 vehículos por cada 1.000 habitantes en el año 1998, pasó a 192 vehículos por cada 1.000 habitantes en el año 2014. De continuar así se estima que para el año 2030 se tendría 375 vehículos por cada 1.000 habitantes.

Como se vio en el capítulo anterior, en “Análisis de Flujo vehicular”, aproximadamente el 95% de vehículos que circulan por el intercambiador de la Av.

¹²⁴ (Montalvo, 2009)

¹²⁵ (Secretaría de Movilidad, 2014)

Fernández Salvador son vehículos livianos. Para medir la tasa de ocupación de estos vehículos se registró el número de ocupantes de 500 vehículos en la mañana, entre las 7:00 y las 9:00 y 500 vehículos en la tarde y noche, entre las 18:00 y 20:00, en ambos sentidos de la Av. Mariscal Sucre. De allí se obtiene los siguientes datos de ocupación vehicular.

Tabla N° 5-3: Grado de ocupación en vehículos livianos

PASAJEROS/VEHÍCULO	7:00 - 9:00		18:00 - 20:00	
1 pas/veh	298	60%	292	58%
2 pas/veh	126	25%	130	26%
3 pas/ veh o más	76	15%	78	16%
TOTAL	500		500	
OCUPACIÓN	1,56 pasajeros / vehículo		1,57 pasajeros/ vehículo	

Gráfico N° 5-2: Grado de ocupación en vehículos livianos. Hora: 7:00 – 9:00 (Mañana)

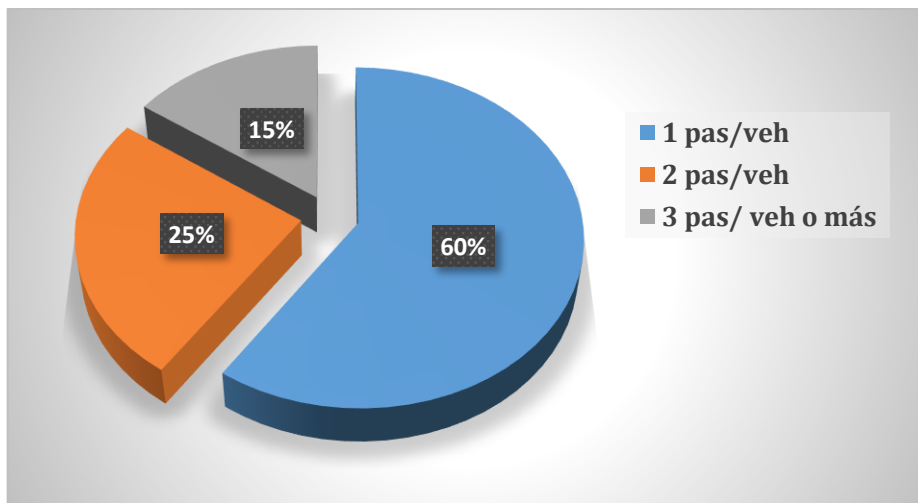
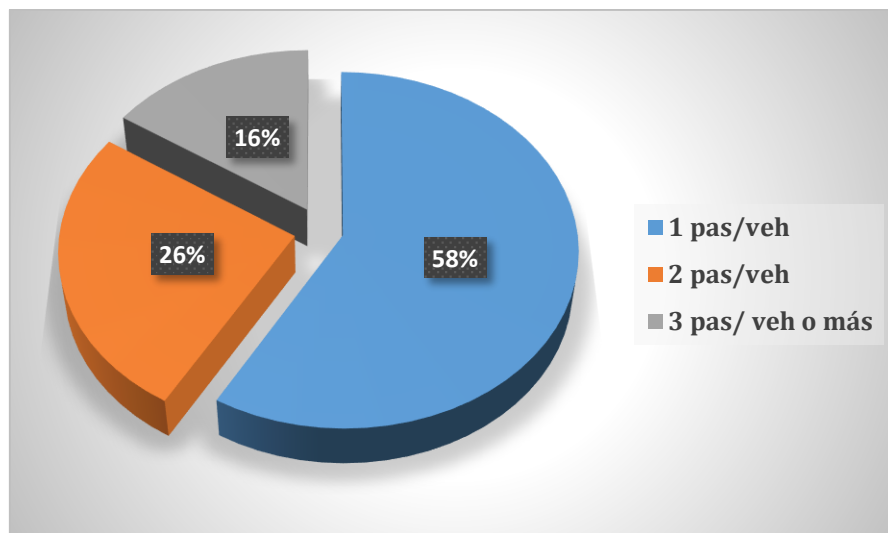


Gráfico N° 5-3: Grado de ocupación en vehículos livianos. Hora: 18:00 – 20:00 (Tarde y noche)



Según la Tabla N°5-3, de un total de 1.000 vehículos livianos (500 en la mañana y 500 en la tarde), la tasa de ocupación es de 1,6 pasajeros por cada vehículo, lo que ocasiona que en horas pico se forme largas filas de automóviles con un solo usuario dentro¹²⁶.

Así mismo, se observa que en aproximadamente el 60% de los vehículos que circulan por el paso deprimido del intercambiador en ambos sentidos, solamente hay un usuario dentro del mismo y que en un 75% de los vehículos livianos no pasa de 2 pasajeros por vehículo. Esto demuestra un notable desequilibrio entre el transporte público y el transporte privado.

- **Eventos excepcionales**

Los volúmenes vehiculares que circulan por el intercambiador de la Fernández Salvador produce altos niveles de saturación vial y con ello congestión vehicular. Sin embargo, estos problemas se agravan aún más cuando sucede accidentes de tránsito,

¹²⁶ En otras ciudades del mundo esta tasa de ocupación es mayor, así por ejemplo en Santiago de Chile la tasa de ocupación del vehículo es de 2,8; en Lima 2,9; Sao Paulo 3,2; y en Santa Cruz de la Sierra en Bolivia es de 3,8. ¹²⁶

se realiza trabajos en la vía o durante un evento excepcional. A manera de ejemplo, se refiere algunos casos.

En la reconstrucción del 30S, en el año 2015, la congestión vehicular fue evidente desde la Av. Mariana de Jesús hasta la calle Bernardo de Legarda; se formó filas de vehículos de 7 kilómetros. Recorrer este tramo de vía durante un día sin congestión vehicular tomaría entre 15 y 20 minutos; sin embargo, durante la reconstrucción del 30 S tomó casi una hora recorrerlo.

“A las 09:30 la fila de autos de norte a sur sobre la Av. Mariscal Sucre se extendía por más de 7 kilómetros, desde la calle Bernardo de Legarda hasta la Mariana de Jesús. Los carros que copaban los tres carriles, se tomaban 25 minutos en ir desde la Legarda hasta la Agencia Nacional de Tránsito, un tramo que normalmente no toma más de cinco.” (Diario El Comercio, 2015)

Foto N° 5-5: Congestión vehicular por la reconstrucción del 30 S.



Fuente: Evelyn Jácome. (Diario El Comercio, 2015)

Así mismo, los accidentes de tránsito contribuyen al aumento de estrés del conductor y de los pasajeros debido a la congestión vehicular que se genera, especialmente en el paso deprimido del intercambiador. Así por ejemplo, el día jueves 4 de febrero de 2016 ocurrió un accidente de tránsito a la altura de la Av. Vaca de Castro, pocos metros al norte del intercambiador; durante un recorrido realizado ese día, atravesar el paso deprimido tomó 19 minutos, lo que durante un día sin percances viales toma normalmente 30 segundos. De igual forma ocurrió el jueves 26

de mayo de 2016, un vehículo se dañó en el paso deprimido del intercambiador; durante un recorrido realizado a las 16:32, cruzar el paso deprimido tomó 5 minutos lo que normalmente toma 30 segundos. Finalmente, el viernes 13 de mayo de 2016 un vehículo pesado trató de girar en U a la altura de la Av. Vaca de Castro y se dañó, debido a esto se produjo largas colas de vehículos en sentido sur – norte, las cuales llegaron hasta la altura del sector de San Fernando.

5.3. Sistema vial

Al describir los factores que generan congestión vehicular en el intercambiador de la Fernández Salvador, relacionados con el sistema vial y diseño geométrico, es oportuno realizar un análisis en sí de la Av. Mariscal Sucre, en el entorno del objeto de estudio, ya que su importancia dentro del intercambiador es determinante.

La Av. Mariscal Sucre fue concebida y construida como una vía perimetral que formaría parte del anillo vial periférico de la ciudad de Quito, cuya principal función era delimitar la expansión de la ciudad en el lado occidental. Según el análisis de flujo vehicular por la Av. Mariscal Sucre, a la altura de la ANT, circula un TPDA de 112.524 veh/día, por lo que según la clasificación que realiza el MTOP correspondería a una autopista; de igual forma, según la clasificación vehicular establecida en la Ordenanza Municipal No. 3746, correspondería a una vía expresa, que equivale a una autopista o viaducto.

Tabla N° 5-4: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

* TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual

** TPDA_d = TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño

Fuente: (Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2013)

Sin embargo, desde hace algún tiempo esta avenida ya no delimita la ciudad en el lado occidental y según la red vial metropolitana es considerada como una arteria vial urbana de alta jerarquía funcional. Por tal razón, esta avenida que en un principio se pensó que no tendría intersecciones en el lado occidental actualmente es una vía urbana mixta, con zonas que tienen un límite de velocidad de 90 km/h y otras zonas escolares que, según la Ley de Tránsito, tendrían un menor límite de velocidad como es el caso del Colegio Los Pinos y el Colegio Intisana.

Tanto por la funcionalidad con la que fue construida la Av. Mariscal Sucre como por el volumen vehicular que circula por esta avenida, las 167 intersecciones que hay a lo largo de esta vía son unas de las principales causas de congestión vehicular, ya que como se mencionó antes no estuvo concebida para ello.

Por esta razón, a más de analizar los 5 factores que generan congestión vehicular en el intercambiador en sí, se describe 6 factores externos al mismo, los cuales en su mayoría son intersecciones donde cuales se presenta congestión vehicular, cuya afectación llega a perjudicar la operación vehicular en el Intercambiador de la Fernández Salvador.

Mapa N° 5-4: Factores de congestión vehicular internos y externos al Intercambiador de la Fernández Salvador



Fuente: Google Earth, 2015.

Mapa N° 5-5: Factores de congestión vehicular internos al Intercambiador de la Fernández Salvador



Fuente: Google Earth, 2015.

A continuación se describe los factores externos al intercambiador que generan congestión vehicular, para luego analizar los factores internos.

5.3.1. Factores externos al intercambiador

- Av. Vaca de Castro

La intersección de la Av. Mariscal Sucre y Av. Vaca de Castro representa uno de los puntos más críticos durante los horarios de la tarde y la noche debido a que en esta intersección los buses se detienen a dejar y recoger pasajeros, lo que genera que los vehículos que salen del paso deprimido no tengan el suficiente tiempo y espacio para realizar giros en sentido sur – este desde la Av. Mariscal Sucre hacia la Av. Vaca de Castro. De igual forma se presenta conflictos en el giro en U, 100 metros al norte de la Av. Vaca de Castro, esto debido a que los buses de las líneas Trans. Quito y Trans. Alborada no tienen el suficiente espacio ni tiempo para girar, lo que produce un alto

riesgo de accidentes de tránsito. Según las normas AASHTO, el radio de giro mínimo interno para un bus estándar es de 7,4 metros; sin embargo, en este giro en U, el radio para realizar la maniobra es de 5,25 metros¹²⁷.

Foto N° 5-6: Congestión Vehicular en la intersección Av. Mariscal Sucre y Av. Vaca de Castro



- **Intersección Av. Mariscal Sucre y calle José Sánchez**

Desde que entró en funcionamiento la ANT, el 4 de mayo del 2012, esta intersección presentó serios problemas de congestión vehicular, por lo que especialmente durante las horas pico se restringe el giro desde la Av. Mariscal Sucre hacia la calle José Sánchez, en sentido norte – oeste.

La congestión vehicular en esta intersección se genera cuando los vehículos tratan de ingresar a la ANT, se encuentran que el ingreso está restringido, se detienen a preguntar por dónde ingresar y detienen todo el flujo vehicular del carril derecho; sin embargo, un rótulo improvisado que se ubica pocos metros al sur de la calle José Sánchez, indica que por ella se puede acceder a la ANT ; esta congestión se agrava aún más cuando los buses se detienen debajo del puente peatonal de la ANT para recoger o dejar pasajeros, lo que genera que el flujo vehicular sea discontinuo en el carril derecho.

¹²⁷ Anexo N° 5-5

Foto N° 5-7: Congestión Vehicular en la intersección Av. Mariscal Sucre y calle J. Sánchez



- Intersección Av. Mariscal Sucre y calle César Villacrés

Especialmente durante las horas pico, esta intersección se vuelve muy crítica, por lo que se elimina el semáforo de la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la calle César Villacrés y se restringe el giro en sentido oeste – norte. Durante la mañana la congestión vehicular que se forma en el intercambiador es el resultado de la saturación vehicular en este punto.

“El semáforo no es suficiente, pese a que tiene 60 segundos de luz verde, por eso estamos tres agentes viales. Estamos dejando pasar en rojo pero lo ideal es que calibren bien el semáforo de acuerdo con la carga vehicular que baja de la secundaria a la principal sino hay tiempo muerto de esperas innecesarias en rojo” (Diario La Hora, 2013)

Foto N° 5-8: Congestión Vehicular en la intersección Av. Mariscal Sucre y calle J. Sánchez



- **Nuevo semáforo peatonal en el sector de San Fernando**

A finales del mes de mayo del 2016, se instaló un nuevo semáforo peatonal en la calle Antonio Román, en el sector de San Fernando, 400 metros al sur del semáforo de la calle César Villacrés y un kilómetro al sur del intercambiador. Si bien este semáforo evita posibles atropellos a las personas que cruzan la Av. Mariscal Sucre, se convirtió en uno de los puntos de congestión vehicular más importantes, especialmente en la tarde, en el sentido sur –norte.

Durante una observación en campo realizada el jueves 9 de junio del 2016, se observó que el semáforo tiene un tiempo de verde para peatones de 25 segundos, tiempo que para los vehículos representa casi un minuto de demora para cruzar este semáforo durante las horas pico. Así mismo, se observó que por cada tiempo de verde para peatones cruzan alrededor de 10 personas; sin embargo, entre las 10:00 y 12:00 hubo tiempos de verde peatonal en los cuales no cruzó ninguna persona. Este problema se agrava aún más cuando los buses se detienen a dejar y recoger pasajeros.

Antes de la construcción del intercambiador de la Fernández Salvador, se eliminó tanto la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la Av. Vaca de Castro como el semáforo que regulaba esta intersección; así mismo, con la construcción del paso deprimido del intercambiador de la Fernández Salvador se eliminó parcialmente tanto la intersección de la Av. Mariscal Sucre con la Av. Fernández Salvador como el semáforo que controlaba esta intersección. Durante ciertas horas también se elimina la intersección de la calle César Villacrés y el semáforo que controla esta intersección;

razón por la cual toda la congestión vehicular que se generaba en las intersecciones mencionadas se trasladó al nuevo semáforo instalado en el sector de San Fernando.

Foto N° 5-9: Congestión Vehicular en el semáforo peatonal de San Fernando



- **Giro en U en El Pinar**

En el sector de El Pinar hay un giro en U, el cual permite que los vehículos que circulan desde el norte puedan girar y dirigirse nuevamente en la Av. Mariscal Sucre hacia el norte o girar a la calle Manuel Valdivieso o a la Av. La Florida. Sin embargo, en este giro, a más de accidentes, se genera un caos vehicular en ambas calzadas, ya que nadie cede el paso ni a los vehículos ni a los buses para que realicen esta maniobra de giro. Así mismo, al igual que el giro en U de la Av. Vaca de Castro el radio de giro es muy pequeño, es de 5,25 metros, cuando la norma ASSHTO establece un radio interno mínimo de giro para buses de 7,40 metros¹²⁸.

¹²⁸Anexo N° 5-5

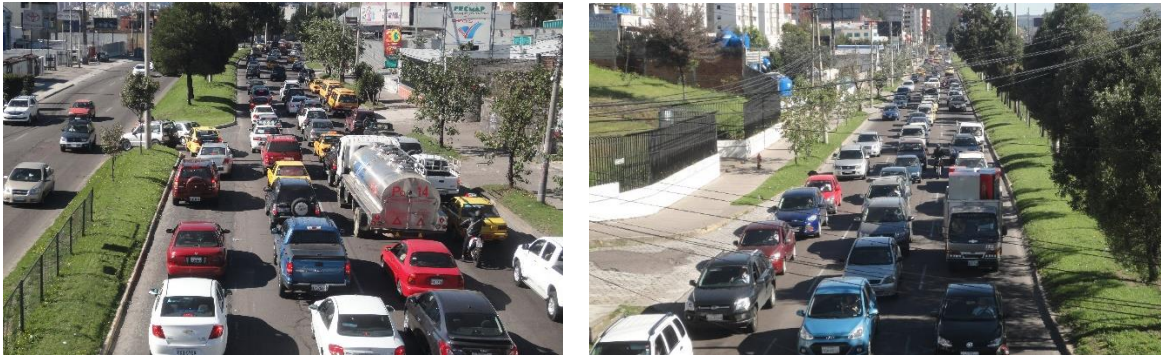
Foto N° 5-10: Congestión Vehicular en el giro en U del Pinar



- Intersección Av. Mariscal Sucre y calle N°48

Algunos usuarios viales sostienen que toda la congestión vehicular que se generaba en la antigua intersección de la Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez se trasladó hacia la intersección de la Av. Mariscal Sucre y calle N°48, este último punto se considera como uno de los más conflictivos a lo largo de todo el tramo norte de la Av. Mariscal Sucre. A pesar de que esta intersección se ubica a casi 2 kilómetros, al sur del intercambiador de la Fernández Salvador, la congestión que se genera en este punto afecta de manera directa al intercambiador, ya que las filas de vehículos comienzan desde este punto hasta la calle Flavio Alfaro, al norte del intercambiador, con una longitud de filas de 3,25 kilómetros.

