

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA**

**INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE TRÁNSITO BASADO EN  
TEORÍA DE COLAS PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA.  
CASO DE ESTUDIO CALLE PRIMERA CONSTITUYENTE LIMITADO ENTRE  
CARABOBO Y EUGENIO ESPEJO”**

**TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERIA EN ESTADISTICA INFORMÁTICA**

**ANGÉLICA MARÍA BARRENO LAYEDRA**

**RIOBAMBA - ECUADOR  
MAYO2011**

*Madre Dolorosa, que nunca podré olvidar, porque seguiré encomendándome a ti.  
A mis padres, porque la persona en que me he convertido es gracias a sus esfuerzos y  
dedicación. Porque me enseñaron que la mejor herencia que pueden dejarme es la  
educación.*

*A mis amigos y amigas... porque los amigos son la familia que se escoge  
A cada una de las personas que pasaron de ser simples conocidos a gratos amigos,  
quienes formaron parte de mi vida durante estos 5 años.*

**Firma**

**Fecha**

Dra. Yolanda Días  
**DECANA DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS**

.....

Dr. Richard Pachacama  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA  
FIMA**

.....

Mat. Marcelo Cortez  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....

Mat. Alberto Viláñez  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

.....

Dra. Jenny Orbe  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

.....

Sr. Carlos Rodríguez  
**DIRECTOR DE LA  
BIBLIOTECA**

.....

“Yo, Angélica María Barreno Layedra soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.”

## INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO .....	2
HOJA DE FIRMAS .....	2
HOJA DE RESPONSABILIDAD .....	4
INDICE DE CONTENIDOS .....	5
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	8
INDICE DE TABLAS .....	15
INDICE DE ANEXOS .....	21
RESUMEN .....	22
SUMARY .....	24
INTRODUCCIÓN .....	25
ANTECEDENTES .....	27
JUSTIFICACIÓN .....	30
OBJETIVOS .....	32
<b>CAPÍTULO I</b> .....	33
1 Marco Teórico.....	34
1.1 Introducción a la Investigación de Operaciones .....	34
1.1.1 Características de la Investigación de Operaciones .....	34
1.1.2 Estructura de los modelos empleados en la Investigación de Operaciones	35
1.2 Sistema de Transporte .....	38
1.2.1 Estructura del sistema de transporte .....	38
1.2.2 Volumen de Tránsito .....	41
1.3 Análisis del flujo vehicular .....	46
1.3.1 Variables relacionadas con el flujo .....	46
1.3.2 Variables relacionadas con la densidad .....	48
1.4 Análisis de la Congestión.....	51
1.4.1 Significado analítico de la congestión .....	52
1.4.2 Elementos de un sistema de filas de espera .....	54
1.4.3 Descripción probabilística del flujo vehicular .....	56
1.4.4 Análisis probabilístico de líneas de espera .....	58
1.4.5 Análisis determinístico del congestionamiento .....	61
1.5 Análisis de Capacidad .....	66

1.6	Tasa de flujo de saturación.....	68
1.7	Análisis del Nivel de Servicio y Determinación de las Demoras .....	69
1.7.1	Tipo de Llegadas.....	71
1.7.2	Factor de Ajuste por Coordinación.....	73
1.7.3	Demora Uniforme .....	74
1.7.4	Demora Incremental .....	75
1.7.5	Demora por Cola Inicial .....	76
<b>CAPÍTULO II</b>	.....	<b>81</b>
2	Parte Experimental.....	82
2.1	Muestreo.....	82
2.2	Metodología .....	82
2.2.1	Estudios de Ingeniería de Tránsito.....	82
2.2.2	Investigación Operativa .....	85
2.3	Métodos y Técnicas.....	87
2.4	Datos Experimentales.....	93
2.4.1	Diagnóstico .....	93
2.4.2	Longitud promedio de vehículos .....	93
2.4.3	Flujo vs Velocidad .....	95
2.4.4	Información de Velocidad y Demora.....	98
2.4.5	Datos .....	100
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>271</b>
3	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	272
3.1	Cálculos.....	272
3.1.1	Distribución de la tasa de llegada de vehículos .....	272
3.1.2	Distribución de los tiempos entre llegadas .....	291
3.1.3	Porcentaje de Maniobra .....	309
3.1.4	Elementos del Sistema de Fila de Espera .....	318
3.1.5	Análisis Probabilístico de Líneas de Espera para Intersecciones no Semaforizadas .....	323
3.1.6	Tasa de Flujo de Saturación.....	325
3.1.7	Análisis Determinístico para Intersecciones Semaforizadas .....	327
3.1.8	Grado de Saturación.....	328
3.1.9	Demoras y Nivel de Servicio .....	330
3.2	Propuesta.....	335
3.2.1	Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial .....	339

3.2.2	Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial .....	344
3.1	Análisis y Discusión de Resultados .....	348
3.1.1	Análisis de Sensibilidad.....	348
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>352</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>353</b>
4.1	Conclusiones .....	353
4.2	Recomendaciones.....	355
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	.....	<b>356</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>358</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Diferencia entre capacidad y demanda.....	44
Ilustración 1-2 Relaciones de tiempo y espacio entre vehículos .....	49
Ilustración 1-3 Ciclo de un Semáforo .....	73
Ilustración 1-4 Demora Uniforme.....	74
Ilustración 1-5 Caso III: Demora por Cola Inicial Compensada Durante el Tiempo T..	78
Ilustración 1-6 Caso IV: Demora por Cola Inicial con una Cola Decreciente al Final del Tiempo T.....	78
Ilustración 1-7 Caso V: Demora por Cola Inicial con una Cola Incremental al Final del Tiempo T.....	79
Ilustración 2-1 Primera Constituyente y Carabobo.....	89
Ilustración 2-2 Primera Constituyente y Magdalena Dávalos .....	89
Ilustración 2-3 Primera Constituyente y Rocafuerte.....	90
Ilustración 2-4 Primera Constituyente y Pichincha .....	90
Ilustración 2-5 Primera Constituyente y García Moreno.....	91
Ilustración 2-6 Primera Constituyente y España.....	91
Ilustración 2-7 Primera Constituyente y Larrea.....	91
Ilustración 2-8 Primera Constituyente y Colón .....	92
Ilustración 2-9 Primera Constituyente y Eugenio Espejo.....	92
Ilustración 2-10 Diagrama de Dispersión del Flujo Vehicular en Función de la Velocidad .....	96
Ilustración 2-11 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	102
Ilustración 2-12 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	103
Ilustración 2-13 Volúmenes de Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD .....	105
Ilustración 2-14 Intervalos de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD.....	105
Ilustración 2-15 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD .....	107
Ilustración 2-16 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD .....	108
Ilustración 2-17 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA .....	109
Ilustración 2-18 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA .....	110
Ilustración 2-19 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	112
Ilustración 2-20 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	112
Ilustración 2-21 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB.....	114
Ilustración 2-22 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB.....	115