Foto N° 5-11: Congestión Vehicular intersección de la Av. Mariscal Sucre y calle N°48



5.3.2. Factores internos al intercambiador

- Paso lateral occidental

Según los estudios de flujo vehicular realizados para la construcción del intercambiador de la Fernández Salvador, se estimaba que por el paso deprimido en el sentido norte – sur circulen aproximadamente 1.947 veh/hora; sin embargo, actualmente por el paso deprimido del intercambiador circulan 2.963 veh/hora en este sentido. Así mismo, en el ramal de salida del paso lateral occidental se estimaba que circulen máximo 1.800 veh/hora; sin embargo, actualmente por este tramo circulan 1.999 veh/hora. De lo anterior se concluye claramente que el paso lateral occidental del intercambiador no logra soportar tal cantidad de volumen vehicular.

Se observa que este paso lateral sufre niveles de saturación completa, cuando el flujo vehicular en el paso deprimido también se satura; esto indica que el paso lateral occidental podría soportar parcialmente los volúmenes vehiculares existentes, si es que el paso deprimido no sufriera saturación vehicular.

A más de eso, se observa que muchos vehículos tratan de evitar la congestión vehicular que se presenta en el paso deprimido y optan por circular recto, en sentido norte – sur, no por el paso deprimido, sino por la intersección a nivel, con lo que aumenta aún más los volúmenes vehiculares en el paso lateral occidental del intercambiador y ahonda aún más los problemas de congestión vehicular.

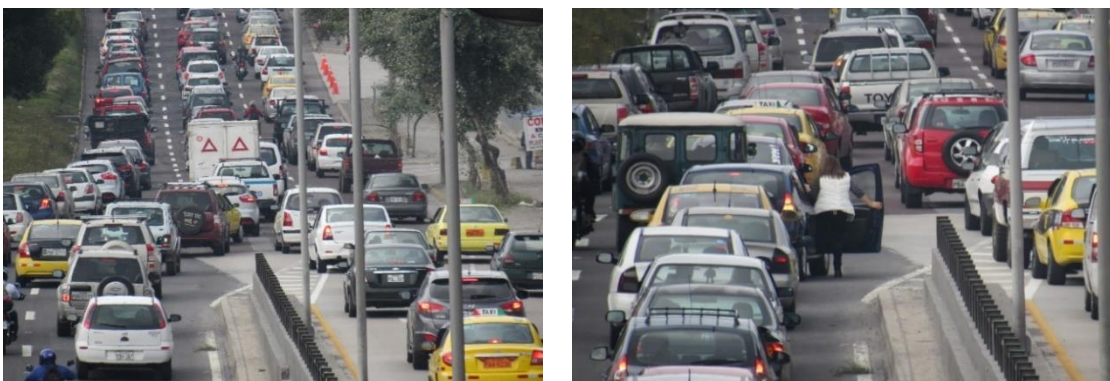
Foto N° 5-12: Congestión a la entrada y salida del ramal occidental del intercambiador



- **Salida del intercambiador en el lado sur**

Junto con el problema del paso lateral occidental, se tiene los problemas de congestión vehicular en la zona de transición, donde confluyen los carriles del ramal occidental con los carriles del paso deprimido, en el cual los carriles pasan de 4 a 3. En esta zona se produce graves problemas de congestión debido a que los vehículos pierden la separación lateral entre ellos, ya que ninguno de los conductores cede el paso. Además, considerando que más adelante en la calle J. Sánchez los buses se detienen a recoger pasajeros, que igualmente los vehículos se detienen para ingresar a la ANT, entonces todos los vehículos que salen del ramal tratan de ingresar al carril de la mitad de la Av. Mariscal Sucre, lo que obstaculiza el flujo de tránsito que viene detrás.

Foto N° 5-13: Congestión Vehicular en la salida sur del intercambiador



- Giro en U sentido Sur - Sur

Antes de que se construya el intercambiador de la Fernández Salvador, los vehículos que circulaban por la Av. Mariscal Sucre desde el sur para dirigirse a los barrios de La Florida Alta, San Fernando, El Pinar, entre otros, realizaban un giro en U en la calle César Villacrés, a la altura de la antigua Jefatura de Tránsito; sin embargo, con la construcción del intercambiador de la Fernández Salvador, este giro en U se eliminó y los vehículos deben ir hasta el intercambiador a realizar esta maniobra de giro.

Foto N° 5-14: Antiguo giro en U en la calle César Villacrés



Fuente: (LICO-EPMMOP-020-2011, 2011)

Sin embargo cuando la cantidad de vehículos que desean realizar giros en U, proviene de la Av. Mariscal Sucre, calle Manuel Valdivieso, Av. La Florida y de la Tnte. Gonzalo Gallo y, además, se suma un volumen adicional de vehículos que desean ir a la ANT y a la revisión vehicular en el sector de La Pulida, estos volúmenes vehiculares superan por mucho al volumen de tránsito que estaba previsto giren en U. Por ello, según el estudio de tráfico vehicular para la construcción del intercambiador, se consideró que giren en U 168 vehículos por hora; sin embargo, durante las horas pico llegan a girar hasta 730 vehículos.

La situación se agrava aún más cuando los buses tanto de línea como institucionales y escolares se detienen a recoger pasajeros en el carril de aceleración y los carriles laterales, por lo que los buses de la cooperativa Mitad del Mundo no

tienen el suficiente espacio para realizar los giros en U. Es por ello que muchos buses y vehículos livianos prefieren girar en U más adelante, en el separador central del intercambiador, donde hay más espacio para realizar esta maniobra. Como se mencionó en los anteriores giros en U, el radio mínimo que establece las normas ASSHTO para que los buses realicen giros es de 7,40 metros; sin embargo, en este punto el radio de giro es de 5,50 metros y durante períodos de congestión vehicular este espacio se puede reducir a 3,30 metros.

Foto N° 5-15: Problemas de congestión vehicular en el giro en U. Sentido sur -sur



- **Calle Melchor de Valdez y Av. Fernández Salvador.**

La operación del flujo vehicular en la Av. Fernández Salvador y en la calle Melchor de Valdez se ve comprometida, ya que la congestión vehicular que se presenta tanto en el paso deprimido como en el ramal occidental impide que los vehículos que bajan desde la calle Melchor de Valdez como los vehículos que se aproximan a la intersección a nivel desde la Av. Fernández Salvador, puedan realizar libremente los giros hacia la Av. Mariscal Sucre en sentido este - sur y oeste - sur, respectivamente.

Esto conlleva a problemas más graves, ya que como se muestra a continuación en la Ilustración N°5-2 y N°5-3 y en la Foto N°5-16, los efectos de la congestión vehicular en la intersección a nivel se ven reflejados en la intersección de la Av. Fernández Salvador con las calles Pedro de Alvarado y con la calle Hernán Cortez; a su vez en la intersección de la calle Melchor de Valdez con la calle Marcos Varela.

Foto N° 5-16: Congestión en la Av. Fernández Salvador debido a la congestión en el ramal occidental.



Ilustración N° 5-2: Problemas generales de congestión vehicular en la Av. Fernández Salvador

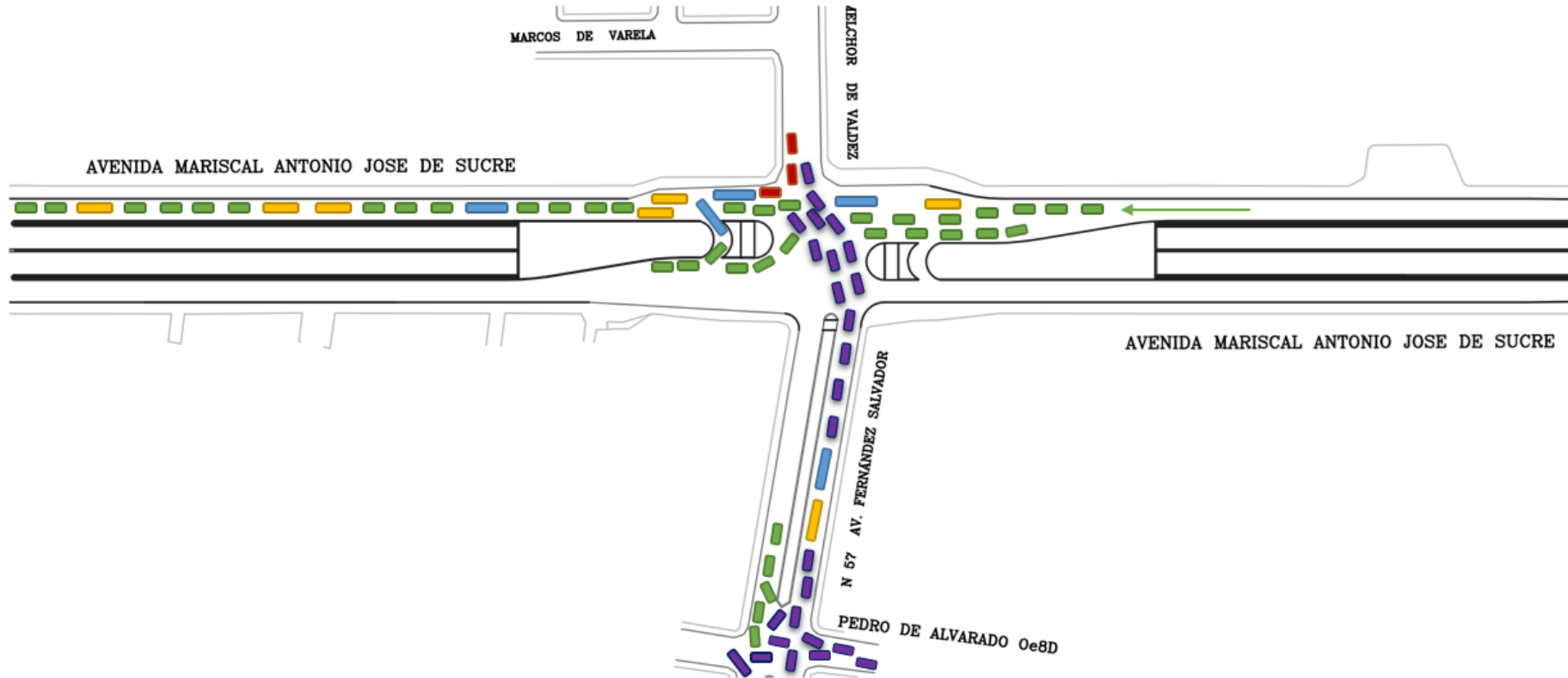
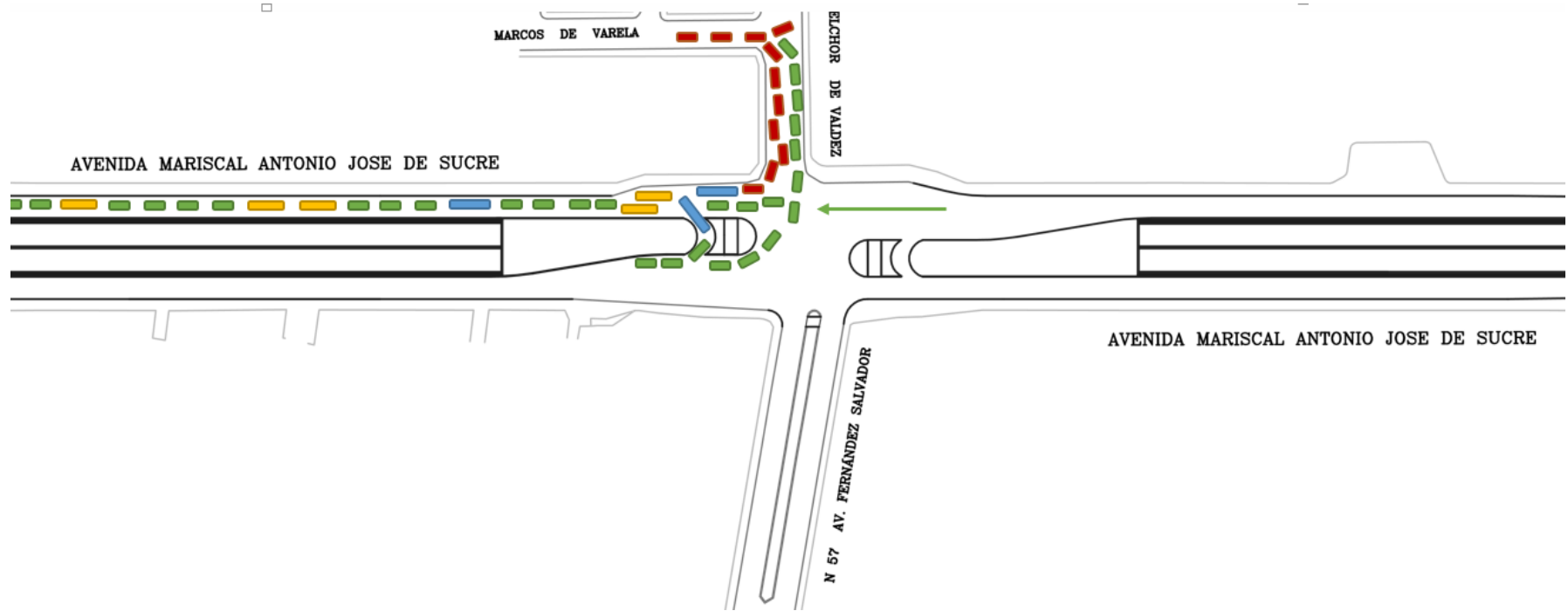


Ilustración N° 5-3: Problemas generales de congestión vehicular en la calle Melchor de Valdez



CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Las intersecciones de la Av. Mariscal Sucre con las vías Av. Vaca de Castro, José Sánchez, César Villacrés y la N°48; junto con los semáforo de la calle César Villacrés y Antonio Román son los principales puntos donde se genera problemas de congestión vehicular en sentido norte –sur y cuya afectación se ve reflejada en la saturación del flujo vehicular en el intercambiador de la Fernández Salvador. En cambio, en sentido sur – norte, al no existir semáforos cercanos a la salida del intercambiador los problemas de congestión vehicular se observan más adelante, en la intersección semaforizada de la Av. Mariscal Sucre y calle Bernardo de Legarda, pero no en el intercambiador en sí.
- El intercambiador de la Av. Fernández Salvador se conforma de 16 movimientos, 14 se realizan en la intersección a nivel y 2 se realizan por el paso deprimido. De estos, los más importante e influyentes son: el paso deprimido del intercambiador en sentido norte –sur y viceversa por donde circula un TPDA de 73.116 veh/día; y el movimiento desde la Av. Fernández Salvador hacia la Av. Mariscal Sucre en sentido este – sur con un TPDA de 12.650 veh/día.
- El funcionamiento global del intercambiador depende de los movimientos principales que lo conforman. Por lo tanto, basta que uno de estos movimientos presente problemas de congestión vehicular para que todo el intercambiador se congestione, así no sea la hora de máxima demanda en el intercambiador.

- La hora de mayor demanda vehicular en el intercambiador se presenta entre las 13:00 y 14:00; sin embargo, es entre las 7:00 y las 9:00 en la mañana donde se presenta los mayores problemas de congestión vehicular, ya que es en estas horas donde se satura tanto el flujo vehicular por el paso deprimido como el flujo vehicular en la Av. Fernández Salvador.
- Cruzar el paso deprimido del intercambiador de la Fernández Salvador, cuando hay congestión vehicular, puede tomar hasta 19 minutos; lo que normalmente, sin congestión vehicular, tomaría 30 segundos.
- Los carriles del paso deprimido confluyen con los carriles del paso lateral en una zona de transición de 4 a 3 carriles. En esta se presenta peligro de accidentes y congestión debido a que ningún conductor cede el paso y a que la distancia lateral entre vehículos se reduce al mínimo. Estos problemas se agravan aún más con las paradas de buses que se ubican pocos metros después de las salidas del intercambiador, tanto en el lado norte como en el sur.
- De todos los vehículos que circulan por el intercambiador de la Fernández Salvador, el vehículo liviano predomina con un 95%; se observa que de los vehículos livianos un 75% lleva dentro uno o máximo dos pasajeros, esto refleja la preferencia por el uso del transporte privado.
- Por el Intercambiador de la Fernández Salvador, semanalmente circulan alrededor de 961.690 vehículos, mientras que por día circulan alrededor de 134.313 vehículos. El día que presenta mayor volumen de tráfico vehicular es el viernes, mientras que el día que menor volumen vehicular presenta es el domingo.

6.2. RECOMENDACIONES

- La Av. Mariscal Sucre, a la altura de la ANT, tiene un TPDA de 112.524 veh/día; por lo que esta vía debería ser considerada como una vía expresa o autopista, en base a la clasificación de la MTOP y de la Ordenanza Municipal N°3746. Caso contrario, al considerarla como una vía urbana, siempre se presentará problemas de congestión vehicular, ya que no estuvo concebida ni construida para cumplir esta función.
- Considerando que la Av. Mariscal Sucre fue construida, al igual que la Av. Simón Bolívar, como vía perimetral; que por la cantidad de vehículos que circulan se la debe considerar a la Av. Mariscal Sucre como vía expresa, se recomienda evitar en lo posible todas las intersecciones semaforizadas y colocar pasos peatonales elevados, en lugar de semáforos peatonales, para lograr que el flujo sea libre.
- La congestión vehicular que se presenta en el intercambiador de la Fernández Salvador es el resultado de la saturación del flujo vehicular durante períodos cortos de tiempo cuya afectación dura por horas. Es por ello que en el intercambiador se debería continuar analizando la congestión vehicular durante intervalos cortos de tiempo de 15 y hasta 5 minutos, como se lo ha realizado en este trabajo, ya que así se podría determinar que un bajo volumen vehicular implicaría la saturación total del sistema.
- Consolidar el proyecto de la construcción del Parque Metropolitano en el lado occidental. De esta manera se delimita la ciudad, se frena la expansión urbana y los asentamientos ilegales en esta zona.
- Colocar señales de tránsito informativas antes de llegar al intercambiador; ellas deben indicar los movimientos vehiculares y destinos que se pretende servir. Así mismo, realizar mantenimiento y limpieza de las señales de tránsito existentes, muchas de las cuales se encuentran en mal estado y despintadas.

ANEXOS

Anexo N° 2-1: Clasificación de vehículos de carga

Art. 4.- Vehículos de Carga.-

a) Clasificación de los Vehículos de Carga:

Los vehículos de carga se clasifican en función de sus dimensiones, conformación (con o sin remolque) y número de ejes, según las características que se detallan en el siguiente cuadro:

2



ORDENANZA METROPOLITANA N°

0147

Clasificación General de los Vehículos de Carga

CLASIFICACIÓN	LONGITUD MÁXIMA (m)	ANCHO MÁXIMO (m)	No. DE EJES	No. DE LLANTAS
CL Carga liviana	7,5	2,3	2	4 - 6
CM Carga media	12,0	2,6	2 - 3	6 - 10
CP Carga pesada	18,3	2,6	3 - 6	10 - 22

Fuente: EMSAT

Fuente: Ordenanza Metropolitana N° 0147. Consejo Metropolitano de Quito. 2 de Marzo del 2005

Anexo N° 2-2: Denominación de carreteras por condiciones orográficas

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, MOP-001-F 2002

Anexo N° 2-3: Máxima velocidad de circulación según la Ley de Tránsito del Ecuador

TIPOS	ÁREA	LIMITES	RANGO MOD. K/h	CONT. GRAVE 1ra. Clase - K/h Art. 142. g)	CONT. MUY GRAVE - K/h Art. 145. e)
LIVIANOS, MOTOS Y SIMILARES	Urbana	50 K/h	10	Entre 50 - 60	Más de 60
	Perimetral	90 K/h	30	Entre 90 - 120	Más de 120
	Rectas en carretera	100 K/h	35	Entre 100 - 135	Más de 135
	Curvas en carretera	60 K/h	15	Entre 60 - 75	Más de 75
TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS	Urbano	40 K/h	10	Entre 40 - 50	Más de 50
	Perimetral	70 K/h	30	Entre 70 - 100	Más de 100
	Rectas en carretera	90 K/h	25	Entre 90 - 115	Más de 115
	Curvas en carretera	50 K/h	15	Entre 50 - 65	Más de 65
TRANSPORTE DE CARGA	Carretera	40 K/h	10	Entre 40 - 50	Más de 50
	Perimetral	70 K/h	25	Entre 70 - 95	Más de 95
	Rectas en carretera	70 K/h	30	Entre 70 - 100	Más de 100
	Curvas en carretera	40 K/h	20	Entre 40 - 60	Más de 60
TODOS LOS VEHÍCULOS	Intersección no regulada. Zonas escolares	30 K/h	5	Entre 30 - 35	Más de 35
SANCION:				Multa: \$ 87,60 Puntos: - 6	PRISION: 3 días Multa: \$ 292,00 Puntos: - 10

Fuente: Ley de Tránsito del Ecuador

Anexo N° 2-4: Accidentes fatales en la Av. Mariscal Sucre por mes y día

Año	Acct. Fatales	Sexo		Ocurrencia de accidentes X días de semana							Ocurrencia de accidentes según meses del año											
		Masculino	Femenino	l	m	m	j	v	s	d	e	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
2006	22	16	6	4		2	2	6	4	4		2	2	4	1	1	1	1	4	2		4
2007	27	16	11	2	1	1	6	4	9	4	2	2	5		1	2	6			6	3	
2008	37	30	7	1	4	3	5	8	8	8	3	2	3	2	2	3	2	3	7	2	5	3
2009	30	24	6	3	3	5	3	2	7	7	4	2		1	3	1	1	4	1	6	5	2
Totales		74%	26%	9%	7%	9%	14%	17%	24%	20%	8%	7%	9%	6%	6%	6%	9%	7%	10%	14%	11%	8%

Fuente: Secretaría de Seguridad Ciudadana del DMQ. Elaborado por: Viastra Cía. Ltda.

Anexo N° 3-1: Población de la Administración zonal La Delicia

DESCRIPCION	TOTAL ZONA LA DELICIA	PARROQUIA									
		COTOCOLLAO	PONCEANO	COMITE DEL PUEBLO	EL CONDADO	CARCELEN	NONO **	POMASQUI **	SAN ANTONIO **	CALACALI **	
Superficie Total Ha.	61.606,6	275,0	662,7	549,6	5.473,6	961,4	21.392,5	2.324,9	11.647,6	18.319,4	
Superficie Urbana Ha.	6.947,1	274,1	656,0	474,6	1.471,2	785,9	35,4	848,5	2.032,7	368,5	
POBLACION	2010	341.125	31.623	54.052	46.932	86.094	54.938	1.732	29.502	32.357	3.895
	2001	262.393	33.026	52.106	37.173	54.938	39.614	1.753	20.341	19.816	3.626
	1990	167.304	28.322	41.107	22.152	21.497	23.052	1.455	13.735	12.479	3.505
VIVIENDAS	2010	112.354	10.862	18.881	14.601	26.813	17.661	748	9.659	11.583	1.546
	2001	77.011	9.855	15.336	10.458	15.002	11.749	663	5.854	6.777	1.317
HOGARES	2010	96.455	9.681	16.222	13.217	22.980	15.625	511	8.237	8.936	1.046
	2001	68.619	9.068	14.066	9.744	13.762	10.309	742	5.193	4.870	865
Tasa de Crecimiento Demografico %	2010-2001	3,0	(0,5)	0,4	2,6	5,1	3,7	(0,1)	4,2	5,6	0,8
	2001-1990	4,2	1,4	2,2	4,8	8,9	5,0	1,7	3,6	4,3	0,3
Incremento %	2010	30,0	(4,2)	3,7	26,3	56,7	38,7	(1,2)	45,0	63,3	7,4
	2001	56,8	16,6	26,8	67,8	155,6	71,8	20,5	48,1	58,8	3,5
* Densidad (Hab./Ha.) 2010	Global	5,5	115,0	81,6	85,4	15,7	57,1	0,1	12,7	2,8	0,2
	Urbana	49,1	115,4	82,4	98,9	58,5	69,9	48,9	34,8	15,9	10,6
Distribución Proporcional de la población %	2010	15,2	1,4	2,4	2,1	3,8	2,5	0,1	1,3	1,4	0,2
	2001	14,2	1,8	2,8	2,0	3,0	2,2	0,1	1,1	1,1	0,2
	1990	12,0	2,0	3,0	1,6	1,5	1,7	0,1	1,0	0,9	0,3

Fuente: INEC, 2010

Anexo N° 3-2: Población de la Administración zonal Eugenio Espejo

DESCRIPCION	TOTAL ZONA EUGENIO ESPEJO	PARROQUIA											
		BELISARIO QUEVEDO	MARISCAL SUCRE	IÑAQUITO	RUMIPAMBA	JIJUAPA	COCHAPAMBA	CONCEPCION	KENNEDY	SAN ISIDRO DEL INCA	NAYON **	ZAMBIZA **	
Superficie Total Ha.	11.282,8	1.346,8	281,7	1.505,6	1.032,9	622,4	2.336,3	518,9	673,5	621,8	1.574,2	768,6	
Superficie Urbana Ha.	6.640,4	682,2	281,7	1.341,9	523,6	503,8	544,2	518,9	673,5	504,9	836,6	228,9	
POBLACION	2010	388.708	47.752	12.976	42.397	28.918	35.475	57.910	32.269	69.484	41.875	15.635	4.017
	2001	365.054	47.444	15.841	42.251	30.318	35.646	44.613	37.357	70.227	28.720	9.693	2.944
	1990	330.145	53.618	18.801	40.792	28.735	31.938	27.557	40.667	67.298	12.675	5.767	2.297
VIVIENDAS	2010	151.333	17.509	7.043	23.187	12.923	14.539	19.116	11.789	24.760	14.009	5.182	1.276
	2001	118.052	15.057	6.083	16.845	10.660	12.096	12.642	11.682	21.206	8.148	2.774	859
HOGARES	2010	124.678	15.261	5.052	16.565	9.963	11.966	16.436	10.496	21.758	11.859	4.276	1.046
	2001	105.177	13.839	4.987	14.104	9.079	10.665	11.587	10.746	19.456	7.682	2.260	772
Tasa de Crecimiento Demográfico %	2010-2001	0,7	0,1	(2,2)	0,04	(0,5)	(0,1)	2,9	(1,6)	(0,1)	4,3	5,5	3,5
	2001-1990	0,9	(1,1)	(1,5)	0,3	0,5	1,0	4,5	(0,8)	0,4	7,7	4,8	2,3
Incremento %	2010	6,5	0,6	(18,1)	0,3	(4,6)	(0,5)	29,8	(13,6)	(1,1)	45,8	61,3	36,4
	2001	10,6	(11,5)	(15,7)	3,6	5,5	11,6	61,9	(8,1)	4,4	126,6	68,1	28,2
* Densidad (Hab./Ha.) 2010	Global	34,5	35,5	46,1	28,2	28,0	57,0	24,8	62,2	103,2	67,3	9,9	5,2
	Urbana	58,5	70,0	46,1	31,6	55,2	70,4	106,4	62,2	103,2	82,9	18,7	17,5
Distribución Proporcional de la población %	2010	17,4	2,1	0,6	1,9	1,3	1,6	2,6	1,4	3,1	1,9	0,7	0,2
	2001	19,8	2,6	0,9	2,3	1,6	1,9	2,4	2,0	3,8	1,6	0,5	0,2
	1990	23,8	3,9	1,4	2,9	2,1	2,3	2,0	2,9	4,8	0,9	0,4	0,2

Fuente: INEC, 2010

Anexo N° 3-3: Población de los barrios de la Parroquia de Cochapamba

0406	COCHAPAMBA							
4060001	ANA MARIA BAJO	21,44	900	444	456	259	302	42,0
4060002	ATUCUCHO	62,74	11.788	5.824	5.964	3.061	3.359	187,9
4060003	BELLAVISTA	46,70	4.517	2.276	2.241	1.315	1.489	96,7
4060004	COCHAPAMBA NORTE	45,38	3.764	1.835	1.929	1.081	1.257	82,9
4060005	COCHAPAMBA SUR	37,27	2.612	1.283	1.329	768	814	70,1
4060006	CORDILLERA	16,55	2.125	1.014	1.111	709	876	128,4
4060007	EL BOSQUE	20,69	3.659	1.788	1.871	1.027	1.131	176,8
4060008	EL PEDREGAL	16,06	454	213	241	138	179	28,3
4060009	EL PINAR ALTO	45,85	3.043	1.511	1.532	878	1.071	66,4
4060010	EL PORVENIR	16,05	2.595	1.266	1.329	775	848	161,7
4060011	LA PULIDA	112,57	7.357	3.596	3.761	2.077	2.432	65,4
4060012	PABLO ART SUAREZ	18,03	1.746	852	894	438	486	96,9
4060013	RUPERTO ALARCON	7,03	607	302	305	154	171	86,4
4060014	S_CARLOS VENCEN	12,97	2.443	1.152	1.291	713	791	188,4
4060015	S_FERNANDO	23,39	2.658	1.272	1.386	845	1.058	113,6
4060016	S_LORENZO	17,91	1.242	594	648	347	395	69,3
4060017	S_VICENT FLORIDA	34,17	2.812	1.397	1.415	827	1.086	82,3
4060018	UNION NACIONAL	22,16	818	400	418	253	454	36,9
4060019	PROTEC. COCHAPAM	1.735,81	2.232	1.104	1.128	589	668	1,3
4060020	ANA MARIA	11,53	632	302	330	209	357	54,8

Fuente: INEC, 2010

Anexo N° 3-4: Población de los barrios de la Parroquia de Cotocollao

Código	Parroquia y Barrio-Sector	Superficie (Hectáreas)	Población			Hogares	Viviendas	Densidad poblacional (hab/Ha.)
			Total	Hombre	Mujer			
0501	COTOCOLLAO							
5010001	23 JUNIO BARRIO	52,54	4.662	2.192	2.470	1.404	1.638	88,7
5010002	BELLAVISTA ALTA	18,85	1.506	735	771	452	504	79,9
5010003	COTOCOLLAO	32,98	4.846	2.291	2.555	1.473	1.701	146,9
5010004	LOMA HERMOSA	16,84	1.156	572	584	355	419	68,6
5010005	LOS TULIPANES	37,26	4.329	2.019	2.310	1.314	1.498	116,2
5010006	QUITO NORTE	68,71	8.273	3.919	4.354	2.595	2.850	120,4
5010007	S_JOSE DE JARRIN	33,82	3.652	1.730	1.922	1.109	1.266	108,0
5010008	THOMAS	18,72	3.199	1.544	1.655	979	1.110	170,9

Fuente: INEC, 2010

Anexo N° 3-5: Población de los barrios de la Parroquia de La Concepción

0407	CONCEPCION							
4070001	AERONAUTICO	16,24	1.779	856	923	555	627	109,5
4070002	AEROPUERTO	165,97	160	72	88	47	56	1,0
4070003	AEROPUERTO	22,41	986	483	503	349	413	44,0
4070004	ANDALUCIA	31,22	2.787	1.332	1.455	862	932	89,3
4070006	BETANIA	21,23	1.637	773	864	506	563	77,1
4070007	EL PINAR BAJO	20,08	1.377	672	705	464	549	68,6
4070008	EL ROSARIO	17,34	813	385	428	245	271	46,9
4070009	FELIXRIVADENEIRA	6,62	397	177	220	125	150	60,0
4070010	FRANKLIN TELLO	31,20	704	320	384	232	261	22,6
4070011	LA CONCEPCION	31,70	1.929	904	1.025	633	697	60,9
4070012	LA FLORIDA	13,68	2.244	1.066	1.178	754	829	164,0
4070013	MALDONADO	11,17	668	332	336	215	256	59,8
4070014	MEXTERIOR	20,27	1.699	787	912	510	575	83,8
4070015	OMNIBUS URBANO	25,73	3.026	1.359	1.667	1.003	1.150	117,6
4070016	S_CARLOS	28,27	4.534	2.070	2.464	1.506	1.757	160,4
4070017	S_CARLOS MULTIF	16,99	2.400	1.135	1.265	778	892	141,2
4070018	S_PEDRO CLAVEL	24,16	3.213	1.448	1.765	1.055	1.184	133,0

Fuente: INEC, 2010

Anexo N° 3-6: Antigua intersección a nivel



Fuente: Autor desconocido

Anexo N° 3-7: Ciclo de semáforo que controla los movimientos de la Fase N°1

FASE 1: Av. Mariscal Sucre			
Hora	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
6:30	22	3	93
7:00	22	3	81
7:30	22	3	96
8:00	22	3	107
8:30	22	3	98
9:00	20	3	104
17:30	17	3	85
18:00	17	3	82
18:30	17	3	89
19:00	17	3	89
19:30	20	3	73
20:00	20	3	68
22:00	17	3	69
22:30	17	3	66
23:00	17	3	67

Anexo N° 3-8: Ciclo de semáforo que controla los movimientos de la Fase N°2

FASE 2: Giros en Av. Mariscal Sucre			
Hora	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
6:30	27	3	88
7:00	15	3	88
7:30	15	3	103
8:00	27	3	102
8:30	25	3	95
9:00	35	3	89
17:30	17	3	85
18:00	15	3	84
18:30	15	3	91
19:00	15	3	91
19:30	15	3	78
20:00	15	3	73
22:00	18	3	68
22:30	16	3	67
23:00	18	3	66

Anexo N° 3-9: Ciclo de semáforo que controla los movimientos de la Fase N°3

FASE 3: Av. Fernández Salvador			
Hora	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
6:30	32	3	83
7:00	32	3	71
7:30	47	3	71
8:00	45	3	84
8:30	44	3	76
9:00	43	3	81
17:30	44	3	58
18:00	43	3	56
18:30	47	3	59
19:00	44	3	62
19:30	27	3	66
20:00	26	3	62
22:00	25	3	61
22:30	23	3	60
23:00	23	3	61

Anexo N° 3-10: Ciclo de semáforo que controla los movimientos de la Fase N°4

FASE 4: Calle Melchor de Valdez			
Hora	Verde (t=s)	Amarillo (t=s)	Rojo (t=s)
6:30	25	3	90
7:00	25	3	78
7:30	25	3	93
8:00	26	3	103
8:30	20	3	100
9:00	17	3	107
17:30	15	3	87
18:00	15	3	84
18:30	18	3	88
19:00	21	3	85
19:30	22	3	75
20:00	18	3	70
22:00	17	3	69
22:30	18	3	65
23:00	17	3	67

Anexo N° 4-1: Volumen vehicular semanal: Movimiento 1A – 5A (Norte – Sur. Paso deprimido)

Fecha de Inicio: : 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Norte - Sur (Paso deprimido)
Código: 1A - 5A

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	149	235	209	215	250	511	494
1:00	79	173	97	137	202	390	364
2:00	56	131	88	130	200	343	296
3:00	126	189	157	205	236	372	261
4:00	282	333	308	348	370	399	250
5:00	807	885	827	806	883	691	409
6:00	2.645	2.629	2.527	2.601	2.594	1.322	357
7:00	2.739	2.667	2.739	2.730	2.606	2.392	1.299
8:00	2.799	2.835	2.726	2.852	2.952	2.441	1.341
9:00	2.503	2.534	2.391	2.552	2.546	2.392	1.606
10:00	2.631	2.396	2.603	2.646	2.709	2.378	2.002
11:00	2.453	2.317	2.459	2.387	2.425	2.249	1.884
12:00	2.372	2.442	2.345	2.470	2.463	2.306	1.891
13:00	2.398	2.385	2.385	2.396	2.480	2.199	1.844
14:00	2.282	2.345	2.247	2.282	2.388	1.972	1.535
15:00	2.424	2.468	2.319	2.381	2.674	1.894	1.670
16:00	2.233	2.190	2.188	2.200	2.071	1.989	985
17:00	1.914	2.052	2.018	2.155	1.968	1.891	916
18:00	1.768	1.839	1.844	1.728	1.699	1.862	883
19:00	1.669	1.744	1.694	1.676	1.933	1.966	2.170
20:00	1.511	1.452	1.540	1.560	1.846	1.693	1.840
21:00	1.208	1.234	1.306	1.267	1.624	1.397	1.205
22:00	730	725	1.688	822	1.101	980	603
23:00	361	392	1.600	467	744	673	325
TRÁNSITO DIARIO	38.138	38.591	40.305	39.016	40.966	36.700	26.431
TRÁNSITO SEMANAL	260147						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Norte - Sur. Paso deprimido) 1A-5A

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	2799	2835	2739	2852	2952	2441	2170
HORA	8:00	8:00	7:00	8:00	8:00	8:00	19:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-2: Volumen vehicular semanal: Movimiento 1 – 5 (Norte – Sur.)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Norte - Sur (Intersección a nivel)
Código: 1-5