Ilustración 2-23 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB.....	116
Ilustración 2-24 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB.....	117
Ilustración 2-25 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA .....	119
Ilustración 2-26 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA .....	119
Ilustración 2-27 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA .....	121
Ilustración 2-28 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA.....	122
Ilustración 2-29 Volúmenes en Promedio de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB .....	123
Ilustración 2-30 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB .....	124
Ilustración 2-31 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB.....	126
Ilustración 2-32 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB .....	126
Ilustración 2-33 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA.....	128
Ilustración 2-34 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA.....	129
Ilustración 2-35 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA.....	130
Ilustración 2-36 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA.....	131
Ilustración 2-37 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD.....	133
Ilustración 2-38 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD.....	133
Ilustración 2-39 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD.....	135
Ilustración 2-40 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD.....	136
Ilustración 2-41 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA.....	137
Ilustración 2-42 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA.....	138
Ilustración 2-43 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA .....	140
Ilustración 2-44 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA .....	140
Ilustración 2-45 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB .....	142
Ilustración 2-46 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB .....	143

Ilustración 2-47 Volúmenes en Períodos de 15 minutos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD .....	144
Ilustración 2-48 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD .....	145
Ilustración 2-49 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA .....	147
Ilustración 2-50 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA .....	147
Ilustración 2-51 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA .....	149
Ilustración 2-52 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA .....	150
Ilustración 2-53 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD .....	151
Ilustración 2-54 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD .....	152
Ilustración 2-55 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD .....	154
Ilustración 2-56 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD .....	154
Ilustración 2-57 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA .....	156
Ilustración 2-58 Intervalos Promedio de Tiempo en el Período de la Mañana en la Primera Constituyente y España: movimiento BA .....	157
Ilustración 2-59 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA .....	158
Ilustración 2-60 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA .....	159
Ilustración 2-61 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD .....	161
Ilustración 2-62 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD .....	161
Ilustración 2-63 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB .....	163
Ilustración 2-64 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB .....	164
Ilustración 2-65 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA .....	165
Ilustración 2-66 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA .....	166
Ilustración 2-67 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA .....	168
Ilustración 2-68 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA .....	168
Ilustración 2-69 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD .....	170
Ilustración 2-70 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD .....	171

Ilustración 2-71 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD.....	172
Ilustración 2-72 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD.....	173
Ilustración 2-73 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA.....	175
Ilustración 2-74 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA.....	175
Ilustración 2-75 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA .....	177
Ilustración 2-76 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA .....	178
Ilustración 2-77 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB.....	179
Ilustración 2-78 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB.....	180
Ilustración 2-79 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB .....	182
Ilustración 2-80 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB .....	182
Ilustración 2-81 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA .....	184
Ilustración 2-82 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA .....	185
Ilustración 2-83 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	186
Ilustración 2-84 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA.....	187
Ilustración 2-85 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD .....	189
Ilustración 2-86 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD.....	189
Ilustración 2-87 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD.....	191
Ilustración 2-88 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD.....	192
Ilustración 2-89 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA .....	193
Ilustración 2-90 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA.....	194
Ilustración 2-91 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA.....	196
Ilustración 2-92 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA .....	196
Ilustración 2-93 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB.....	198
Ilustración 2-94 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB.....	199

Ilustración 2-95 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB.....	200
Ilustración 2-96 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB .....	201
Ilustración 2-97 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA .....	203
Ilustración 2-98 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA .....	203
Ilustración 2-99 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA .....	205
Ilustración 2-100 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA.....	206
Ilustración 2-101 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB .....	207
Ilustración 2-102 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB.....	208
Ilustración 2-103 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB.....	210
Ilustración 2-104 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB.....	211
Ilustración 2-105 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA.....	212
Ilustración 2-106 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA .....	213
Ilustración 2-107 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA.....	215
Ilustración 2-108 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA .....	215
Ilustración 2-109 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD.....	217
Ilustración 2-110 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD .....	218
Ilustración 2-111 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB.....	219
Ilustración 2-112 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB .....	220
Ilustración 2-113 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA.....	222
Ilustración 2-114 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA .....	222
Ilustración 2-115 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA .....	224
Ilustración 2-116 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA.....	225
Ilustración 2-117 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB .....	226
Ilustración 2-118 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB.....	227

Ilustración 2-119 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DB .....	229
Ilustración 2-120 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB.....	229
Ilustración 2-121 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA .....	231
Ilustración 2-122 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA .....	232
Ilustración 2-123 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA .....	233
Ilustración 2-124 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA.....	234
Ilustración 2-125 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD.....	236
Ilustración 2-126 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD.....	236
Ilustración 2-127 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD .....	238
Ilustración 2-128 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD.....	239
Ilustración 2-129 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BA .....	240
Ilustración 2-130 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA.....	241
Ilustración 2-131 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA .....	243
Ilustración 2-132 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA.....	244
Ilustración 2-133 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB .....	245
Ilustración 2-134 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB .....	246
Ilustración 2-135 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB .....	248
Ilustración 2-136 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB.....	249
Ilustración 2-137 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA.....	250
Ilustración 2-138 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA.....	251
Ilustración 2-139 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA.....	253
Ilustración 2-140 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA .....	253
Ilustración 2-141 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD.....	255
Ilustración 2-142 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD .....	256

Ilustración 2-143 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD .....	257
Ilustración 2-144 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD .....	258
Ilustración 2-145 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA .....	260
Ilustración 2-146 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA .....	260
Ilustración 2-147 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA .....	262
Ilustración 2-148 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA .....	263
Ilustración 2-149 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD .....	264
Ilustración 2-150 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD .....	265
Ilustración 2-151 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB .....	267
Ilustración 2-152 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB .....	267
Ilustración 2-153 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA .....	269
Ilustración 2-154 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA.....	270
Ilustración 3-1 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Carabobo.....	311
Ilustración 3-2 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos .....	311
Ilustración 3-3 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Pichincha .....	312
Ilustración 3-4 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Rocafuerte.....	312
Ilustración 3-5 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y García Moreno .....	312
Ilustración 3-6 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y España.....	313
Ilustración 3-7 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y España.....	313
Ilustración 3-8 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Colón .....	313
Ilustración 3-9 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	314
Ilustración 3-10 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Carabobo.....	314
Ilustración 3-11 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos .....	315
Ilustración 3-12 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Rocafuerte...	315
Ilustración 3-13 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Rocafuerte...	315
Ilustración 3-14 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y García Moreno .....	316
Ilustración 3-15 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y España.....	316
Ilustración 3-16 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Larrea.....	317
Ilustración 3-17 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Colón .....	317
Ilustración 3-18 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	317