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	25	39	35	36	42	85	82
1:00	13	29	16	23	34	65	61
2:00	9	22	15	22	33	57	49
3:00	21	31	26	34	39	62	43
4:00	47	56	51	58	62	66	42
5:00	135	148	138	134	147	115	68
6:00	441	438	421	433	432	220	60
7:00	457	444	457	455	434	399	217
8:00	466	473	454	475	492	407	223
9:00	417	422	398	425	424	399	268
10:00	438	399	434	441	452	396	334
11:00	409	386	410	398	404	375	314
12:00	395	407	391	412	410	384	315
13:00	400	397	398	399	413	367	307
14:00	380	391	375	380	398	329	256
15:00	121	123	116	119	134	95	84
16:00	112	109	109	110	104	99	49
17:00	96	103	101	108	98	95	46
18:00	88	92	92	86	85	93	44
19:00	83	87	85	84	97	98	109
20:00	76	73	77	78	92	85	92
21:00	60	62	65	63	81	70	60
22:00	37	36	84	41	55	49	30
23:00	18	20	80	23	37	34	16
TRÁNSITO DIARIO	4.744	4.787	4.828	4.839	5.001	4.443	3.169
TRÁNSITO SEMANAL	31812						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Norte - Sur. Intersección) 1-5

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	466	473	457	475	492	407	334
HORA	8:00	8:00	7:00	8:00	8:00	8:00	10:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-3: Volumen vehicular semanal: Movimiento 1 – 1 (Norte – Norte. Giro en U)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Norte - Norte (Giro en "U")
Código: 1-1

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	5	8	7	7	8	17	16
1:00	3	6	3	5	7	13	12
2:00	2	4	3	4	7	11	10
3:00	6	9	8	10	12	19	13
4:00	14	17	15	17	19	20	13
5:00	54	59	55	54	59	46	27
6:00	176	175	168	173	173	88	24
7:00	183	178	183	182	179	159	87
8:00	93	95	91	95	98	81	45
9:00	83	84	80	85	85	80	54
10:00	88	80	87	88	90	79	67
11:00	82	77	82	80	81	75	63
12:00	79	81	78	82	82	77	63
13:00	80	79	80	80	83	73	61
14:00	76	78	75	76	80	66	51
15:00	162	165	155	159	178	126	111
16:00	149	146	146	147	138	133	66
17:00	128	137	135	144	131	126	61
18:00	118	123	123	115	113	124	59
19:00	111	116	113	112	129	131	145
20:00	101	97	103	104	123	113	123
21:00	81	82	87	84	108	93	80
22:00	49	48	113	55	73	65	40
23:00	24	26	107	31	50	45	22
TRÁNSITO DIARIO	1.945	1.971	2.094	1.990	2.106	1.861	1.312
TRÁNSITO SEMANAL	13278						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Norte - Norte. Giro en U) 1-1

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	183	178	183	182	179	159	145
HORA	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	19:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-4: Volumen vehicular semanal: Movimiento 1 – 3 (Norte – Oeste)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Norte - Oeste
Código: 1-3

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	4	7	6	6	8	15	15
1:00	2	5	3	4	6	12	11
2:00	2	4	3	4	6	10	9
3:00	4	6	5	6	7	11	8
4:00	8	10	9	10	11	12	8
5:00	24	27	25	24	26	21	12
6:00	79	79	76	78	78	40	11
7:00	82	80	82	82	78	72	39
8:00	84	85	82	86	89	73	40
9:00	75	76	72	77	76	72	48
10:00	79	72	78	79	81	71	60
11:00	74	70	74	72	73	67	57
12:00	71	73	70	74	74	69	57
13:00	72	72	72	72	74	66	55
14:00	68	70	67	68	72	59	46
15:00	81	82	77	79	89	63	56
16:00	74	73	73	73	69	66	33
17:00	64	68	67	72	66	63	31
18:00	59	61	61	58	57	62	29
19:00	56	58	56	56	64	66	72
20:00	50	48	51	52	62	56	61
21:00	40	41	44	42	54	47	40
22:00	24	24	56	27	37	33	20
23:00	12	13	53	16	25	22	11
TRÁNSITO DIARIO	1.190	1.205	1.263	1.218	1.281	1.149	828
TRÁNSITO SEMANAL	8134						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Norte - Oeste) 1-3

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	84	85	82	86	89	73	72
HORA	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	19:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-5: Volumen vehicular semanal: Movimiento 1 – 7 (Norte – Este)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016

Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016

Movimiento: Norte - Este

Código: 1-7

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	42	57	78	78	86	214	147
1:00	25	29	27	40	39	127	97
2:00	8	16	24	40	47	127	109
3:00	12	25	34	24	48	116	76
4:00	40	65	59	45	125	81	78
5:00	245	224	239	224	252	190	100
6:00	888	886	888	877	856	303	222
7:00	888	974	916	967	866	573	430
8:00	733	810	641	760	799	735	494
9:00	645	642	614	663	572	827	600
10:00	567	556	595	589	630	789	747
11:00	586	572	620	580	569	741	719
12:00	686	687	766	771	721	735	647
13:00	644	609	598	640	686	634	726
14:00	643	605	594	619	608	601	566
15:00	606	683	696	622	657	582	563
16:00	537	642	636	532	630	598	578
17:00	608	564	564	633	565	577	558
18:00	588	556	630	615	651	566	515
19:00	536	579	574	556	644	599	523
20:00	496	493	531	495	531	450	437
21:00	357	387	397	381	467	410	294
22:00	260	188	242	265	362	327	153
23:00	91	119	144	115	268	182	90
TRÁNSITO DIARIO	10.731	10.968	11.107	11.131	11.679	11.084	9.469
TRÁNSITO SEMANAL	76.169						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Norte - Este) 1-7

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	888	974	916	967	866	827	747
HORA	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	9:00	10:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-6: Volumen vehicular semanal: Movimiento 3 – 1 (Oeste – Norte)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Oeste - Norte
Código: 3-1

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	2	11	5	6	8	25	16
1:00	1	4	2	3	5	10	9
2:00	1	2	2	4	4	8	8
3:00	2	2	3	3	2	8	6
4:00	5	5	4	4	6	5	5
5:00	17	18	17	19	19	11	8
6:00	102	95	90	94	98	36	18
7:00	117	120	118	121	119	81	54
8:00	79	87	75	81	89	93	86
9:00	66	78	66	67	71	71	104
10:00	55	60	57	59	65	81	124
11:00	52	54	51	50	57	73	111
12:00	68	68	63	69	68	74	108
13:00	62	67	69	68	59	74	113
14:00	63	65	73	68	73	79	57
15:00	58	61	67	67	61	53	45
16:00	54	53	57	48	52	48	55
17:00	57	44	50	54	51	53	55
18:00	54	48	60	52	51	55	42
19:00	49	55	59	51	59	51	56
20:00	46	43	49	56	52	37	38
21:00	31	33	40	45	38	33	26
22:00	20	26	21	19	26	21	11
23:00	10	9	11	6	19	16	6
TRÁNSITO DIARIO	1.073	1.106	1.108	1.113	1.152	1.096	1.158
TRÁNSITO SEMANAL	7.807						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Oeste - Norte) 3 - 1

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	117	120	118	121	119	93	124
HORA	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	8:00	10:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-7: Volumen vehicular semanal: Movimiento 3 – 5 (Oeste – Sur)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016

Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016

Movimiento: Oeste - Sur

Código: 3-5

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	1	6	2	3	4	13	9
1:00	4	2	2	2	3	5	5
2:00	2	2	2	3	2	4	4
3:00	5	3	5	4	4	4	3
4:00	3	2	2	2	3	3	3
5:00	9	10	9	10	10	6	4
6:00	55	51	49	51	53	19	10
7:00	63	65	64	65	64	44	29
8:00	43	47	41	44	48	50	47
9:00	36	42	36	36	38	39	56
10:00	30	32	31	32	35	44	67
11:00	28	29	28	27	31	40	60
12:00	37	37	34	37	37	40	58
13:00	33	36	37	36	32	40	61
14:00	34	35	40	37	39	43	31
15:00	58	61	67	67	61	53	45
16:00	54	53	57	48	52	48	55
17:00	57	44	50	54	51	53	55
18:00	54	48	60	52	51	55	42
19:00	49	55	59	51	59	51	56
20:00	46	43	49	56	52	37	38
21:00	31	33	40	45	38	33	26
22:00	20	26	21	19	26	21	11
23:00	10	9	11	6	19	16	6
TRÁNSITO DIARIO	764	771	794	788	812	761	778
TRÁNSITO SEMANAL	5.468						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Oeste - Sur) 3 - 5

DÍA VHMD HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
	63	65	67	67	64	55	67
	7:00	7:00	15:00	15:00	7:00	18:00	10:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-8: Volumen vehicular semanal: Movimiento 3 – 7 (Oeste – Este)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Oeste - Este
Código: 3 - 7

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	3	17	7	8	12	37	24
1:00	2	6	2	5	8	15	14
2:00	2	3	3	6	6	12	12
3:00	3	3	4	4	3	12	9
4:00	7	7	6	6	9	8	7
5:00	25	27	26	29	28	16	12
6:00	153	143	135	141	148	53	27
7:00	176	180	176	181	179	121	81
8:00	119	130	113	122	134	140	130
9:00	99	117	100	101	106	107	155
10:00	83	90	85	89	98	121	186
11:00	78	81	77	75	85	110	167
12:00	102	103	95	103	102	111	162
13:00	92	100	103	101	88	111	169
14:00	95	97	110	102	109	119	85
15:00	116	122	134	134	121	107	89
16:00	108	106	114	96	103	96	109
17:00	114	87	99	108	101	106	109
18:00	108	96	120	105	103	109	83
19:00	98	110	118	101	119	102	111
20:00	93	85	97	112	105	74	76
21:00	63	65	81	89	75	66	51
22:00	39	51	42	38	51	42	23
23:00	20	18	22	12	38	31	11
TRÁNSITO DIARIO	1.800	1.844	1.869	1.868	1.932	1.828	1.904
TRÁNSITO SEMANAL	13.045						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Oeste - Este) 3 - 7

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	176	180	176	181	179	140	186
HORA	7:00	7:00	15:00	15:00	7:00	18:00	10:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-9: Volumen vehicular semanal: Movimiento 5A – 1A (Sur – Norte. Paso deprimido)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Sur - Norte (Paso deprimido)
Código: 5A - 1A

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	108	224	160	252	312	732	616
1:00	72	76	92	160	156	484	476
2:00	28	100	52	76	120	432	544
3:00	44	64	56	80	104	352	356
4:00	68	148	80	88	172	292	212
5:00	280	276	316	340	324	408	156
6:00	1540	1556	1652	1672	1568	712	300
7:00	2024	1952	1924	2084	2116	1424	1224
8:00	1776	1892	1840	1836	1944	1860	1684
9:00	2116	2108	2176	2224	2196	2176	1340
10:00	2480	2288	2256	1580	2132	2244	1876
11:00	2228	2360	2204	2320	2508	2472	2184
12:00	2556	2776	2776	2800	2680	2488	1644
13:00	2884	2768	2748	2820	2876	2712	1884
14:00	2804	2888	2808	2756	2960	2456	1980
15:00	2652	2428	2812	2552	2968	2316	1928
16:00	2460	2284	2268	2544	2496	2740	1976
17:00	2576	2608	2580	2672	2616	2160	1704
18:00	2940	2964	2892	2920	2992	2452	1856
19:00	3056	2416	2868	2944	3004	2576	2144
20:00	2536	2724	2748	3060	2800	2044	1636
21:00	1676	2096	2124	2208	2332	1632	1100
22:00	888	1064	1140	1180	1520	1164	568
23:00	476	476	560	560	1016	860	716
TRÁNSITO DIARIO	40.268	40.536	41.132	41.728	43.912	39.188	30.104
TRÁNSITO SEMANAL	276.868						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Sur - Norte. Paso deprimido) 5A - 1A

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	3056	2964	2892	3060	3004	2740	2184
HORA	19:00	18:00	18:00	20:00	19:00	16:00	11:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-10: Volumen vehicular semanal: Movimiento 5 – 1 (Sur – Norte)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Sur - Norte (Intersección)
Código: 5 - 1

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	8	17	12	19	23	54	46
1:00	5	6	7	12	12	36	35
2:00	2	7	4	6	9	32	40
3:00	3	5	4	6	8	26	26
4:00	5	11	6	7	13	22	16
5:00	21	20	23	25	24	30	12
6:00	114	115	122	124	116	53	22
7:00	150	145	143	154	157	105	91
8:00	132	140	136	136	144	138	125
9:00	157	156	161	165	163	161	99
10:00	184	169	167	117	158	166	139
11:00	165	175	163	172	186	183	162
12:00	189	206	206	207	199	184	122
13:00	214	205	204	209	213	201	140
14:00	208	214	208	204	219	182	147
15:00	196	180	208	189	220	172	143
16:00	182	169	168	188	185	203	146
17:00	191	193	191	198	194	160	126
18:00	218	220	214	216	222	182	137
19:00	226	179	212	218	223	191	159
20:00	188	202	204	227	207	151	121
21:00	124	155	157	164	173	121	81
22:00	66	79	84	87	113	86	42
23:00	35	35	41	41	75	64	53
TRÁNSITO DIARIO	2.983	3.003	3.047	3.091	3.253	2.903	2.230
TRÁNSITO SEMANAL	20.509						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Sur - Norte) 5 - 1

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	226	220	214	227	223	203	162
HORA	19:00	18:00	18:00	20:00	19:00	16:00	11:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-11: Volumen vehicular semanal: Movimiento 5 – 3 (Sur – Oeste)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016

Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016

Movimiento: Sur - Oeste

Código: 5 - 3

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	21	25	28	45	52	144	94
1:00	4	20	11	20	38	80	63
2:00	7	5	12	13	23	83	61
3:00	3	2	10	11	13	53	52
4:00	11	7	24	10	10	31	21
5:00	74	72	69	61	57	36	23
6:00	369	367	199	380	397	117	37
7:00	500	517	263	488	511	204	414
8:00	310	369	273	365	383	317	426
9:00	270	288	230	265	261	335	332
10:00	248	249	264	258	289	311	595
11:00	303	300	274	308	314	316	618
12:00	382	419	317	410	408	342	349
13:00	477	476	262	456	429	408	380
14:00	482	452	301	459	472	352	328
15:00	435	405	344	425	445	371	302
16:00	365	347	267	348	367	339	338
17:00	394	363	284	390	402	330	319
18:00	544	516	295	555	548	402	333
19:00	514	506	364	523	476	398	435
20:00	467	432	235	460	492	347	311
21:00	307	282	162	312	372	256	227
22:00	146	142	71	162	258	204	132
23:00	86	65	55	54	157	113	48
TRÁNSITO DIARIO	6.719	6.626	4.614	6.778	7.174	5.889	6.238
TRÁNSITO SEMANAL	44.038						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Sur - Oeste) 5 - 3

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	544	517	364	555	548	408	618
HORA	18:00	7:00	19:00	18:00	18:00	13:00	11:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-12: Volumen vehicular semanal: Movimiento 5 – 5 (Sur – Sur. Giro en U)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016

Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016

Movimiento: Sur - Sur (Giro "U")

Código: 5 - 5

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	22	45	32	50	62	146	123
1:00	14	15	18	32	31	97	95
2:00	6	20	10	15	24	86	109
3:00	9	13	11	16	21	70	71
4:00	14	30	16	18	34	58	42
5:00	56	55	63	68	65	82	31
6:00	308	311	330	334	314	142	60
7:00	405	390	385	417	423	285	245
8:00	355	378	368	367	389	372	337
9:00	423	422	435	445	439	435	268
10:00	496	458	451	316	426	449	375
11:00	446	472	441	464	502	494	437
12:00	511	555	555	560	536	498	329
13:00	577	554	550	564	575	542	377
14:00	561	578	562	551	592	491	396
15:00	717	656	760	690	802	626	521
16:00	685	636	631	708	695	763	550
17:00	717	726	718	744	728	601	474
18:00	818	825	805	813	833	683	517
19:00	851	673	798	820	836	717	597
20:00	706	758	765	852	779	569	455
21:00	467	583	591	615	649	454	306
22:00	247	296	317	328	423	324	158
23:00	133	133	156	156	283	239	199
TRÁNSITO DIARIO	9.542	9.581	9.771	9.943	10.463	9.225	7.073
TRÁNSITO SEMANAL	65.597						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Sur - Sur. Giro en "U") 5-5							
DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	851	825	805	852	836	763	597
HORA	19:00	18:00	18:00	20:00	19:00	16:00	19:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-13: Volumen vehicular semanal: Movimiento 5 – 7 (Sur – Este)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Sur - Este
Código: 5-7

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	9	18	13	20	25	59	49
1:00	6	6	7	13	12	39	38
2:00	2	8	4	6	10	35	44
3:00	4	5	4	6	8	28	28
4:00	5	12	6	7	14	23	17
5:00	22	22	25	27	26	33	12
6:00	123	124	132	134	125	57	24
7:00	162	156	154	167	169	114	98
8:00	142	151	147	147	156	149	135
9:00	169	169	174	178	176	174	107
10:00	198	183	180	126	171	180	150
11:00	178	189	176	186	201	198	175
12:00	189	206	206	207	199	184	122
13:00	214	205	204	209	213	201	140
14:00	156	160	156	153	164	136	110
15:00	147	135	156	142	165	129	107
16:00	137	127	126	141	139	152	110
17:00	143	145	143	148	145	120	95
18:00	163	165	161	162	166	136	103
19:00	170	134	159	164	167	143	119
20:00	141	151	153	170	156	114	91
21:00	93	116	118	123	130	91	61
22:00	49	59	63	66	84	65	32
23:00	26	26	31	31	56	48	40
TRÁNSITO DIARIO	2.650	2.674	2.700	2.733	2.876	2.606	2.006
TRÁNSITO SEMANAL	18.245						

DÍA VHMD HORA	VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Sur - Este) 5 - 7						
	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
	214	206	206	209	213	201	175
13:00	12:00	12:00	13:00	13:00	13:00	11:00	

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-14: Volumen vehicular semanal: Movimiento 7 – 1 (Este – Norte)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016

Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016

Movimiento: Este - Norte

Código: 7 - 1

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	12	15	12	17	24	45	41
1:00	7	8	11	11	14	28	32
2:00	4	7	5	9	12	30	28
3:00	3	5	6	4	8	16	19
4:00	12	10	9	12	15	26	16
5:00	10	9	9	10	10	8	5
6:00	74	67	67	73	74	38	19
7:00	78	80	71	73	81	63	42
8:00	79	83	80	79	78	75	52
9:00	74	69	62	70	71	77	52
10:00	77	78	70	76	77	82	70
11:00	94	88	87	89	97	101	97
12:00	101	90	81	97	102	101	90
13:00	95	105	111	98	102	104	82
14:00	99	101	106	97	98	95	73
15:00	101	101	102	100	98	100	74
16:00	98	97	98	94	96	98	82
17:00	97	101	100	96	94	89	72
18:00	114	117	121	114	111	109	80
19:00	126	130	117	124	125	117	101
20:00	108	111	101	116	120	99	69
21:00	68	72	92	73	93	75	45
22:00	37	43	51	45	60	47	23
23:00	16	18	20	20	34	31	25
TRÁNSITO DIARIO	1.584	1.605	1.590	1.597	1.693	1.653	1.290
TRÁNSITO SEMANAL	11.012						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Este - Norte) 7-1

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	126	130	121	124	125	117	101
HORA	19:00	19:00	18:00	19:00	19:00	19:00	19:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-15: Volumen vehicular semanal: Movimiento 7 – 3 (Este – Oeste)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Este - Oeste
Código: 7 - 3

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	11	14	12	16	23	43	39
1:00	7	7	11	10	13	27	30
2:00	2	7	5	8	11	29	27
3:00	4	2	3	6	11	21	24
4:00	12	10	9	11	14	25	15
5:00	41	39	39	43	43	32	19
6:00	157	143	142	156	156	81	41
7:00	167	169	151	155	171	135	90
8:00	169	176	170	168	167	158	111
9:00	157	147	132	149	151	163	111
10:00	164	166	148	160	164	174	148
11:00	187	176	174	179	195	202	193
12:00	182	162	145	174	183	182	162
13:00	190	210	222	196	204	208	164
14:00	198	201	213	194	197	189	147
15:00	201	202	204	201	195	200	148
16:00	196	195	196	189	192	196	165
17:00	194	203	200	192	187	178	144
18:00	228	234	232	227	222	217	160
19:00	251	260	242	248	249	233	202
20:00	216	222	202	232	240	199	139
21:00	135	143	185	146	185	151	90
22:00	74	85	101	91	120	94	46
23:00	31	36	41	40	68	61	50
TRÁNSITO DIARIO	3.176	3.209	3.179	3.190	3.361	3.196	2.465
TRÁNSITO SEMANAL	21.776						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Este - Oeste) 7-3

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	251	260	242	248	249	233	202
HORA	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-16: Volumen vehicular semanal: Movimiento 7 – 5 (Este – Sur)

Fecha de Inicio: Lunes 18 de Enero del 2016
Fecha de Finalización: Domingo 24 de Enero del 2016
Movimiento: Este - Sur
Código: 7-5

HORA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00	43	55	44	61	87	163	150
1:00	26	27	40	39	51	101	115
2:00	8	25	18	31	44	110	101
3:00	16	10	14	24	43	88	100
4:00	44	37	34	44	55	95	59
5:00	232	219	218	239	239	179	107
6:00	878	797	796	870	874	453	229
7:00	931	946	844	868	957	753	501
8:00	893	932	900	888	882	839	589
9:00	833	779	701	787	802	862	587
10:00	869	880	786	850	867	922	783
11:00	842	792	782	804	876	907	870
12:00	810	719	646	773	814	810	718
13:00	762	841	890	784	816	834	658
14:00	792	804	850	774	787	757	587
15:00	704	707	713	703	683	699	519
16:00	686	681	685	661	671	685	576
17:00	583	608	601	575	561	534	431
18:00	685	703	727	682	665	651	479
19:00	754	781	701	743	748	699	606
20:00	647	665	607	697	721	596	416
21:00	406	430	554	437	555	452	271
22:00	316	362	430	386	509	398	196
23:00	133	151	173	172	287	259	213
TRÁNSITO DIARIO	12.891	12.951	12.751	12.892	13.594	12.846	9.861
TRÁNSITO SEMANAL	87.786						

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA (Este - Sur) 7 - 5

DÍA	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
VHMD	931	946	900	888	957	922	870
HORA	7:00	7:00	8:00	8:00	7:00	10:00	11:00

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMMOP.

Anexo N° 4-17: Cálculo del intervalo de variación del TPDA en el intercambiador Fernández Salvador.

De acuerdo a la Tabla N°1, se observa los siguientes volúmenes de tránsito diarios:

DÍA						
Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
140.198	141.426	142.153	143.915	151.253	136.428	106.316

Cómo se indicó en el anterior numeral N 1.1 de tránsito semanal, para el intercambiador en general se tiene un TPDS=137.385 vehículos/día.

Para la desviación estándar muestral (S) se tiene:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - 137.385)^2}{7-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(140.198-137.385)^2 + (141.426-137.385)^2 + \dots + (106.316-137.385)^2}{6}}$$

$$S = 14.423 \text{ vehículos mixtos/día}$$

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right) = \frac{14.423}{\sqrt{7}} \left(\sqrt{\frac{365-7}{365-1}} \right) = 5.407 \text{ vehículos mixtos/día}$$

Intervalos del TPDA: Para niveles de confiabilidad del 95%, K= 1,96

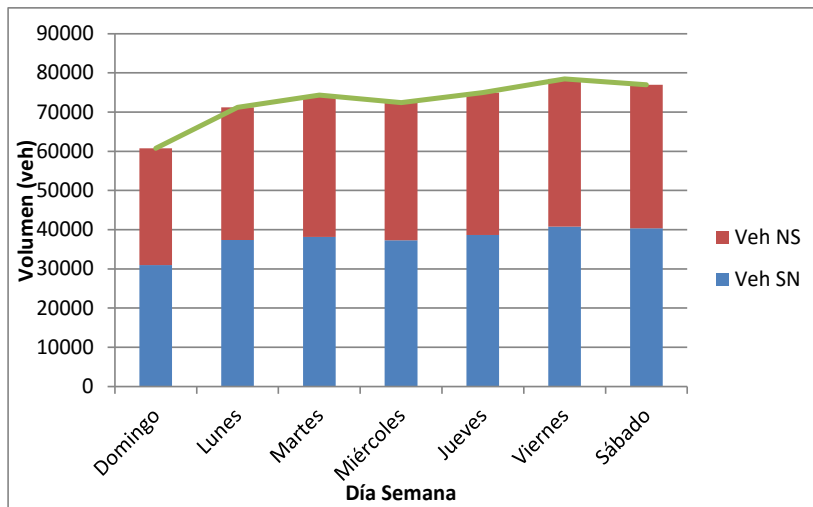
Por lo que el TPDA sería:

$$TPDA = TPDS \pm KE = 137.385 \pm (1,96*5.407)$$

$$TPDA = 137.385 \pm 10.598$$

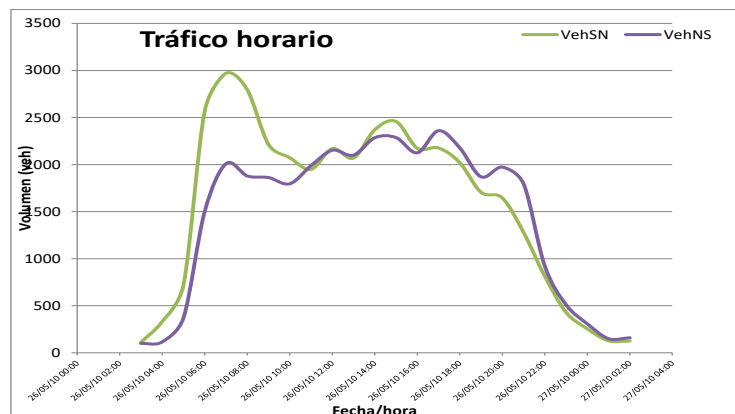
Esto quiere decir que el valor máximo que puede tomar el TPDA es 147.983 vehículos/día. Mientras que el valor mínimo que puede tener el TPDA es de 126.787 vehículos/día. De esta manera se puede decir que el TPDA en el intercambiador es de 134.313 veh/día con una variación mínima de TPDA de 126.787 vehículos/día y una variación máxima de 147.983 vehículos/día

Anexo N° 4-18: Distribución del tráfico diario en la Av. Mariscal Sucre, sector Ferexpo



Fuente: Estudio de tráfico vehicular. Viasra Cía. Ltda. 2010

Anexo N° 4-19: Distribución horaria del tráfico en un día ordinario en la Av. Mariscal Sucre, sector Ferexpo



Fuente: Estudio de tráfico vehicular. Viasra Cía. Ltda. 2010

Anexo N° 4-20: TPDA de la Av. Mariscal Sucre, sector de Ferexpo. Año 2010

	SN	NS
TPDSd	37639	35078
TPDS	72717	
Factor	Mayo	Junio
Factor	1.012	0.990
TPDA	72,795	

Fuente: Estudio de tráfico vehicular. Viastra Cía. Ltda. 2010

Anexo N° 4-21: Hora de máxima demanda vehicular en el intercambiador

HORA	DÍA						
	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22	Sábado 23	Domingo 24
0:00 - 1:00	464	793	662	840	1.027	2.303	1.962
1:00 - 2:00	271	418	350	514	632	1.529	1.457
2:00 - 3:00	141	364	249	376	557	1.410	1.452
3:00 - 4:00	264	373	350	444	567	1.259	1.097
4:00 - 5:00	577	758	639	688	931	1.167	803
5:00 - 6:00	2.052	2.110	2.099	2.114	2.212	1.902	1.006
6:00 - 7:00	8.103	7.977	7.795	8.191	8.056	3.734	1.460
7:00 - 8:00	9.121	9.064	8.668	9.190	9.111	6.925	4.938
8:00 - 9:00	8.273	8.683	8.137	8.502	8.844	7.928	5.864
9:00 - 10:00	8.125	8.133	7.829	8.288	8.179	8.369	5.786
10:00 - 11:00	8.688	8.156	8.293	7.507	8.444	8.487	7.721
11:00 - 12:00	8.204	8.137	8.101	8.190	8.603	8.603	8.109
12:00 - 13:00	8.731	9.031	8.773	9.247	9.077	8.586	6.838
13:00 - 14:00	9.193	9.109	8.931	9.129	9.344	8.775	7.162
14:00 - 15:00	8.942	9.084	8.785	8.822	9.257	7.925	6.394
15:00 - 16:00	8.779	8.578	8.930	8.630	9.551	7.585	6.405
16:00 - 17:00	8.130	7.908	7.820	8.128	8.059	8.253	5.873
17:00 - 18:00	7.934	8.044	7.902	8.343	7.957	7.137	5.195
18:00 - 19:00	8.547	8.608	8.436	8.502	8.568	7.756	5.362
19:00 - 20:00	8.600	7.884	8.220	8.469	8.931	8.138	7.605
20:00 - 21:00	7.427	7.599	7.510	8.326	8.380	6.665	5.944
21:00 - 22:00	5.148	5.815	6.044	6.094	6.973	5.379	3.964
22:00 - 23:00	3.003	3.254	4.525	3.631	4.818	3.919	2.090
23:00 - 24:00	1.484	1.546	3.104	1.751	3.175	2.693	1.831
TOTAL INTERCAMBIADOR	140.198	141.426	142.153	143.915	151.253	136.428	106.316
V.H.M.D	9.193	9.109	8.931	9.247	9.551	8.775	8.109

Fuente: Centro de Gestión de Movilidad EPMOP.

Anexo N° 4-22: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 1A-5A. (Paso deprimido)

GIRO NORTE - SUR (PASO DEPRIMIDO) Movimiento: 1A-5A Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	198	4	4	1	212	7:00 - 7:15	598	2963	247	741	0,89	0,91					
7:05 - 7:10	153	5	6	1	172												
7:10 - 7:15	193	10	5		213												
7:15 - 7:20	238	8	5	1	258	7:15 - 7:30	760										
7:20 - 7:25	246	6	3	1	260												
7:25 - 7:30	232	5	2		241												
7:30 - 7:35	214	3	1		219	7:30 - 7:45	612										
7:35 - 7:40	194	1	3	1	203												
7:40 - 7:45	186	2	1		190												
7:45 - 7:50	182	4	1		188	7:45 - 8:00	596										
7:50 - 7:55	204	1	1	4	216												
7:55 - 8:00	188	2		1	192												
TOTAL	2428	51	32	10	2566		760										
Qmáx					260												
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	190	1	3	1	199	8:00 - 8:15	662										
8:05 - 8:10	208	2	1	2	217												
8:10 - 8:15	238	2	3		246												
8:15 - 8:20	252	3	3	1	263	8:15 - 8:30	797										
8:20 - 8:25	264	2	2		270												
8:25 - 8:30	257	5	1		264												
8:30 - 8:35	271	4		1	277	8:30 - 8:45	813										
8:35 - 8:40	263	6	1		271												
8:40 - 8:45	258	3	2		265												
8:45 - 8:50	234	4	3	1	246	8:45 - 9:00	691										
8:50 - 8:55	224	2	1	2	233												
8:55 - 9:00	195	4	2	4	212												
TOTAL	2854	38	22	12	2963		813										
Qmáx					277												

GIRO NORTE - SUR (PASO DEPRIMIDO) Movimiento: 1A-5A Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	127		3	1	135	18:00 - 18:15	473	1773	148	443	0,86	0,90					
18:05 - 18:10	170	2	3	2	183												
18:10 - 18:15	154	1			155												
18:15 - 18:20	146	6			152	18:15 - 18:30	407										
18:20 - 18:25	118	1	1	1	123												
18:25 - 18:30	132				132												
18:30 - 18:35	152	3	2	1	161	18:30 - 18:45	441										
18:35 - 18:40	122	5	1		129												
18:40 - 18:45	148	3			151												
18:45 - 18:50	115	2			117	18:45 - 19:00	383										
18:50 - 18:55	125	2	1	1	131												
18:55 - 19:00	133	2			135												
TOTAL	1642	27	11	6	1705		473										
Qmáx					183												
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	139	3	2	1	148	19:00 - 19:15	454										
19:05 - 19:10	133	1	4	2	147												
19:10 - 19:15	147		6		159												
19:15 - 19:20	158	3	5		171	19:15 - 19:30	495										
19:20 - 19:25	154	2		2	161												
19:25 - 19:30	152	1	5		163												
19:30 - 19:35	115	2	6	1	132	19:30 - 19:45	371										
19:35 - 19:40	109	2	4		119												
19:40 - 19:45	110		5		120												
19:45 - 19:50	121	4		1	127	19:45 - 20:00	402										
19:50 - 19:55	121	2	5		133												
19:55 - 20:00	125	4	4	2	142												
TOTAL	1584	25	46	9	1721		495										
Qmáx					171												

Anexo N° 4-23: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 1-1. Giro en U

GIRO NORTE - NORTE (GIRO EN U) Movimiento: 1-1 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	16				16	7:00 - 7:15	59	156	13	39	0,56	0,66					
7:05 - 7:10	21			1	23												
7:10 - 7:15	19	1			20												
7:15 - 7:20	7	1		2	13	7:15-7:30	31										
7:20 - 7:25	12	1			13												
7:25 - 7:30	3			1	5												
7:30 - 7:35	15	2		1	19	7:30 - 7:45	46										
7:35 - 7:40	11				11												
7:40 - 7:45	13			1	15												
7:45 - 7:50	8			1	10	7:45 - 8:00	20										
7:50 - 7:55	5	1			6												
7:55 - 8:00	4				4												
TOTAL	134	6	0	7	156												
Qmáx					23		59										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	2				2	8:00 - 8:15	25										
8:05 - 8:10	9	1			10												
8:10 - 8:15	10	1		1	13												
8:15 - 8:20	4				4	8:15-8:30	16										
8:20 - 8:25	8	1			9												
8:25 - 8:30	3				3												
8:30 - 8:35	5	1			6	8:30 - 8:45	20										
8:35 - 8:40	6	1	1		9												
8:40 - 8:45	5				5												
8:45 - 8:50	6	1			7	8:45 - 9:00	23										
8:50 - 8:55	8				8												
8:55 - 9:00	7	1			8												
TOTAL	73	7	1	1	84												
Qmáx					13		25										

GIRO NORTE - NORTE (GIRO EN U) Movimiento: 1-1 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	9	1			10	18:00 - 18:15	37	168	14	42	0,66	0,75					
18:05 - 18:10	15				15												
18:10 - 18:15	12				12												
18:15 - 18:20	15	1			16	18:15-18:30	56										
18:20 - 18:25	18	1		1	21												
18:25 - 18:30	19				19												
18:30 - 18:35	21				21	18:30 - 18:45	36										
18:35 - 18:40	6	1			7												
18:40 - 18:45	8				8												
18:45 - 18:50	5				5	18:45 - 19:00	39										
18:50 - 18:55	19	1			20												
18:55 - 19:00	14				14												
TOTAL	161	5	0	1	168												
Qmáx					21		56										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	6				6	19:00 - 19:15	21										
19:05 - 19:10	8				8												
19:10 - 19:15	7				7												
19:15 - 19:20	6			1	8	19:15-19:30	23										
19:20 - 19:25	6				6												
19:25 - 19:30	9				9												
19:30 - 19:35	13				13	19:30 - 19:45	36										
19:35 - 19:40	11		1		13												
19:40 - 19:45	10				10												
19:45 - 19:50	13		1		15	19:45 - 20:00	29										
19:50 - 19:55	6	1			7												
19:55 - 20:00	7				7												
TOTAL	102	1	2	1	109												
Qmáx					15		36										

Anexo N° 4-24: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 1-3.