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-i Factores de Ajuste a la Tasa de Flujo de Saturación.....	69
Tabla 1-ii Niveles de Servicio en Intersecciones Semaforizadas .....	70
Tabla 1-iii Selección de las Variables de Demora por Caso.....	80
Tabla 2-i Equivalencia de vehículos en PCU .....	93
Tabla 2-ii Homologación de los Vehículos del Caso de Estudio Primera Constituyente limitado entre Eugenio Espejo y Carabobo .....	94
Tabla 2-iv Información de Velocidad y Demora .....	98
Tabla 2-v Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	101
Tabla 2-vi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD.....	104
Tabla 2-vii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD .....	106
Tabla 2-viii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA .....	108
Tabla 2-ix Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA.....	111
Tabla 2-x Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB.....	113
Tabla 2-xi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB.....	115
Tabla 2-xii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA .....	118
Tabla 2-xiii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA .....	120
Tabla 2-xiv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB .....	122
Tabla 2-xv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB .....	125
Tabla 2-xvi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA.....	127
Tabla 2-xvii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA.....	129
Tabla 2-xviii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD.....	132
Tabla 2-xix Resumen de Datos de en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD .....	134
Tabla 2-xx Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA.....	136
Tabla 2-xxi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA .....	139
Tabla 2-xxii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB .....	141

Tabla 2-xxiii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD .....	143
Tabla 2-xxiv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA .....	146
Tabla 2-xxv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA .....	148
Tabla 2-xxvi Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD .....	150
Tabla 2-xxvii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD .....	153
Tabla 2-xxviii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA .....	155
Tabla 2-xxix Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA .....	157
Tabla 2-xxx Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD .....	160
Tabla 2-xxxi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB .....	162
Tabla 2-xxxii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA .....	164
Tabla 2-xxxiii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA .....	167
Tabla 2-xxxiv Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD .....	169
Tabla 2-xxxv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD .....	171
Tabla 2-xxxvi Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA .....	174
Tabla 2-xxxvii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA .....	176
Tabla 2-xxxviii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB .....	178
Tabla 2-xxxix Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB .....	181
Tabla 2-xl Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA .....	183
Tabla 2-xli Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA .....	185
Tabla 2-xlii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD .....	188
Tabla 2-xliiii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD .....	190
Tabla 2-xliv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA .....	192
Tabla 2-xlv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA .....	195
Tabla 2-xlvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB .....	197

Tabla 2-xxvii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB.....	199
Tabla 2-xxviii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA .....	202
Tabla 2-xxlix Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA .....	204
Tabla 2-l Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB .....	206
Tabla 2-li Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB .....	209
Tabla 2-lii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA.....	211
Tabla 2-liii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA.....	214
Tabla 2-liv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD.....	216
Tabla 2-lv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB.....	218
Tabla 2-lvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA .....	221
Tabla 2-lvii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA .....	223
Tabla 2-lviii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB .....	225
Tabla 2-lix Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DB .....	228
Tabla 2-lx Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA.....	230
Tabla 2-lxi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA .....	232
Tabla 2-lxii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD.....	235
Tabla 2-lxiii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD .....	237
Tabla 2-lxiv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA .....	239
Tabla 2-lxv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA .....	242
Tabla 2-lxvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB .....	244
Tabla 2-lxvii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB .....	247
Tabla 2-lxviii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA.....	249
Tabla 2-lxix Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA.....	252
Tabla 2-lxx Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD.....	254

Tabla 2-lxxi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD.....	256
Tabla 2-lxxii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA.....	259
Tabla 2-lxxiii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA .....	261
Tabla 2-lxxiv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD .....	263
Tabla 2-lxxv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB .....	266
Tabla 2-lxxvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA .....	268
Tabla 3-i Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Carabobo.....	273
Tabla 3-ii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos .....	274
Tabla 3-iii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Rocafuerte.....	275
Tabla 3-iv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Pichincha .....	276
Tabla 3-v Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y García Moreno .....	277
Tabla 3-vi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y España.....	278
Tabla 3-vii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y Larrea .....	279
Tabla 3-viii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y Colón.....	280
Tabla 3-ix Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	281
Tabla 3-x Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Carabobo.....	282
Tabla 3-xi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos .....	283
Tabla 3-xii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Rocafuerte.....	284
Tabla 3-xiii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Pichincha .....	285
Tabla 3-xiv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y García Moreno .....	286
Tabla 3-xv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y España.....	287
Tabla 3-xvi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Larrea.....	288
Tabla 3-xvii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Colón .....	289
Tabla 3-xviii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	290

Tabla 3-xix Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Carabobo .....	291
Tabla 3-xx Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos.....	292
Tabla 3-xxi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Rocafuerte .....	293
Tabla 3-xxii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Pichincha.....	294
Tabla 3-xxiii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y García Moreno .....	295
Tabla 3-xxiv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y España .....	296
Tabla 3-xxv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Larrea .....	297
Tabla 3-xxvi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Colón.....	298
Tabla 3-xxvii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	299
Tabla 3-xxviii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Carabobo .....	300
Tabla 3-xxix Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos.....	301
Tabla 3-xxx Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Rocafuerte .....	302
Tabla 3-xxxi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Pichincha.....	303
Tabla 3-xxxii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y García Moreno .....	304
Tabla 3-xxxiii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y España .....	305
Tabla 3-xxxiv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Larrea .....	306
Tabla 3-xxxv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Colón.....	307
Tabla 3-xxxvi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	308
Tabla 3-xxxvii Tasa de Llegadas Considerando el Flujo Vehicular veh/h.....	318
Tabla 3-xxxix Tasa de Llegadas Considerando el Tiempo entre Llegadas s/veh.....	319
Tabla 3-xxxviii Tasa de Llegadas Considerando el Flujo Vehicular veh/s .....	319
Tabla 3-xl Tasa de Salida Considerando el Flujo Vehicular veh/h .....	320
Tabla 3-xli Tasa de Salida Considerando el Flujo Vehicular veh/s.....	320
Tabla 3-xlii Tasa de Salida Considerando el Tiempo entre Llegadas s/veh.....	321
Tabla 3-xliii Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y Carabobo.....	321
Tabla 3-xliv Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y Pichincha .....	322
Tabla 3-xlv Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y García Moreno .....	322

Tabla 3-xlvi Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo .....	322
Tabla 3-xli Análisis Probabilístico de Líneas de Espera en las Intersecciones no Semaforizadas .....	323
Tabla 3-xlii Tasa de Flujo de Saturación de las Intersecciones del Caso de Estudio ....	325
Tabla 3-xliii Análisis Determinístico para las Intersecciones Semaforizadas .....	327
Tabla 3-xliv Grado de Saturación de las intersecciones Semaforizadas .....	328
Tabla 3-xlv Demoras y Nivel de Servicio .....	330
Tabla 3-xlvi Tiempo de Despeje.....	333
Tabla 3-xlvii Resultados de la Simulación de Montecarlo .....	338
Tabla 3-xlviii Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial .....	342
Tabla 3-xlix Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial.....	347
Tabla 3-l Análisis de Sensibilidad de la Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial .....	349
Tabla 3-li Análisis de Sensibilidad de la Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial.....	350

## INDICE DE ANEXOS

Anexo A.....	357
Anexo B.....	359
Anexo C.....	361
Anexo D.....	362
Anexo E.....	363

## RESUMEN

La presente Propuesta de un Modelo de Optimización Basado en Teoría de Colas para la Ciudad de Riobamba, es una muestra de cómo la Ingeniería en Estadística Informática puede aportar substancialmente en diversas áreas del conocimiento humano, una de ellas la Ingeniería de Tránsito, así permitiendo una adecuada planificación vial en el caso de estudio de las calles Primera Constituyente limitado entre Carabobo y Eugenio Espejo.

Bajo el método investigativo y analítico el proceso para la realización del proyecto constó de cuatro etapas: planificación, resumen de datos, cálculos y modelación, en las cuales se actuó aplicando Estadística, Teoría de Colas, Modelos Probabilísticos, Investigación Operativa y se investigó ampliamente acerca de los principios bajo los cuales se edifica la Ingeniería de Tránsito.

Al mostrar matemáticamente la realidad de la ciudad de Riobamba en el caso de estudio de de las calles Primera Constituyente limitado entre Carabobo y Eugenio Espejo, se indica que la demora media que existe para atravesar éste tramo bajo condiciones de cola inicial decreciente es de 204.30 segundos, y utilizando el modelo obtenido se consigue reducir la demora inducida a los usuarios a 114.20 segundos; mientras que la condición de una cola inicial creciente el tiempo de demora es de 296.14 segundos y con el modelo se logra reducir a 118.34 segundos. Gracias a la interpretación del modelo se concluye dando una solución factible real que consiste en el aumento de la capacidad vial, reubicando el parqueadero de la ciudad, porque de ésta manera se consigue que el grado de saturación y las colas iniciales se reduzcan.

Además es importante mencionar, que se recomienda que el presente estudio realizado se puede aplicar en otras intersecciones semaforizadas, únicamente cambiando los datos de entrada para el modelo.

## **SUMMARY**

The Proposal of an Optimization Model Based on Queueing Theory for the City of Riobamba, is an example of how the Statistics and Data Engineering can provide substantially in many areas of human knowledge, like Traffic Engineering and allowing proper way planning in the case study PrimeraConstituyente Street between Carabobo Street and Eugenio Espejo Street.

Under the research and analytical method for the implementation process of the project consisted of four stages: planning, overview of data and modeling calculations, which were performed in Statistical Applications, Queueing Theory, Probabilistic Models, Operations Research and researched extensively on of the principles under which builds Traffic Engineering.

Mathematical analyst shows the reality of Riobamba in the case study PrimeraConstituyente Street between Carabobo Street and Eugenio Espejo Street, has an average delay to cross this stretch under conditions of decreasing initial queue is 204.30 seconds , and using the resulting model is able to reduce the delay induced users to 114.20 seconds, while the condition of increasing initial queue delay time is 296.14 seconds and the model reduced to 118.34 seconds. Thanks to the interpretation of the model concludes with a real workable solution is to increase way capacity by moving the parking lot of the city, because in this way ensures that the degree of saturation and the initial queue would reduce.

It is recommended that this study can be applied to other intersections, changing only the input data for the model.

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de la comunidad caracteriza al ser humano porque éste realiza actividades de la más variada índole que, según el lugar y la oportunidad con que se efectúan, están representadas por los diferentes tipos de uso del suelo.

Las ciudades en la actualidad constituyen complejos sistemas en los que se desarrollan un gran número de funciones fundamentales para la vida en el mundo moderno. A su vez, el proceso de urbanización es consustancial al desarrollo socioeconómico de los pueblos, haciendo que cada día un mayor porcentaje de la población viva en áreas urbanas, lo que plantea importantes problemas a la operación de los sistemas básicos de la ciudad.

Uno de los más importantes es el sistema de transporte urbano, que posibilita el movimiento de personas y bienes imprescindibles para mantener el desarrollo de las actividades socioeconómicas. La operación de tal sistema se torna más difícil y conflictiva en la medida que el desarrollo económico hace crecer el nivel de ingreso de la población y con ello la complejidad y sofisticación de las interrelaciones urbanas. Signos de este proceso lo constituyen el incremento de la tasa de motorización y de la cantidad de viajes que cada persona realiza, lo que a su vez trae consigo los problemas de congestión, contaminación ambiental y accidentes, típicos de las urbes actuales.

Nuestras ciudades no son ajenas a este fenómeno y es así como durante los últimos años hemos visto aparecer y hacer crisis problemas que hace sólo unas décadas eran inexistentes.

El uso del suelo es un factor que origina demanda de transporte, es decir, necesidad de intercambio espacial o traslado de personas o de cosas entre un origen y un destino, necesidad que el proceso del movimiento vehicular el tránsito la satisface físicamente, imprimiendo al mismo tiempo características peculiares al sistema de transporte existente. En otras palabras, el uso del suelo produce tránsito, y todo proceso de movimiento de vehículos satisface en general la necesidad de transporte de personas o de cosas con el empleo de movilización individual o colectiva para las primeras y de vehículos de carga para las segundas. Sin embargo, la interrelación entre las actividades humanas y la demanda de transporte es un proceso tal que las diversas variables que contiene, se ven afectadas mutuamente.

Cuando un área urbana contiene una gran densidad vehicular, disminuye las condiciones favorables de vida en general de sus ciudadanos. Una ciudad que tiene movilidad, es una ciudad donde no se puede vivir bien, y es una ciudad contaminada. El tráfico, aumenta de manera alarmante el nivel de estrés de los conductores y peatones, y dispara los índices de contaminación, por ejemplo: si una avenida sin intersecciones mueve  $x$  carros en un lapso de tiempo, la contaminación en promedio será proporcional a  $x$ . Pero si sobre dicha avenida se construye una intersección con semáforos, por la cual, cruzan igualmente  $x$  carros en el mismo tiempo, la contaminación en la zona no será proporcional a  $2x$ , sino mucho mayor, ya que detener los vehículos en los semáforos, implica mayor consumo de gasolina, cada vez que se frena y se arranca nuevamente. Por eso, y por las demoras que se ocasionan, antes de ver los semáforos como elementos de control que proporcionan seguridad y movilidad al flujo vehicular, debemos también considerarlos

como los responsables de la malacirculación y el aumento de la contaminación cuando son malubicados y/o mal configurados.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente y observando la realidad de la ciudad de Riobamba lleva a la hipótesis (bajo la cual se fundamenta éste trabajo) de que las demoras de tiempo de viaje son bastante altas para cortos tramos de la ciudad. Por ésta razón la presente tesis tiene el objetivo central de proponer un modelo de optimización para el sistema vial de tránsito de manera eficiente, tal que las demoras inducidas a los usuarios sean mínimas; considerando el caso de estudio calle Primera Constituyente limitado entre Carabobo y Eugenio Espejo. Para el desarrollo del mismo se utilizó conocimientos de ingeniería de tránsito, estadística, probabilidad, teoría de colas, modelos probabilísticos, modelos determinísticos y programación lineal.