GIRO NORTE - OESTE Movimiento: 1-3 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	9	1			10	7:00 - 7:15	37	88	7	22	0,42	0,59					
7:05 - 7:10	14	1		1	17												
7:10 - 7:15	8		1		10												
7:15 - 7:20	6			1	8	7:15-7:30	16										
7:20 - 7:25	4				4												
7:25 - 7:30	4				4												
7:30 - 7:35	4				4	7:30 - 7:45	18										
7:35 - 7:40	5				5												
7:40 - 7:45	9				9												
7:45 - 7:50	3				3	7:45 - 8:00	16										
7:50 - 7:55	4		1		6												
7:55 - 8:00	7				7												
TOTAL	77	2	2	2	88												
Qmáx					17		37										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	10				10	8:00 - 8:15	27										
8:05 - 8:10	5				5												
8:10 - 8:15	12				12												
8:15 - 8:20	7	1			8	8:15-8:30	23										
8:20 - 8:25	6				6												
8:25 - 8:30	8	1			9												
8:30 - 8:35	3				3	8:30 - 8:45	8										
8:35 - 8:40	3				3												
8:40 - 8:45	2				2												
8:45 - 8:50	5				5	8:45 - 9:00	10										
8:50 - 8:55	3				3												
8:55 - 9:00	2				2												
TOTAL	66	2	0	0	68												
Qmáx					12		27										

GIRO NORTE - OESTE Movimiento: 1-3 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	2	1			3	18:00 - 18:15	13	68	6	17	0,71	0,89					
18:05 - 18:10	6				6												
18:10 - 18:15	4				4												
18:15 - 18:20	4				4	18:15-18:30	16										
18:20 - 18:25	5				5												
18:25 - 18:30	7				7												
18:30 - 18:35	6				6	18:30 - 18:45	15										
18:35 - 18:40	5				5												
18:40 - 18:45	4				4												
18:45 - 18:50	8				8	18:45 - 19:00	19										
18:50 - 18:55	4				4												
18:55 - 19:00	6	1			7												
TOTAL	61	2	0	0	63												
Qmáx					8		19										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	6				6	19:00 - 19:15	18										
19:05 - 19:10	8				8												
19:10 - 19:15	3	1			4												
19:15 - 19:20	2				2	19:15-19:30	9										
19:20 - 19:25	3				3												
19:25 - 19:30	4				4												
19:30 - 19:35	2	1			3	19:30 - 19:45	18										
19:35 - 19:40	7	2			9												
19:40 - 19:45	6				6												
19:45 - 19:50	7				7	19:45 - 20:00	18										
19:50 - 19:55	6				6												
19:55 - 20:00	5				5												
TOTAL	59	4	0	0	63												
Qmáx					9		18										

Anexo N° 4-25: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 1-5.

GIRO NORTE - SUR (Intersección a nivel) Movimiento: 1-5 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	7	1	3		14	7:00 - 7:15	52	628	52	157	0,72	0,87					
7:05 - 7:10	4	1	4		13												
7:10 - 7:15	12	1	6		25												
7:15 - 7:20	5		7		19	7:15 - 7:30	101										
7:20 - 7:25	14	1	12		39												
7:25 - 7:30	35		4		43												
7:30 - 7:35	46	3	5		59	7:30 - 7:45	175										
7:35 - 7:40	32	3	3	1	43												
7:40 - 7:45	47	3	7	4	73												
7:45 - 7:50	40	3			43	7:45 - 8:00	135										
7:50 - 7:55	42	2	6		56												
7:55 - 8:00	28	2	3		36												
TOTAL	312	20	60	5	463												
Qmáx					73		175										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	60	3	5		73	8:00 - 8:15	180										
8:05 - 8:10	51	5		2	61												
8:10 - 8:15	41	1	2		46												
8:15 - 8:20	37	5	4	1	52	8:15 - 8:30	138										
8:20 - 8:25	31	3	5		44												
8:25 - 8:30	33	1	4		42												
8:30 - 8:35	29		1		31	8:30 - 8:45	67										
8:35 - 8:40	13		3	2	24												
8:40 - 8:45	8		2		12												
8:45 - 8:50	14	1	3		21	8:45 - 9:00	55										
8:50 - 8:55	9	2	3		17												
8:55 - 9:00	11	2	2		17												
TOTAL	337	23	34	5	439												
Qmáx					73		180										

GIRO NORTE - SUR (Intersección a nivel) Movimiento: 1-5 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	9		1		11	18:00 - 18:15	26	111	9	28	0,51	0,84					
18:05 - 18:10	4		3		10												
18:10 - 18:15	5				5												
18:15 - 18:20	2		3		8	18:15 - 18:30	33										
18:20 - 18:25	6		5	1	18												
18:25 - 18:30	7				7												
18:30 - 18:35	7				7	18:30 - 18:45	28										
18:35 - 18:40	8		3		14												
18:40 - 18:45	6	1			7												
18:45 - 18:50	7		4		15	18:45 - 19:00	24										
18:50 - 18:55	2		1		4												
18:55 - 19:00	5				5												
TOTAL	68	1	20	1	111												
Qmáx					18		33										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	4		2		8	19:00 - 19:15	19										
19:05 - 19:10	3		2		7												
19:10 - 19:15	4				4												
19:15 - 19:20	4				4	19:15 - 19:30	19										
19:20 - 19:25	5		2		9												
19:25 - 19:30	6				6												
19:30 - 19:35	5				5	19:30 - 19:45	16										
19:35 - 19:40	6				6												
19:40 - 19:45	5				5												
19:45 - 19:50	4		2		8	19:45 - 20:00	21										
19:50 - 19:55	7				7												
19:55 - 20:00	6				6												
TOTAL	59	0	8	0	75												
Qmáx					9		21										

Anexo N° 4-26: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 1-7.

GIRO NORTE - ESTE Movimiento: 1-7 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	45	1			46	7:00 - 7:15	139	404	34	101	0,63	0,78					
7:05 - 7:10	49	3			52												
7:10 - 7:15	36	5			41												
7:15 - 7:20	30	5	1		37	7:15 - 7:30	89										
7:20 - 7:25	24	2			26												
7:25 - 7:30	24			1	26												
7:30 - 7:35	37	3			40	7:30 - 7:45	104										
7:35 - 7:40	23				23												
7:40 - 7:45	34	5		1	41												
7:45 - 7:50	11	4	1	1	19	7:45 - 8:00	70										
7:50 - 7:55	30	3			33												
7:55 - 8:00	18				18												
TOTAL	361	31	2	3	403												
Qmáx					52		139										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	43	8		1	53	8:00 - 8:15	129										
8:05 - 8:10	30	7			37												
8:10 - 8:15	37	2			39												
8:15 - 8:20	26	1			27	8:15 - 8:30	100										
8:20 - 8:25	36	3		1	41												
8:25 - 8:30	27	5			32												
8:30 - 8:35	39	2			41	8:30 - 8:45	86										
8:35 - 8:40	17	1			18												
8:40 - 8:45	25	2			27												
8:45 - 8:50	14	1			15	8:45 - 9:00	63										
8:50 - 8:55	22	4			26												
8:55 - 9:00	19	3			22												
TOTAL	335	39	0	2	379												
Qmáx					53		129										

GIRO NORTE - ESTE Movimiento: 1-7 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	12				12	18:00 - 18:15	42	212	18	53	0,71	0,82					
18:05 - 18:10	12	1			13												
18:10 - 18:15	17				17												
18:15 - 18:20	23				23	18:15 - 18:30	52										
18:20 - 18:25	13			1	15												
18:25 - 18:30	14				14												
18:30 - 18:35	16	1	1		19	18:30 - 18:45	65										
18:35 - 18:40	24	1			25												
18:40 - 18:45	21				21												
18:45 - 18:50	19	1			20	18:45 - 19:00	45										
18:50 - 18:55	12				12												
18:55 - 19:00	13				13												
TOTAL	196	4	1	1	204												
Qmáx					25		65										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	17	1			18	19:00 - 19:15	50										
19:05 - 19:10	20	1			21												
19:10 - 19:15	11				11												
19:15 - 19:20	10	1			11	19:15 - 19:30	35										
19:20 - 19:25	12	1			13												
19:25 - 19:30	9	2			11												
19:30 - 19:35	15	1			16	19:30 - 19:45	57										
19:35 - 19:40	17				17												
19:40 - 19:45	19	3	1		24												
19:45 - 19:50	9			1	11	19:45 - 20:00	36										
19:50 - 19:55	14				14												
19:55 - 20:00	11				11												
TOTAL	164	10	1	1	178												
Qmáx					24		57										

Anexo N° 4-27: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 3-1.

GIRO OESTE - NORTE Movimiento: 3-1 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	16		1		18	7:00 - 7:15	48	195	16	49	0,68	0,88					
7:05 - 7:10	12				12												
7:10 - 7:15	18				18												
7:15 - 7:20	16	1			17	7:15-7:30	41										
7:20 - 7:25	10	2		1	14												
7:25 - 7:30	9	1			10												
7:30 - 7:35	13	1			14	7:30 - 7:45	50										
7:35 - 7:40	18	2			20												
7:40 - 7:45	15	1			16												
7:45 - 7:50	23	1			24	7:45 - 8:00	56										
7:50 - 7:55	14				14												
7:55 - 8:00	13			2	18												
TOTAL	177	9	1	3	195												
Qmáx					24		56										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	18	1			19	8:00 - 8:15	45										
8:05 - 8:10	10	4	1		16												
8:10 - 8:15	10				10												
8:15 - 8:20	9				9	8:15-8:30	31										
8:20 - 8:25	9	1		1	12												
8:25 - 8:30	10				10												
8:30 - 8:35	4				4	8:30 - 8:45	20										
8:35 - 8:40	4				4												
8:40 - 8:45	9	1	1		12												
8:45 - 8:50	9				9	8:45 - 9:00	27										
8:50 - 8:55	4				4												
8:55 - 9:00	11	1	1		14												
TOTAL	107	8	3	1	123												
Qmáx					19		45										

GIRO OESTE - NORTE Movimiento: 3-1 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	9	1			10	18:00 - 18:15	32	124	10	31	0,52	0,70					
18:05 - 18:10	10				10												
18:10 - 18:15	11	1			12												
18:15 - 18:20	11				11	18:15-18:30	33										
18:20 - 18:25	9	2	1		13												
18:25 - 18:30	9				9												
18:30 - 18:35	10			1	12	18:30 - 18:45	32										
18:35 - 18:40	8				8												
18:40 - 18:45	9			1	11												
18:45 - 18:50	7				7	18:45 - 19:00	16										
18:50 - 18:55	4				4												
18:55 - 19:00	5				5												
TOTAL	102	4	1	2	113												
Qmáx					13		33										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	16	2	1		20	19:00 - 19:15	44										
19:05 - 19:10	12				12												
19:10 - 19:15	8	2	1		12												
19:15 - 19:20	9	2			11	19:15-19:30	27										
19:20 - 19:25	8				8												
19:25 - 19:30	7	1			8												
19:30 - 19:35	11				11	19:30 - 19:45	24										
19:35 - 19:40	6				6												
19:40 - 19:45	7				7												
19:45 - 19:50	9				9	19:45 - 20:00	29										
19:50 - 19:55	8	1			9												
19:55 - 20:00	8	3			11												
TOTAL	109	11	2	0	124												
Qmáx					20		44										

Anexo N° 4-28: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 3-5.

GIRO OESTE - SUR Movimiento: 3-5 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	9				9	7:00 - 7:15	34	148	12	37	0,69	0,93					
7:05 - 7:10	15				15												
7:10 - 7:15	10				10												
7:15 - 7:20	10				10	7:15-7:30	37										
7:20 - 7:25	11				11												
7:25 - 7:30	16				16												
7:30 - 7:35	18				18	7:30 - 7:45	40										
7:35 - 7:40	14				14												
7:40 - 7:45	8				8												
7:45 - 7:50	13				13	7:45 - 8:00	33										
7:50 - 7:55	10				10												
7:55 - 8:00	10				10												
TOTAL	144	0	0	0	144												
Qmáx					18		40										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	17				17	8:00 - 8:15	38										
8:05 - 8:10	8				8												
8:10 - 8:15	13				13												
8:15 - 8:20	10				10	8:15-8:30	31										
8:20 - 8:25	12				12												
8:25 - 8:30	9				9												
8:30 - 8:35	10	1			11	8:30 - 8:45	36										
8:35 - 8:40	9	2	2		15												
8:40 - 8:45	10				10												
8:45 - 8:50	5				5	8:45 - 9:00	21										
8:50 - 8:55	8	1			9												
8:55 - 9:00	7				7												
TOTAL	118	4	2	0	126												
Qmáx					17		38										

GIRO OESTE - SUR Movimiento: 3-5 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	7	1			8	18:00 - 18:15	19	64	5	16	0,67	0,84					
18:05 - 18:10	5				5												
18:10 - 18:15	6				6												
18:15 - 18:20	5				5	18:15-18:30	12										
18:20 - 18:25	2	1			3												
18:25 - 18:30	4				4												
18:30 - 18:35	5	1			6	18:30 - 18:45	17										
18:35 - 18:40	5				5												
18:40 - 18:45	6				6												
18:45 - 18:50	7				7	18:45 - 19:00	16										
18:50 - 18:55	4				4												
18:55 - 19:00	4	1			5												
TOTAL	60	4	0	0	64												
Qmáx					8		19										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	3				3	19:00 - 19:15	14										
19:05 - 19:10	6				6												
19:10 - 19:15	5				5												
19:15 - 19:20	5				5	19:15-19:30	13										
19:20 - 19:25	3				3												
19:25 - 19:30	4	1			5												
19:30 - 19:35	3				3	19:30 - 19:45	14										
19:35 - 19:40	4				4												
19:40 - 19:45	7				7												
19:45 - 19:50	9	1			10	19:45 - 20:00	18										
19:50 - 19:55	3				3												
19:55 - 20:00	5				5												
TOTAL	57	2	0	0	59												
Qmáx					10		18										

Anexo N° 4-29: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 3-7.

GIRO OESTE - ESTE Movimiento: 3-7 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	23				23	7:00 - 7:15	82	263	22	66	0,68	0,80					
7:05 - 7:10	26	1			27												
7:10 - 7:15	30			1	32												
7:15 - 7:20	26				26	7:15 - 7:30	62										
7:20 - 7:25	19	1			20												
7:25 - 7:30	15	1			16												
7:30 - 7:35	18	1		1	21	7:30 - 7:45	66										
7:35 - 7:40	29	2			31												
7:40 - 7:45	14				14												
7:45 - 7:50	9	1			10	7:45 - 8:00	52										
7:50 - 7:55	18				18												
7:55 - 8:00	24				24												
TOTAL	251	7	0	2	263												
Qmáx					32		82										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	19				19	8:00 - 8:15	46										
8:05 - 8:10	15				15												
8:10 - 8:15	9	3			12												
8:15 - 8:20	12				12	8:15 - 8:30	45										
8:20 - 8:25	16	2		1	20												
8:25 - 8:30	11	2			13												
8:30 - 8:35	8			1	10	8:30 - 8:45	25										
8:35 - 8:40	3	2			5												
8:40 - 8:45	9	1			10												
8:45 - 8:50	7	2			9	8:45 - 9:00	37										
8:50 - 8:55	13	1			14												
8:55 - 9:00	14				14												
TOTAL	136	13	0	2	154												
Qmáx					20		46										

GIRO OESTE - ESTE Movimiento: 3-7 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	12				12	18:00 - 18:15	36	100	8	25	0,60	0,76					
18:05 - 18:10	11	1			12												
18:10 - 18:15	12				12												
18:15 - 18:20	10				10	18:15 - 18:30	24										
18:20 - 18:25	6	1			7												
18:25 - 18:30	7				7												
18:30 - 18:35	6	1			7	18:30 - 18:45	22										
18:35 - 18:40	8				8												
18:40 - 18:45	7				7												
18:45 - 18:50	6				6	18:45 - 19:00	17										
18:50 - 18:55	5				5												
18:55 - 19:00	6				6												
TOTAL	96	3	0	0	99												
Qmáx					12		36										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	4				4	19:00 - 19:15	19										
19:05 - 19:10	5				5												
19:10 - 19:15	8	2			10												
19:15 - 19:20	6				6	19:15 - 19:30	22										
19:20 - 19:25	7				7												
19:25 - 19:30	9				9												
19:30 - 19:35	13	1			14	19:30 - 19:45	33										
19:35 - 19:40	12				12												
19:40 - 19:45	7				7												
19:45 - 19:50	5				5	19:45 - 20:00	26										
19:50 - 19:55	9	2	1		13												
19:55 - 20:00	8				8												
TOTAL	93	5	1	0	100												
Qmáx					14		33										

Anexo N° 4-30: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 5A - 1A. (Paso Deprimido)

GIRO SUR - NORTE (PASO DEPRIMIDO) Movimiento: 5A-1A Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)
7:00 - 7:05	129	5	3	2	145	7:00 - 7:15	495	2240	187	560	0,88	0,97
7:05 - 7:10	148	3	2	4	164							
7:10 - 7:15	154	5	8	5	186	7:15-7:30	521					
7:15 - 7:20	142	2	7	4	167							
7:20 - 7:25	149	6	9	2	178							
7:25 - 7:30	153	11	4	2	177							
7:30 - 7:35	145	9	7	5	179	7:30 - 7:45	568					
7:35 - 7:40	147	7	6	4	175							
7:40 - 7:45	185	13	2	5	213							
7:45 - 7:50	172	10	4	4	199							
7:50 - 7:55	183	11	2	4	207	7:45 - 8:00	575					
7:55 - 8:00	144	2	8	3	169							
TOTAL	1851	84	62	44	2158							
Qmáx					213		575					
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos					
8:00 - 8:05	177	8	5	3	202	8:00 - 8:15	577					
8:05 - 8:10	158	6	10	2	189							
8:10 - 8:15	172	4	4	1	186							
8:15 - 8:20	142	3	9	2	168							
8:20 - 8:25	121	2	6	2	140	8:15-8:30	441					
8:25 - 8:30	108	7	6	3	134							
8:30 - 8:35	195	3	9	5	227							
8:35 - 8:40	183	4	8	4	212	8:30 - 8:45	603					
8:40 - 8:45	145	2	5	3	164							
8:45 - 8:50	152	3	9	1	175							
8:50 - 8:55	147	5	7	2	171	8:45 - 9:00	498					
8:55 - 9:00	127	6	5	4	152							
TOTAL	1827	53	83	32	2118							
Qmáx					227		603					