El modelo obtenido es en base a los resultados como las diversos tipos de demora que se consiguieron de acuerdo a los diferentes análisis que se detallan lo más precisamente posible dentro del cuerpo de ésta tesis.

El presente documento demuestra el aporte significativo que la ingeniería en estadística informática puede hacer a la ingeniería de tránsito y a la planificación urbana, así como a otras ramas de conocimiento humano.

## **ANTECEDENTES**

La ciudad de Riobamba cuenta con la Jefatura de Tránsito Provincial de Chimborazo, y ésta tiene un departamento de Ingeniería en Tránsito integrado de la siguiente manera:

Jefe del Departamento: Ing. Juan Antonio Tello.

Coordinador: Arq. Washington Gallegos.

Secretaria: Sra. María Teresa Granda.

El departamento trabaja con el software TRANSYT-7F (éste es de código cerrado).

El programa TRANSYT-7F (1)TRAffic Network StudyTool: Herramienta de Estudio de Redes de Tránsito) es un paquete utilizado en la optimización de semáforos en redes viales, arterias urbanas, o intersecciones aisladas, que tengan condiciones de operación simples o complejas. Su fortaleza se apoya en la habilidad para producir mejores planes de tiempos que otros programas de optimización. Específicamente sus ventajas son:

- Análisis carril por carril,
- Suministro de alternativas de tiempos, los cuales son simulados y optimizados con el programa CORSIM a través de un enlace, que también pueden ser transferidos al HCS y viceversa.
- Optimización de ciclos y períodos múltiples.
- Simulación detallada de las condiciones existentes.
- Análisis detallado del control accionado por el tránsito.
- Optimización con base en una amplia variedad de funciones objetivo.
- Optimización de ciclos, secuencia de fases, repartos y desfases.
- Simulación de la dispersión de grupos vehiculares, reboses de carriles exclusivos para voltear y bloqueos de intersecciones corriente arriba por longitudes de cola máximas.
- Flexibilidad en la modelación de configuraciones no muy comunes de carriles y planes de tiempo.

- Optimización de condiciones sobresaturadas. Esto permite obtener planes de tiempo exclusivamente diseñados para mitigar colas y demoras residuales, a través del uso de períodos múltiples con una variedad de demandas vehiculares.

Este software fue desarrollado en España y está hecho para condiciones de tráfico de grandes ciudades.

### **Características de la Calle Primera Constituyente**

Capa de Rodadura	Asfalto (Estado Regular) y Adoquín (Estado Bueno)
Ancho de Vía	7.67 m – 7.98 m
Ancho de Acera	1.67 m a 2.65 m
Ancho de Parterre	2.50 m
Visibilidad	Buena
Gradiente Longitudinal	0% a 1%

#### FUNCIONALIDAD DE LA VÍA

Tipo de Vía	Principal
Sentido de Circulación	Una vía
Uso del Suelo	Mixta, Residencial – Comercial
N Carriles de Circulación	2 en un solo sentido
Estacionamientos	Restringidos
Señalética	Si existe

## **JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo mundial cada vez más acelerado y globalizado, ha hecho del transporte de bienes y personas una necesidad creciente que requiere soluciones eficaces e integrales. El rápido incremento poblacional concentrado en zonas urbanas, los extraordinarios avances tecnológicos en la fabricación de vehículos, las necesidades de movilidad y la atención generalmente deficiente de los sistemas de transporte público de pasajeros, la mejoría en los niveles de ingreso de las personas y las facilidades crecientes para adquisición de vehículos privados, presionan día tras día por una mayor oferta vial y por eficaces sistemas de control de tránsito.

En el acuerdo que no se puede crecer en oferta de infraestructura y de servicios a la misma tasa de la demanda de espacio público y de sistemas de control, es obvio que se genera un rezago que propicia condiciones adversas para la sociedad, al traducirse en congestión, en accidentes y en influencia negativa al ambiente, que de manera acelerada contribuyen al deterioro de la calidad de vida de las personas.

Las congestiones de tránsito en horas pico son un problema cada vez más acuciante en la ciudad de Riobamba. Incluso cuando la sobresaturación de vehículos dura poco y ocurre en una pequeña región o en una esquina en particular, su efecto negativo en el flujo del tráfico puede prolongarse por bastante tiempo. La sobresaturación se define como la situación en la cual los vehículos no pueden moverse libremente debido a la cantidad de autos que están en una intersección o a las colas que se han armado en las calles por las cuales se puede salir de la intersección. Por otro lado, cuando no hay congestión el usuario requiere también que los vehículos

atraviesen distintas zonas de la ciudad, o circulen por las vías principales en el menor tiempo posible.

La buena coordinación de la red de semáforos de la ciudad y la optimización de los ciclos y fases de cada uno de los mismos son herramientas fundamentales para tratar de resolver estos problemas. Cuando, como ocurre en muchos casos, no existe la posibilidad de construir nuevas vías rápidas o autopistas, puede ser además, la única solución para mejorar la situación.

La presente tesis se justifica en que los conocimientos adquiridos durante los 9 semestres de la carrera de Ingeniería en Estadística Informática, permite estudiar adecuadamente los datos recogidos y mediante una esquematización matemática se puede plantear una posible solución a las demoras de tiempo de viaje que son bastante altas para cortos tramos de la ciudad de Riobamba, y además ayudaría a ubicar mejor el estacionamiento que entorpece el tráfico puesto que para encontrar un sitio de parqueo en las áreas del centro de la ciudad de Riobamba, es necesario llegar antes de las 08h00 y entre las 13h30 y 14h30; luego de estas horas para conseguir un espacio libre para estacionarse los conductores recorren una o dos veces alrededor de la manzana hasta localizar un sitio disponible, lo que provoca un aumento de la congestión y un mayor costo por el uso de los vehículos. Se observa también, que los conductores al no encontrar estacionamiento se parquean formando doble fila, lo que no permite la circulación continua de los vehículos.

## **OBJETIVOS**

### **i. Objetivo General**

Proponer un modelo de optimización para el sistema vial de tránsito de manera eficiente, tal que las demoras inducidas a los usuarios sean mínimas; considerando el caso de estudio calle Primera Constituyente limitado entre Carabobo y Eugenio Espejo.

### **ii. Objetivos específicos**

- ❖ Recopilar los datos en el caso de estudio para elaborar una base de datos.
- ❖ Identificar las características de la circulación de vehículos, mediante la realización de observaciones y estudios de campo relativos a sus factores y elementos componentes.
- ❖ Analizar las mediciones obtenidas del volumen vehicular.
- ❖ Definir los parámetros que intervienen en el modelo que permita planear y diseñar el modelo de optimización con el objetivo de minimizar los tiempos de espera a los usuarios del sistema.
- ❖ Aplicar el modelo de optimización mediante simulación y comprobar los resultados con datos reales.
- ❖ Proyectar datos, considerando que el volumen vehicular no será el mismo a futuro.

# CAPÍTULO I

# 1 MARCO TEÓRICO

## 1.1 *Introducción a la Investigación de Operaciones*

### 1.1.1 **Características de la Investigación de Operaciones<sup>1</sup>**

Es muy notable el rápido crecimiento del tamaño y la complejidad de las organizaciones (empresas) humanas que se ha dado en estos últimos tiempos. Tal tamaño y complejidad hace pensar que una sola decisión equivocada puede repercutir grandemente en los intereses y objetivos de la organización y en ocasiones pueden pasar años para rectificar tal error. También el ritmo de la empresa de hoy implica que las decisiones se tomen más rápidamente que nunca, pues el hecho de posponer la acción puede dar una decisiva ventaja al contrario en este mundo de la competencia.

La palpable dificultad de tomar decisiones ha hecho que el hombre se aboque en la búsqueda de una herramienta o método que le permita tomar las mejores decisiones de acuerdo a los recursos disponibles y a los objetivos que persigue. Tal herramienta recibió el nombre de Investigación de Operaciones.

El enfoque de la Investigación de Operaciones es el mismo del método científico. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta abstraer la esencia del problema real. En este punto se propone la hipótesis de que el modelo es una representación lo

---

<sup>1</sup> Ref. Bibliogr. Investigación de operaciones. Págs.: 17-21

suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las conclusiones (soluciones) obtenidas sean válidas también para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas. Entonces, en cierto modo, la Investigación de Operaciones incluye la investigación científica creativa de las propiedades fundamentales de las operaciones. Sin embargo, existe más que esto. En particular, la Investigación de Operaciones se ocupa también de la administración práctica de la organización. Así, para tener éxito, deberá también proporcionar conclusiones positivas y claras que pueda usar el tomador de decisiones cuando las necesite.

#### ***1.1.1.1 Definición de Investigación de Operaciones***

"La Investigación de Operaciones es la aplicación por grupos interdisciplinarios del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas a fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de toda la organización".

#### **1.1.2 Estructura de los modelos empleados en la Investigación de Operaciones<sup>2</sup>**

El enfoque de la Investigación de Operaciones es el modelaje. Un modelo es una herramienta que nos sirve para lograr una visión bien estructurada de la realidad.

---

<sup>2</sup>Ref. Bibliogr. Investigación de operaciones., Págs.: 25-28

Así, el propósito del modelo es proporcionar un medio para analizar el comportamiento de las componentes de un sistema con el fin de optimizar su desempeño. La ventaja que tiene el sacar un modelo que represente una situación real, es que nos permite analizar tal situación sin interferir en la operación que se realiza, ya que el modelo es como si fuera "un espejo" de lo que ocurre.

Para aumentar la abstracción del mundo real, los modelos se clasifican como icónicos, análogos y simbólicos.

Los modelos icónicos son la representación física, a escala reducida o aumentada de un sistema real.

Los modelos análogos esencialmente requieren la sustitución de una propiedad por otra con el fin de permitir la manipulación del modelo. Después de resolver el problema, la solución se reinterpreta de acuerdo al sistema original.

Los modelos más importantes para la investigación de operaciones, son los modelos simbólicos o matemáticos, que emplean un conjunto de símbolos y funciones para representar las variables de decisión y sus relaciones para describir el comportamiento del sistema. El uso de las matemáticas para representar el modelo, el cual es una representación aproximada de la realidad, nos permite aprovechar las computadoras de alta velocidad y técnicas de solución con matemáticas avanzadas.

Un modelo matemático comprende principalmente tres conjuntos básicos de elementos. Estos son:

### 1. **Variables y parámetros de decisión**

Las variables de decisión son las incógnitas (o decisiones) que deben determinarse resolviendo el modelo. Los parámetros son los valores conocidos que relacionan las variables de decisión con las restricciones y función objetivo. Los parámetros del modelo pueden ser determinísticos o probabilísticos.

### 2. **Restricciones**

Para tener en cuenta las limitaciones tecnológicas, económicas y otras del sistema, el modelo debe incluir restricciones (implícitas o explícitas) que restrinjan las variables de decisión a un rango de valores factibles.

### 3. **Función objetivo**

La función objetivo define la medida de efectividad del sistema como una función matemática de las variables de decisión.

La solución óptima será aquella que produzca el mejor valor de la función objetivo, sujeta a las restricciones. Una característica adicional, que se mencionó, es que la Investigación de Operaciones intenta encontrar la mejor solución, o la solución óptima, al problema bajo consideración. En lugar de contentarse con sólo mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible. Aún cuando debe interpretarse con todo cuidado, esta "búsqueda de la optimalidad" es un aspecto muy importante dentro de la Investigación de Operaciones.

## 1.2 **Sistema de Transporte**

### 1.2.1 **Estructura del sistema de transporte**<sup>3</sup>

El análisis de sistemas de transporte debe apoyarse en las dos premisas básicas siguientes:

El sistema global de transporte de una región debe ser visto como un sistema multimodal simple.

El análisis del sistema de transporte no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región.

Por lo tanto, en el análisis del sistema global de transporte, se deben considerar:

Todos los modos de transporte.

Todos los elementos del sistema de transporte: las personas y mercancías a ser transportadas; los vehículos en que son transportados; la red de infraestructura sobre la cual son movilizados los vehículos. Los pasajeros y la carga. Incluyendo las terminales y los puntos de transferencia.

Todos los movimientos a través del sistema, incluyendo los flujos de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.

El viaje total, desde el punto de origen hasta el de su destino, en todos los modos y medios, para cada flujo específico.

El sistema de transporte de una región está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico. En efecto, el sistema de transporte usualmente afecta la manera en que los sistemas socioeconómicos crecen y cambian y, a su vez, las

---

<sup>3</sup>Ref. Bibliogr. Investigación de Operaciones. Pág web.

variaciones en los sistemas socioeconómicos generan cambios en el sistema de transporte.

En este marco del sistema global de transporte, se puede concluir, que la sociedad utiliza el transporte como un servicio (necesidades), que se presta mediante la unión de los múltiples lugares donde se llevan a cabo las distintas actividades (beneficios). Es así, como en cada lugar donde la civilización ha encontrado un uso del suelo, el transporte forma parte de la economía que encierra una región, una nación y, por qué no decirlo, el mundo entero. Además, al considerar el sistema integral de transporte, éste, por sus características y funciones, concentra la participación de los intereses e ideologías de múltiples grupos. Usuarios operadores y gobierno perciben al transporte e intervienen en él de diferentes maneras, de acuerdo a su muy particular posición e interpretación de la realidad. La situación se complica al reconocer que, coexisten subgrupos con distintos intereses y motivaciones.

- ❖ El transporte está integrado al movimiento comercial, por lo que todos los proyectos de transporte deben tomar en cuenta esa integración hasta en los más mínimos detalles de su concepción y ejecución.
- ❖ Cualquier proyecto de desarrollo e infraestructura, que sin duda tendrá una repulsión en la problemática y la operación de transporte, debe otorgar el debido valor a las realidades comerciales y debe atender los problemas de transporte que del proyecto emanen.