GIRO SUR - NORTE (PASO DEPRIMIDO) Movimiento: 5A-1A Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)
18:00 - 18:05	216	6		3	229	18:00 - 18:15	694	2822	235	706	0,95	0,98
18:05 - 18:10	230	4		1	236							
18:10 - 18:15	224	5			229							
18:15 - 18:20	213	2	3		221							
18:20 - 18:25	231	9	1	3	249	18:15-18:30	710					
18:25 - 18:30	234	6			240							
18:30 - 18:35	233	5	2	3	249							
18:35 - 18:40	227	2	1	1	233							
18:40 - 18:45	225	3			228	18:30 - 18:45	710					
18:45 - 18:50	222	2	4	2	237							
18:50 - 18:55	212	1	2	1	219							
18:55 - 19:00	225	2			227	18:45 - 19:00	683					
TOTAL	2692	47	13	14	2797							
Qmáx					249		710					
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos					
19:00 - 19:05	225	2	1	2	234	19:00 - 19:15	720					
19:05 - 19:10	231	3	3		240							
19:10 - 19:15	239	1	2	1	246							
19:15 - 19:20	237	2	1	1	243							
19:20 - 19:25	214	1	1		217	19:15-19:30	683					
19:25 - 19:30	218	2		1	222							
19:30 - 19:35	190	2	5	2	207							
19:35 - 19:40	196	4	3	1	208	19:30 - 19:45	623					
19:40 - 19:45	197	5	2	1	208							
19:45 - 19:50	203	3	4		214							
19:50 - 19:55	203	6	8	3	232	19:45 - 20:00	666					
19:55 - 20:00	204	4	5	1	220							
TOTAL	2557	35	35	13	2691							
Qmáx					246		720					

Anexo N° 4-31: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 5 - 1

GIRO SUR - NORTE (INTERSECCIÓN A NIVEL) Movimiento: 5-1 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	7	1	3		14	7:00 - 7:15	44	164	14	41	0,59	0,81					
7:05 - 7:10	8		4		16												
7:10 - 7:15	10	2	1		14												
7:15 - 7:20	8				8	7:15 - 7:30	35										
7:20 - 7:25	12	1	2		17												
7:25 - 7:30	5	1	2		10												
7:30 - 7:35	4		6		16	7:30 - 7:45	45										
7:35 - 7:40	6	1	2		11												
7:40 - 7:45	9	1	4		18												
7:45 - 7:50	4	2	1		8	7:45 - 8:00	25										
7:50 - 7:55	8				8												
7:55 - 8:00	7	2			9												
TOTAL	88	11	25	0	149												
Qmáx					18		45										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	9	2	3		17	8:00 - 8:15	43										
8:05 - 8:10	8		3		14												
8:10 - 8:15	7	1	2		12												
8:15 - 8:20	10	1	6		23	8:15 - 8:30	51										
8:20 - 8:25	4		3	2	15												
8:25 - 8:30	7		3		13												
8:30 - 8:35	5		4		13	8:30 - 8:45	24										
8:35 - 8:40	2		1		4												
8:40 - 8:45	3		2		7												
8:45 - 8:50	4		1		6	8:45 - 9:00	35										
8:50 - 8:55	11		4		19												
8:55 - 9:00	6		2		10												
TOTAL	76	4	34	2	153												
Qmáx					23		51										

GIRO SUR - NORTE (INTERSECCIÓN A NIVEL) Movimiento: 5-1 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	6	1	1		9	18:00 - 18:15	26	131	11	33	0,61	0,84					
18:05 - 18:10	7	1	2		12												
18:10 - 18:15	5				5												
18:15 - 18:20	6		5		16	18:15 - 18:30	33										
18:20 - 18:25	6		2		10												
18:25 - 18:30	7				7												
18:30 - 18:35	6		1		8	18:30 - 18:45	27										
18:35 - 18:40	5	1	3		12												
18:40 - 18:45	7				7												
18:45 - 18:50	6		5		16	18:45 - 19:00	39										
18:50 - 18:55	7	1	4		16												
18:55 - 19:00	7				7												
TOTAL	75	4	23	0	125												
Qmáx					16		39										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	5				5	19:00 - 19:15	24										
19:05 - 19:10	9		2		13												
19:10 - 19:15	2		2		6												
19:15 - 19:20	7				7	19:15 - 19:30	37										
19:20 - 19:25	10		4		18												
19:25 - 19:30	8		1	1	12												
19:30 - 19:35	7				7	19:30 - 19:45	31										
19:35 - 19:40	6				6												
19:40 - 19:45	9	1	4		18												
19:45 - 19:50	7				7	19:45 - 20:00	23										
19:50 - 19:55	7	1			8												
19:55 - 20:00	8				8												
TOTAL	85	2	13	1	115												
Qmáx					18		37										

Anexo N° 4-32: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 5 - 3

GIRO SUR - OESTE Movimiento: 5-3 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	42				42	7:00 - 7:15	104	308	26	77	0,61	0,74					
7:05 - 7:10	20	1			21												
7:10 - 7:15	38	1		1	41												
7:15 - 7:20	18				18	7:15-7:30	72										
7:20 - 7:25	32	1			33												
7:25 - 7:30	20	1			21												
7:30 - 7:35	30	1			31	7:30 - 7:45	74										
7:35 - 7:40	20	1		1	23												
7:40 - 7:45	16	1		1	19												
7:45 - 7:50	12				12	7:45 - 8:00	58										
7:50 - 7:55	20				20												
7:55 - 8:00	25	1			26												
TOTAL	293	8	0	3	308												
Qmáx					42		104										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	18	1			19	8:00 - 8:15	51										
8:05 - 8:10	13	2			15												
8:10 - 8:15	15			1	17												
8:15 - 8:20	10	1			11	8:15-8:30	40										
8:20 - 8:25	18				18												
8:25 - 8:30	11				11												
8:30 - 8:35	15				15	8:30 - 8:45	44										
8:35 - 8:40	16				16												
8:40 - 8:45	13				13												
8:45 - 8:50	19				19	8:45 - 9:00	56										
8:50 - 8:55	19				19												
8:55 - 9:00	18				18												
TOTAL	185	4	0	1	191												
Qmáx					19		56										

GIRO SUR - OESTE Movimiento: 5-3 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	13				13	18:00 - 18:15	40	271	23	68	0,89	0,92					
18:05 - 18:10	11				11												
18:10 - 18:15	16				16												
18:15 - 18:20	21	2			23	18:15-18:30	68										
18:20 - 18:25	22			1	24												
18:25 - 18:30	21				21												
18:30 - 18:35	20	1			21	18:30 - 18:45	66										
18:35 - 18:40	21	4			25												
18:40 - 18:45	20				20												
18:45 - 18:50	22	1		1	25	18:45 - 19:00	73										
18:50 - 18:55	24	1			25												
18:55 - 19:00	23				23												
TOTAL	234	9	0	2	248												
Qmáx					25		73										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	24				24	19:00 - 19:15	63										
19:05 - 19:10	19				19												
19:10 - 19:15	20				20												
19:15 - 19:20	21				21	19:15-19:30	58										
19:20 - 19:25	21	2			23												
19:25 - 19:30	14				14												
19:30 - 19:35	17				17	19:30 - 19:45	56										
19:35 - 19:40	22	1			23												
19:40 - 19:45	15	1			16												
19:45 - 19:50	17			1	19	19:45 - 20:00	42										
19:50 - 19:55	10				10												
19:55 - 20:00	13				13												
TOTAL	213	4	0	1	219												
Qmáx					24		63										

Anexo N° 4-33: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 5 – 5. Giro en U

GIRO SUR - SUR (GIRO EN U) Movimiento: 5-5 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	38	3			41	7:00 - 7:15	123	421	35	105	0,79	0,86					
7:05 - 7:10	41	2	1		45												
7:10 - 7:15	32	3	1		37												
7:15 - 7:20	33	4	1		39	7:15-7:30	92										
7:20 - 7:25	20	1	2	1	27												
7:25 - 7:30	25	1			26												
7:30 - 7:35	25				25	7:30 - 7:45	89										
7:35 - 7:40	26	1	2	1	33												
7:40 - 7:45	24	5	1		31												
7:45 - 7:50	25	3	1	1	32	7:45 - 8:00	115										
7:50 - 7:55	31	3	3	1	42												
7:55 - 8:00	38			1	40												
TOTAL	358	26	12	5	419												
Qmáx					45		123										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	38	3	1		43	8:00 - 8:15	123										
8:05 - 8:10	36	1	1		39												
8:10 - 8:15	40	1			41												
8:15 - 8:20	15		1		17	8:15-8:30	77										
8:20 - 8:25	34	3			37												
8:25 - 8:30	20	3			23												
8:30 - 8:35	25	1	1		28	8:30 - 8:45	106										
8:35 - 8:40	35	4	2		43												
8:40 - 8:45	29	4	1		35												
8:45 - 8:50	39	3		1	44	8:45 - 9:00	112										
8:50 - 8:55	34	3		1	39												
8:55 - 9:00	25	3			28												
TOTAL	370	29	7	2	418												
Qmáx					44		123										

GIRO SUR - SUR (GIRO EN U) Movimiento: 5-5 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	50	2			52	18:00 - 18:15	156	796	66	199	0,81	0,96					
18:05 - 18:10	49	1	1		52												
18:10 - 18:15	52				52												
18:15 - 18:20	56	2			58	18:15-18:30	170										
18:20 - 18:25	54	1			55												
18:25 - 18:30	57				57												
18:30 - 18:35	60	1	1		63	18:30 - 18:45	196										
18:35 - 18:40	64	1			65												
18:40 - 18:45	68				68												
18:45 - 18:50	77	5			82	18:45 - 19:00	208										
18:50 - 18:55	60	4			64												
18:55 - 19:00	62				62												
TOTAL	709	17	2	0	730												
Qmáx					82		208										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.LE	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	64	4	1		70	19:00 - 19:15	203										
19:05 - 19:10	68	3			71												
19:10 - 19:15	62				62												
19:15 - 19:20	60	4		1	66	19:15-19:30	189										
19:20 - 19:25	63	1			64												
19:25 - 19:30	59				59												
19:30 - 19:35	61	2	1		65	19:30 - 19:45	182										
19:35 - 19:40	53	2			55												
19:40 - 19:45	62				62												
19:45 - 19:50	69	3		2	77	19:45 - 20:00	198										
19:50 - 19:55	54				54												
19:55 - 20:00	67				67												
TOTAL	742	19	2	3	772												
Qmáx					77		203										

Anexo N° 4-34: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 5 – 7.

GIRO SUR - ESTE Movimiento: 5-7 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	8	1	1		11	7:00 - 7:15	45	167	14	42	0,73	0,89					
7:05 - 7:10	18		1		20												
7:10 - 7:15	14				14												
7:15 - 7:20	5	2			7	7:15-7:30	25										
7:20 - 7:25	6		3	1	14												
7:25 - 7:30	4				4												
7:30 - 7:35	15		1		17	7:30 - 7:45	46										
7:35 - 7:40	8				8												
7:40 - 7:45	12		2	2	21												
7:45 - 7:50	8	1	1		11	7:45 - 8:00	32										
7:50 - 7:55	6	2	1		10												
7:55 - 8:00	9		1		11												
TOTAL	113	6	11	3	148												
Qmáx					21		46										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	12				12	8:00 - 8:15	35										
8:05 - 8:10	10				10												
8:10 - 8:15	9		2		13												
8:15 - 8:20	12	4	1		18	8:15-8:30	47										
8:20 - 8:25	16	1	1		19												
8:25 - 8:30	6		2		10												
8:30 - 8:35	12		2		16	8:30 - 8:45	42										
8:35 - 8:40	6	2	4		16												
8:40 - 8:45	10				10												
8:45 - 8:50	15				15	8:45 - 9:00	43										
8:50 - 8:55	13	1	1		16												
8:55 - 9:00	12				12												
TOTAL	133	8	13	0	167												
Qmáx					19		47										

GIRO SUR - ESTE Movimiento: 5-7 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	14	2	1		18	18:00 - 18:15	39	184	15	46	0,73	0,79					
18:05 - 18:10	10	1	1		13												
18:10 - 18:15	8				8												
18:15 - 18:20	7				7	18:15-18:30	36										
18:20 - 18:25	13	2	1		17												
18:25 - 18:30	12				12												
18:30 - 18:35	18		1		20	18:30 - 18:45	51										
18:35 - 18:40	16				16												
18:40 - 18:45	15				15												
18:45 - 18:50	19		1		21	18:45 - 19:00	58										
18:50 - 18:55	18		1		20												
18:55 - 19:00	17				17												
TOTAL	167	5	6	0	184												
Qmáx					21		58										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	6	1			7	19:00 - 19:15	27										
19:05 - 19:10	8				8												
19:10 - 19:15	12				12												
19:15 - 19:20	15				15	19:15-19:30	38										
19:20 - 19:25	9		1	1	13												
19:25 - 19:30	10				10												
19:30 - 19:35	6				6	19:30 - 19:45	21										
19:35 - 19:40	8				8												
19:40 - 19:45	7				7												
19:45 - 19:50	9		1		11	19:45 - 20:00	28										
19:50 - 19:55	8				8												
19:55 - 20:00	9				9												
TOTAL	107	1	2	1	114												
Qmáx					15		38										

Anexo N° 4-35: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 7-1.

GIRO ESTE - NORTE Movimiento: 7-1 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	1				1	7:00 - 7:15	9	56	5	14	0,49	0,65					
7:05 - 7:10	2				2												
7:10 - 7:15	6				6												
7:15 - 7:20	3				3	7:15 - 7:30	8										
7:20 - 7:25	2				2												
7:25 - 7:30	2	1			3												
7:30 - 7:35	3				3	7:30 - 7:45	8										
7:35 - 7:40	3				3												
7:40 - 7:45	2				2												
7:45 - 7:50	1				1	7:45 - 8:00	6										
7:50 - 7:55	1				1												
7:55 - 8:00	4				4												
TOTAL	30	1	0	0	31												
Qmáx					6		9										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	3	2			5	8:00 - 8:15	14										
8:05 - 8:10	5				5												
8:10 - 8:15	4				4												
8:15 - 8:20	5				5	8:15 - 8:30	22										
8:20 - 8:25	7				7												
8:25 - 8:30	4	1		2	10												
8:30 - 8:35	2				2	8:30 - 8:45	9										
8:35 - 8:40	4	1			5												
8:40 - 8:45	2				2												
8:45 - 8:50	2				2	8:45 - 9:00	11										
8:50 - 8:55	6				6												
8:55 - 9:00	3				3												
TOTAL	47	4	0	2	56												
Qmáx					10		22										

GIRO ESTE - NORTE Movimiento: 7-1 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	8	1			9	18:00 - 18:15	26	118	10	30	0,66	0,92					
18:05 - 18:10	9	1			10												
18:10 - 18:15	7				7												
18:15 - 18:20	6	2			8	18:15 - 18:30	32										
18:20 - 18:25	11				11												
18:25 - 18:30	13				13												
18:30 - 18:35	14	1			15	18:30 - 18:45	30										
18:35 - 18:40	7				7												
18:40 - 18:45	8				8												
18:45 - 18:50	8	1			9	18:45 - 19:00	30										
18:50 - 18:55	9	2			11												
18:55 - 19:00	10				10												
TOTAL	110	8	0	0	118												
Qmáx					15		32										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	7				7	19:00 - 19:15	28										
19:05 - 19:10	10				10												
19:10 - 19:15	11				11												
19:15 - 19:20	5	1			6	19:15 - 19:30	28										
19:20 - 19:25	7				7												
19:25 - 19:30	11	2	1		15												
19:30 - 19:35	10				10	19:30 - 19:45	30										
19:35 - 19:40	10			1	12												
19:40 - 19:45	5			1	7												
19:45 - 19:50	6			1	8	19:45 - 20:00	20										
19:50 - 19:55	7				7												
19:55 - 20:00	5				5												
TOTAL	94	3	1	3	106												
Qmáx					15		30										

Anexo N° 4-36: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 7-3.

GIRO ESTE - OESTE Movimiento: 7-3 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)
7:00 - 7:05	26				26	7:00 - 7:15	65	170	14	43	0,55	0,65
7:05 - 7:10	15				15							
7:10 - 7:15	24				24							
7:15 - 7:20	11				11	7:15 - 7:30	41					
7:20 - 7:25	12				12							
7:25 - 7:30	18				18							
7:30 - 7:35	11		1	1	15	7:30 - 7:45	35					
7:35 - 7:40	12				12							
7:40 - 7:45	8				8							
7:45 - 7:50	12				12	7:45 - 8:00	29					
7:50 - 7:55	5	2	1		9							
7:55 - 8:00	8				8							
TOTAL	162	2	2	1	170							
Qmáx					26		65					
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos					
8:00 - 8:05	17				17	8:00 - 8:15	43					
8:05 - 8:10	16				16							
8:10 - 8:15	6	2	1		10							
8:15 - 8:20	13			2	18	8:15 - 8:30	35					
8:20 - 8:25	11				11							
8:25 - 8:30	6				6							
8:30 - 8:35	4				4	8:30 - 8:45	26					
8:35 - 8:40	8				8							
8:40 - 8:45	14				14							
8:45 - 8:50	8		1	1	12							
8:50 - 8:55	7				7	8:45 - 9:00	27					
8:55 - 9:00	8				8							
TOTAL	118	2	2	3	131		43					
Qmáx					18							

GIRO ESTE - OESTE Movimiento: 7-3 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)
18:00 - 18:05	12	1			13	18:00 - 18:15	58	229	19	57	0,68	0,87
18:05 - 18:10	28				28							
18:10 - 18:15	17				17							
18:15 - 18:20	15	1			16	18:15 - 18:30	55					
18:20 - 18:25	19	2			21							
18:25 - 18:30	18				18							
18:30 - 18:35	16	2			18	18:30 - 18:45	50					
18:35 - 18:40	13	2			15							
18:40 - 18:45	17				17							
18:45 - 18:50	23	4			27	18:45 - 19:00	66					
18:50 - 18:55	19	1			20							
18:55 - 19:00	19				19							
TOTAL	216	13	0	0	229		66					
Qmáx					28							
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos					
19:00 - 19:05	18	1			19	19:00 - 19:15	51					
19:05 - 19:10	15	1			16							
19:10 - 19:15	16				16							
19:15 - 19:20	17	2			19	19:15 - 19:30	58					
19:20 - 19:25	20	1			21							
19:25 - 19:30	18				18							
19:30 - 19:35	16	2			18	19:30 - 19:45	51					
19:35 - 19:40	16				16							
19:40 - 19:45	17				17							
19:45 - 19:50	20	1			21	19:45 - 20:00	59					
19:50 - 19:55	18				18							
19:55 - 20:00	20				20							
TOTAL	211	8	0	0	219		59					
Qmáx					21							

Anexo N° 4-37: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos. Movimiento 7-5.