- ❖ Cuando un proyecto de transporte surge en respuesta a necesidades comerciales o sociales bien definidas, es contraproducente el resultado operativo al que se llega, sin el afán por recortar costos de construcción, se reducen sus especificaciones técnicas.

La misión del transporte se lleva a cabo mediante la provisión de redes compuestas por la siguiente estructura:

**i. Las conexiones o medios**

Son aquellas partes o elementos fijos, que conectan las terminales, sobre los cuales se desplazan las unidades transportadoras. Pueden ser de dos tipos:

- ❖ *Conexiones físicas*: carreteras, calles, rieles, ductos, rodillos y cables.
- ❖ *Conexiones navegables*: mares, ríos, el aire y el espacio.

**ii. Las unidades transportadoras**

Son las unidades móviles en las que se desplazan las personas y las mercancías. Por ejemplo:

- ❖ Vehículos: automotores, trenes, aviones, embarcaciones y vehículos no motorizados.
- ❖ Cabinas, bandas, motobombas, la presión y la gravedad.

**iii. Las terminales**

Son aquellos puntos donde el viaje o embarque comienza y termina, o donde tiene lugar un cambio de unidad transportadora o modo de transporte. Se tienen las siguientes terminales:

- ❖ *Grandes*: aeropuertos, terminales de autobuses y de carga, estaciones ferroviarias y estacionamientos en edificios.
- ❖ *Pequeñas*: plataformas de carga, paradas de autobuses y garajes residenciales.
- ❖ *Informales*: estacionamientos en la calle y zonas de carga.
- ❖ *Otras*: tanques de almacenamiento y depósitos.

La infraestructura vial, sea esta una carretera o calle, puede ser de circulación continua o discontinua. Los sistemas viales de de circulación continua no tienen elementos externos al flujo de tránsito, tales como los semáforos y señales de alto que produzcan interrupciones en el mismo. Los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, independientemente de la cantidad de vehículos, tales como los semáforos, las intersecciones de prioridad con señales de alto y ceda el paso, y otros tipos de regulación.

## **1.2.2 Volumen de Tránsito**

### ***1.2.2.1 Generalidades***

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como las carreteras, las calles, las intersecciones, las terminales, etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tránsito, los cuales poseen características espaciales (ocupan un lugar). Las distribuciones espaciales de los volúmenes de tránsito generalmente resultan del deseo de la gente de efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenando así una serie de satisfacciones y oportunidades por el medio ambiente circundante. Las distribuciones temporales de los volúmenes de tránsito son el producto de los estilos y formas de vida que hacen que las personas sigan determinados patrones de viaje basados en el tiempo, realizando sus desplazamientos durante ciertas épocas del año, en determinados días de la semana o en horas específicas del día.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimativos razonables de calidad del servicio prestado a los usuarios.

### ***1.2.2.2 Definiciones***

#### ***1.2.2.2.1 Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad***

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de:

- ❖ Volumen
- ❖ Tasa de flujo
- ❖ Demanda
- ❖ Capacidad

Estos cuatro parámetros se relacionan estrechamente entre sí y se expresan en las mismas unidades o similares, sin embargo, no significan lo mismo.

El volumen es el número de de vehículos (o personas) durante un tiempo específico.

La tasa de flujo es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.

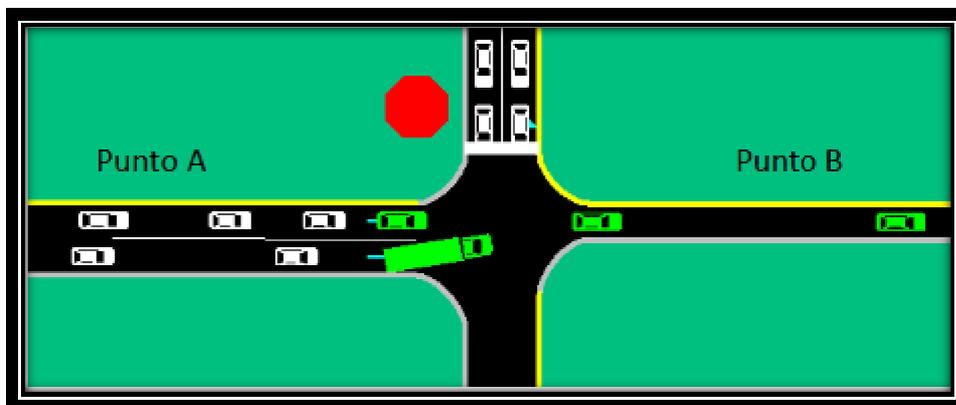
La demanda es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.

La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.

Como puede observarse, la demanda es una medida del número de vehículos (o personas) que *esperan ser servidos*, distinto de los que son *servidos* (volumen) y de los que *pueden ser servidos* (capacidad)

Cuando la demanda es menor que la capacidad, el volumen es igual a la demanda, por lo que los conteos o aforos que se realicen, son mediciones de la demanda existente.

**Ilustración 1-1 Diferencia entre capacidad y demanda**



Fuente: Fundamentals of Transportation System Analysis

Como se puede observar, en el punto A se tiene una capacidad que puede soportar, la demanda requerida de vehículos, por tanto en este punto la demanda es igual al volumen sin embargo en el punto B la capacidad se ve reducida,

debido a una disminución de un carril, esto determina una menor capacidad, por tanto un menor volumen, para servir a una demanda superior.

Por lo anterior, se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, de un carril o de una calzada, durante un período determinado, y se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

**Ecuación 1**

Donde:

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

N: número total de vehículos que pasan (vehículos)

T: período determinado (unidades de tiempo)

#### **1.2.2.2.2 *Características de los volúmenes de tránsito***

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación, así como la conservación.

Es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, es también importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

### **1.3 *Análisis del flujo vehicular***<sup>4</sup>

Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planeamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema del transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel eficiencia de la operación.

Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento.

#### **1.3.1 Variables relacionadas con el flujo**

Las variables relacionadas con el flujo son la tasa de flujo, el volumen, el intervalo simple entre vehículos consecutivos y el intervalo promedio entre varios vehículos.

---

<sup>4</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. Pág.: 275

❖ **Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (Q)**

La tasa de flujo, q, es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. La tasa de flujo es pues, el número de vehículos, N, que pasan durante un intervalo de tiempo específico, T, inferior a una hora, expresada en vehículos por minuto (veh/mimn) o vehículos por segundo (veh/s). No obstante, la tasa de flujo, q, también puede ser expresada en vehículos por hora (veh/h), teniendo cuidado de su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o volumen horario, Q. La tasa de flujo, q, se calcula entonces con la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T}$$

**Ecuación 2**

❖ **Intervalo simple (h<sub>i</sub>)**

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par de vehículos.