GIRO ESTE - SUR Movimiento: 7-5 Hora: 7:00 - 9:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
7:00 - 7:05	84	1	3	1	93	7:00 - 7:15	220	1011	84	253	0,70	0,82					
7:05 - 7:10	47	2		1	51												
7:10 - 7:15	67	6	1		75												
7:15 - 7:20	42	4	4	2	59	7:15-7:30	244										
7:20 - 7:25	58	2	1		62												
7:25 - 7:30	109	2	4	2	124												
7:30 - 7:35	56	2	2		62	7:30 - 7:45	201										
7:35 - 7:40	76		4		84												
7:40 - 7:45	46	3	3		55												
7:45 - 7:50	95	1	2	1	102	7:45 - 8:00	309										
7:50 - 7:55	96	2	3	1	106												
7:55 - 8:00	94	4		1	100												
TOTAL	870	29	27	9	973												
Qmáx					124		309										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
8:00 - 8:05	76	2	2		82	8:00 - 8:15	231										
8:05 - 8:10	75	2	1	1	81												
8:10 - 8:15	55	2	2	3	68												
8:15 - 8:20	104	4	4	2	121	8:15-8:30	260										
8:20 - 8:25	67	4	5	1	83												
8:25 - 8:30	47	3	1	2	57												
8:30 - 8:35	46	1	2		51	8:30 - 8:45	211										
8:35 - 8:40	70	3	2	1	79												
8:40 - 8:45	71	1	2	2	81												
8:45 - 8:50	75	2	1	2	84	8:45 - 9:00	199										
8:50 - 8:55	49	1	2	4	63												
8:55 - 9:00	46	2		2	53												
TOTAL	781	27	24	20	901		260										
Qmáx					121		260										

GIRO ESTE - SUR Movimiento: 7-5 Hora: 18:00 - 20:00

	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos	VHMD	VHMD (Q5) veh/5 minutos	VHMD (Q15) veh/15 minutos	FHMD (5)	FHMD (15)					
18:00 - 18:05	48	4	1	1	56	18:00 - 18:15	165	670	56	168	0,69	0,92					
18:05 - 18:10	49				49												
18:10 - 18:15	56	4			60												
18:15 - 18:20	57				57	18:15-18:30	181										
18:20 - 18:25	60	7	1		69												
18:25 - 18:30	55				55												
18:30 - 18:35	70	2	1		74	18:30 - 18:45	182										
18:35 - 18:40	45				45												
18:40 - 18:45	54	4		2	63												
18:45 - 18:50	45				45	18:45 - 19:00	126										
18:50 - 18:55	39	2	1		43												
18:55 - 19:00	38				38												
TOTAL	616	23	4	3	654		182										
Qmáx					74		182										
	LIVIANOS	MOTOS	BUS	CAMIÓN	V.L.E	Período	Volumen 15 minutos										
19:00 - 19:05	45	1		1	48	19:00 - 19:15	183										
19:05 - 19:10	53				53												
19:10 - 19:15	70	3	2	2	82												
19:15 - 19:20	64	3	3		73	19:15-19:30	180										
19:20 - 19:25	61				61												
19:25 - 19:30	41	5			46												
19:30 - 19:35	52	2	1	1	58	19:30 - 19:45	163										
19:35 - 19:40	54				54												
19:40 - 19:45	47	2	1		51												
19:45 - 19:50	55		1	1	59	19:45 - 20:00	138										
19:50 - 19:55	30	2		1	34												
19:55 - 20:00	37	1	1	2	45												
TOTAL	609	19	9	8	664		183										
Qmáx					82		183										

Anexo N° 4-38: Conteo vehicular en períodos de 5 minutos durante el viernes 25 de marzo del 2016. Horario 7:00 – 9:00

HORA	N-S	N-S	N-N	N-O	N-E	O-N	O-S	O-E	S-N	S-N	S-O	S-S	S-E	E-N	E-O	E-S
	1A-5A (D)	1-5 (I)	1-1 (U)	1-3	1-7	3-1	3-5	3-7	5A-1A (D)	5-1 (I)	5-3	5-5 (U)	5-7	7-1	7-3	7-5
7:00 - 7:05	91	15	3	1	19	2	3	4	113	5	8	13	5	1	3	36
7:05 - 7:10	123	16	5	2	20	4	2	7	103	2	4	6	3	3	5	39
7:10 - 7:15	99	17	4	3	22	5	5	5	140	3	6	9	4	4	4	43
7:15 - 7:20	125	9	5	2	11	4	2	6	94	4	7	10	4	2	2	48
7:20 - 7:25	91	14	3	2	18	6	3	9	118	5	10	15	7	3	3	53
7:25 - 7:30	86	14	4	3	18	5	6	8	129	4	7	12	5	5	6	50
7:30 - 7:35	84	8	3	1	10	8	6	10	53	4	7	11	5	4	4	47
7:35 - 7:40	80	5	1	2	11	7	4	12	63	4	7	10	4	6	2	52
7:40 - 7:45	74	16	3	1	21	9	2	11	100	4	8	12	5	4	5	51
7:45 - 7:50	84	15	3	2	20	7	3	9	127	5	8	13	6	3	3	48
7:50 - 7:55	117	15	6	3	19	9	3	8	132	5	10	15	6	5	5	53
7:55 - 8:00	92	15	5	1	20	11	6	15	121	6	10	16	7	4	4	49
TOTAL	1146	158	45	22	209	77	45	104	1293	51	91	142	61	44	46	569
PORCENTAJE	28%	4%	1%	1%	5%	2%	1%	3%	32%	1%	2%	3%	1%	1%	1%	14%
INTERCAMBIADOR	4103															

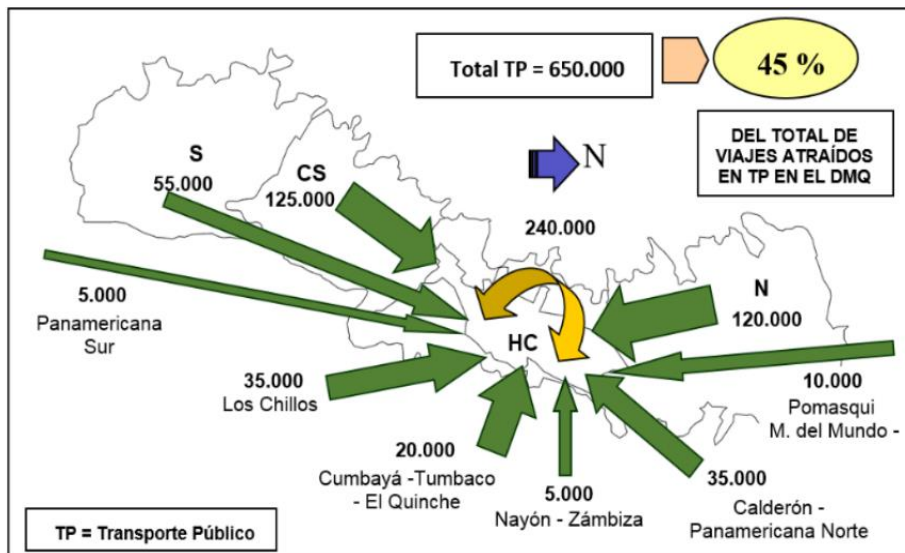
HORA	N-S	N-S	N-N	N-O	N-E	O-N	O-S	O-E	S-N	S-N	S-O	S-S	S-E	E-N	E-O	E-S
	1A-5A (D)	1-5 (I)	1-1 (U)	1-3	1-7	3-1	3-5	3-7	5A-1A (D)	5-1 (I)	5-3	5-5 (U)	5-7	7-1	7-3	7-5
8:00 - 8:05	91	16	3	4	21	12	4	12	135	4	7	12	5	3	3	51
8:05 - 8:10	107	8	4	3	10	10	6	13	106	4	8	12	5	6	6	47
8:10 - 8:15	103	13	2	4	17	13	5	11	123	4	7	10	4	7	4	46
8:15 - 8:20	114	11	4	1	15	8	3	8	152	5	9	14	6	5	5	44
8:20 - 8:25	92	17	3	3	21	10	2	8	157	5	8	13	6	3	3	49
8:25 - 8:30	98	11	4	1	14	8	6	9	123	4	7	10	4	6	6	53
8:30 - 8:35	94	13	5	1	16	9	3	10	126	5	9	14	6	4	2	55
8:35 - 8:40	112	15	5	4	19	11	3	12	133	2	4	7	3	2	3	52
8:40 - 8:45	120	17	5	3	21	8	5	15	115	4	8	12	5	2	5	50
8:45 - 8:50	113	16	4	2	20	5	6	11	132	5	8	13	6	3	4	49
8:50 - 8:55	102	22	4	3	29	7	4	12	135	5	9	14	6	2	4	47
8:55 - 9:00	147	21	6	2	27	11	6	10	164	4	8	12	5	4	3	53
TOTAL	1293	178	49	31	232	112	53	131	1601	51	92	144	62	47	48	596
PORCENTAJE	27%	4%	1%	1%	5%	2%	1%	3%	34%	1%	2%	3%	1%	1%	1%	13%
INTERCAMBIADOR	4721															

Anexo N° 5-1: Número de viajes realizados en los diferentes modos de transporte en el año 2014

Motorizados	Transporte Público (Incluye transporte escolar e institucional)	2'800.000	61,3%
	Transporte Privado (Incluye viajes en taxi)	1'050.000	23,0%
No Motorizados	Peatonal	700.000	15,3%
	Bicicleta	15.000	0,3%
		4'565.000	100 %

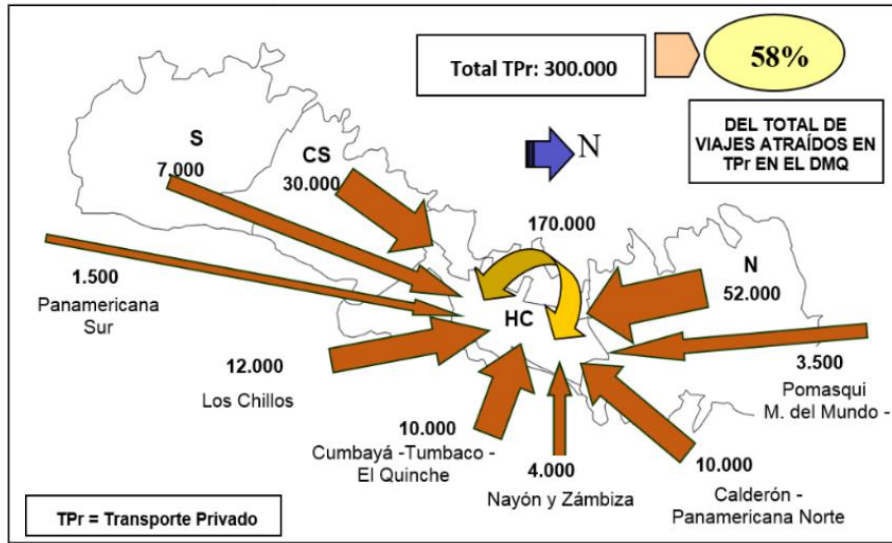
Fuente: Proyecto Metro de Quito (Secretaría de Movilidad, 2015 - 2030).

Anexo N° 5-2: Número de viajes por día atraídos en transporte público hacia al hipercentro



Fuente: Proyecto Metro de Quito (Secretaría de Movilidad, 2015 - 2030)

Anexo N° 5-3: Número de viajes por día atraídos en transporte privado hacia al hipercentro



Fuente: Proyecto Metro de Quito (Secretaría de Movilidad, 2015 - 2030)

Anexo N° 5-4: Demanda de Transporte público

SISTEMA	TIPO DE TRANSPORTE	TIPO DESPLAZAMIENTO	DEMANDA DE PASAJEROS	
Red convencional	Urbanos	Casco de la ciudad	1'438.000 pas/día/prom	
Red metropolitana	Interparroquiales	Quito-Tumbaco-Quinche	56.000 pas/día/prom	
		Quito-Valle de Los Chillo	57.000 pas/día/prom	
Red de transporte comercial	Taxis	Casco de la ciudad	135.000 pas/día/prom	
Red articulada	Trolebus	Estación Norte La Y-Morán Valverde	260.000 pas/día/prom	
		Rutas de Alimentadores Norte: La Y-Carapungo	15.000 pas/día/prom	
		Rutas de Alimentadores Sur: Morán Valverde-Quitumbe	20.000 pas/día/prom	
	Ecovia	Río Coca- Marín- Playón de la Marín	102.000 pas/día/prom	
		Alimentadores zona Norte: Integración trole-Cumbaya	76.000 pas/día/prom	
	Metrobus	Línea Azul	Corredor Central Norte - Miraflores/Carcelén	200.000 pas/día/prom
		Línea Amarilla	Tramo Norte Carretas- Miraflores	40.000 pas/día/prom
Tramo Sur Miraflores-Quitumbe			350.000 pas/día/prom	
DEMANDA TOTAL			2'749.000	

Fuente: EMOPQ – DMT. Sistema Metropolitano de Transporte Público de Quito. DMT

Anexo N° 5-5: Radios mínimos de giro de los vehículos de diseño (metros)

Vehículo- Tipo	Radio Interior (m)	Radio de Diseño(m)
Automóvil, P	4.2 (4.7)	7.3 (7.3)
Autobús Sencillo, BUS	7.4	12.8
Camión Sencillo, SU	8.5 (8.7)	12.8 (12.8)
Camión Articulado, WB-15	5.8 (6.0)	13.7 (13.7)
Camión Articulado, WB-19	2.8	13.7
Camión Articulado, WB-20	0	13.7

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets,
1994, pag. 22.

BIBLIOGRAFÍA

Normas y Reglamentos

- AASHTO. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*. Washington.
- American Association Of State Highway and Transportation Officials, AASHTO. (2010). *Diseño de Puentes LRFD 2010*. Washington: A policy on Geometric Design of Highways and streets.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 004-2. (2001). *Reglamento técnico ecuatoriano. RTE INEN. Primera revisión. Señalización horizontal*. Quito: Primera Edición.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011). *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical*. Quito.
- Ministerio de Obras Públicas, MOP. (2002). *Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes. MOP-001-F 2002*. Quito.
- Ministerio de Transporte de Colombia, Insituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP. (2013). *NEVI-12. Norma para estudios y diseños viales (Libro A ed., Vol. 2)*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de trasnportes y obras públicas, MTOP. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*.
- Reglamento técnico Ecuatoriano. RTE INEN. 004. (2012). *Señalización Vial. Parte 5. Semaforización*. Quito.

Libros y documentos

- ANETA. (2004). *Manual para la Formación de conductores no profesionales* (8va. ed.). Quito, Ecuador.
- Cámara de la Construcción. (s.f.). *La Mariscal Sucre está llena de cruces: 167*. Quito.
- Cárdenas G., J., & Cal y Mayor R., R. (2007). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones*. México D.F.: Alfaomega.

- García Díaz, M. (1997). *Términos Estratégicos (Glosario especializado de planeación estratégica)*. San Luis de Potosí.
- J.Garber, N., & A. Hoel, L. (2007). *Ingeniería de tránsito y carreteras*. México, D.F.: CENGAGE Learning.
- Proceso de Licitación EPMMOP. LICO-EPMMOP-020-2011. (2011). *Intercambiador Fernández Salvador*. Quito.
- Llumiguano, C. (2014). Tesis de Grado. *Diagnóstico del Problema de Congestión vehicular en el intercambiador del Condado, Intersección Av. Mariscal Sucre, Av. De la Prensa y Av. Manuel Córdova Galarza*. Quito.
- Montalvo, K. (2009). *Efectos de la política seccional sobre la congestión vehicular del Distrito Metropolitano de Quito durante el período 1985-2008: un análisis de la inversión municipal y el costo de la congestión*. Quito: Tesis PUCE.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2009-2025). *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Municipio del DMQ. (2009 - 2025). *Plan Maestro de Movilidad*. Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas, Quito.
- Secretaría de Movilidad. (2014). *Diagnóstico de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Secretaría de Movilidad. (2015 - 2030). *Visión Estratégica de la Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.

Artículos de Prensa

- Diario El Comercio. (28 de Junio de 2014). Los flujos de tránsito coinciden en el centro norte. Obtenido de Los flujos de tránsito coinciden en el centro norte.
- Diario El Comercio. (03 de Septiembre de 2015). 7 Kilómetros de congestión en la Av. Occidental por reconstrucción del 30 S.
- Diario El Comercio. (21 de Junio de 2015). *La Av. Mariscal Sucre es la autopista más peligrosa de Quito*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/mariscalsucre-autopista-peligrosa-quito-accidentes.html>.

- Diario El Comercio. (s.f.). *6 vías pendientes en el Bicentenario* . Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito/vias-pendientes-bicentenario.html>.
- Diario El Comercio. (s.f.). El correteo de buses es frecuente en tres vías principales de Quito.
- Diario El Comercio. (s.f.). *La Mariscal Sucre está llena de cruces: 167*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito/mariscal-sucre-llena-de-cruces.html>
- Diario El Comercio. (s.f.). *Siete puntos críticos en la Av. Mariscal Sucre*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito/siete-puntos-criticos-av-mariscal.html>.
- Diario El Telégrafo. (Miércoles 24 de Julio de 2013). *Intercambiador resuelve parte del tráfico en San Carlos*. Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/11/intercambiador-resuelve-parte-del-traffic-en-san-carlos>
- Diario La Hora. (01 de Junio de 2013). Persisten trancones en la Av. Occidental pese al intercambiador de San Carlos.
- Diario Metro. (01 de septiembre de 2015). *Transporte mediano y pesado genera tráfico en el condado y av mariscal sucre*. Obtenido de <http://noticias.anotao.com/link/ec/www.metroecuador.com.ec/noticias/transporte-mediano-y-pesado-genera-traffic-en-el-condado-y-av-mariscal-sucre/rUroia---P2U3YC07houg/>
- Diario Metro. (01 de Septiembre de 2015). *Transporte mediano y pesado genera tráfico en el Condado y Av. Mariscal SUcre*. Obtenido de <http://www.metroecuador.com.ec/noticias/transporte-mediano-y-pesado-genera-traffic-en-el-condado-y-av-mariscal-sucre/rUroia---P2U3YC07houg/>
- Noticias Quito. (s.f.). *Desnivel e intercambiador no alivian la congestión en la Occidental*. Obtenido de http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/intercambiador_fernandez_salvador_estara_a_mediados_de_2013--8177
- EPMMOP. (30 de Mayo de 2013). Boletín de Prensa EPMMOP N0.118. D.M.Quito. *Este viernes se habilita la circulación vehicular por el deprimido del intercambiador Fernández Salvador*. Quito.
- EPMMOP. (02 de Mayo de 2013). Boletín de Prensa N° 086. Quito, Ecuador.