❖ **Intervalo promedio**

Es el promedio de todos los intervalos simples, h<sub>i</sub>, existente entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo (s/veh) y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\bar{h} = \frac{1}{q}$$

**Ecuación 3**

### 1.3.2 Variables relacionadas con la densidad

Las variables del flujo vehicular relacionadas con la densidad son la densidad o concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos espaciamiento promedio entre varios vehículos.

❖ **Densidad o concentración (k)**

Es el número, N, de vehículos que ocupan una longitud específica, d, de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km), ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada.

$$k = \frac{N}{d}$$

**Ecuación 4**

❖ **Espaciamiento simple (s<sub>i</sub>)**

Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada en metros y medida entre sus defensas traseras.

❖ **Espaciamiento promedio**

Es el promedio de todos los espaciamientos simples, s<sub>i</sub>, existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se

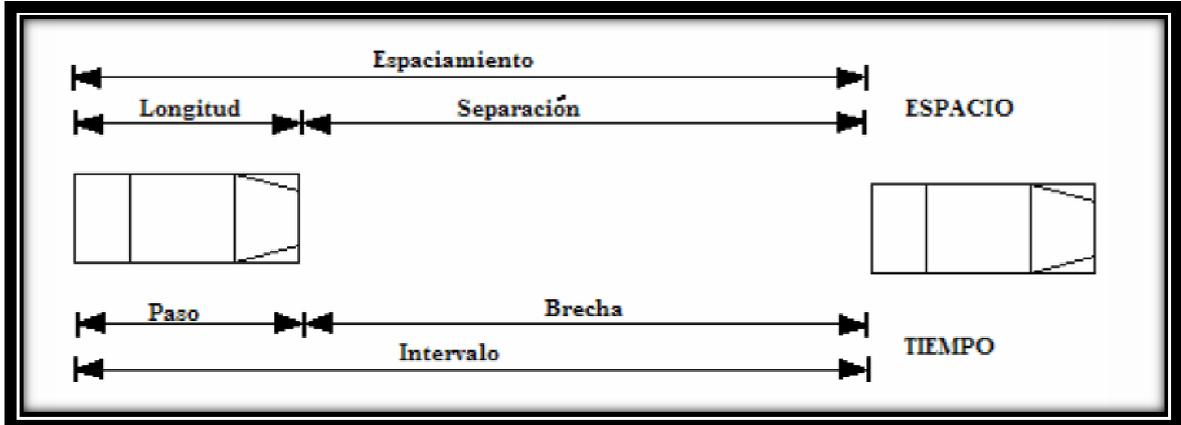
expresa en segundos por vehículo (m/veh). Obsérvese que las unidades son inversas de la densidad  $k$ , por lo que se puede plantear la siguiente relación:

—

Ecuación 5

Al igual que cualquier otro fluido, el flujo vehicular puede definirse en términos de tres variables fundamentales como ya se dijo anteriormente: flujo  $q$ , velocidad  $v$  y densidad  $\rho$ . Si hacemos un acercamiento a la mínima expresión del flujo vehicular podremos visualizar fácilmente las variables y sus nombres como se muestra en la siguiente figura:

Ilustración 1-2 Relaciones de Tiempo y Espacio entre Vehículos



Fuente: Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones

Las siguientes son las ecuaciones fundamentales del flujo vehicular:

—

Ecuación 6

El flujo es entonces el inverso del intervalo promedio:

$$q = \frac{1}{\bar{t}}$$

**Ecuación 7**

Y la densidad es el inverso del espaciamiento promedio:

$$k = \frac{1}{\bar{x}}$$

**Ecuación 8**

Finalmente, reemplazando en la ecuación inicial, obtenemos la conocida como ecuación básica del flujo vehicular:

$$q = vk$$

**Ecuación 9**

Además el espaciamiento en un flujo de vehículos de una misma densidad varía típicamente con la velocidad, es decir, a mayor velocidad, más espaciamiento entre vehículos así:

$$q = \frac{v}{s + l}$$

**Ecuación 10**

Y finalmente, la separación en función de la velocidad:

$$q = \frac{v}{vb + l}$$

**Ecuación 11**

Donde  $b$  es la brecha, es decir el tiempo entre la parte trasera del vehículo de adelante y la parte delantera del vehículo perseguidor.

#### **1.4 Análisis de la Congestión<sup>5</sup>**

En los períodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se va tornando deficiente con pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a funcionar a niveles de congestionamiento o las consiguientes demoras y colas asociadas.

Las demoras pueden causarlas los dispositivos para el control del tránsito al interrumpir el flujo y las ocasionadas por la misma corriente vehicular en situaciones de flujo continuo. En el primer caso, todos los tipos de semáforos, así como las señales de ALTO y CEDA EL PASO producen detenciones en un viaje normal. En el segundo caso, se tienen demoras periódicas que ocurren corriente arriba de “cuellos de botella” durante las mismas horas del día, y las demoras no periódicas producto de incidentes (accidentes o vehículos descompuestos) o cierres eventuales de un carril o calzada.

La influencia de todas estas demoras puede medirse como una relación de demora, que consiste en la diferencia entre la relación del movimiento observado y la relación del movimiento considerada como normal en términos de velocidad de recorrido son: para autopistas de acceso controlado 56 km/h, para arterias principales 40 km/h y para calles secundarias 25 km/h.

---

<sup>5</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. Págs.: 277-278

Con estos datos se puede conocer, comparativamente, cuáles son las calles de la ciudad que están en condiciones más críticas. También se pueden comparar las calles de una ciudad con otra, conociendo alguna calle que opere en condiciones ideales, para así establecer la comparación con las otras que se hayan medido y saber el grado de congestión en que se encuentran.

Las demoras y colas, resultado del congestionamiento, es un fenómeno de espera comúnmente asociado a muchos; problemas de tránsito.

La teoría de colas, mediante el uso de algoritmos y modelos matemáticos, es una herramienta importante para el análisis de este fenómeno. En general, las situaciones de demoras y colas las ocasiona la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay períodos en que la demanda puede llegar a ser muy grande, o se presentan porque la capacidad del sistema varíe con el tiempo al darse el servicio por períodos.

#### **1.4.1 Significado analítico de la congestión**

En general la capacidad de un sistema es el número máximo de entidades que pueden ser procesados por unidad de tiempo. De allí que, la congestión ocurre porque el sistema tiene una capacidad limitada y porque la demanda colocada y el proceso mismo tienen un carácter aleatorio.

Considérese un sistema con una cola capacidad de  $\mu$  entidades por unidad de tiempo, conocida también como tasa de servicio. La capacidad es la tasa máxima

y su inverso es el intervalo máximo; entonces, puede decirse que cada entidad consume un tiempo promedio  $t_p$  en ser procesado (servido) de:

$$t_p = \frac{1}{\mu}$$

**Ecuación 12**

Si las entidades llegan a una tasa  $\lambda$  por unidad de tiempo, entonces el tiempo total de procesamiento  $t_T$  por entidad será de:

$$t_T = \begin{cases} t_p, & \text{para } \lambda \leq \mu \\ \infty, & \text{para } \lambda > \mu \end{cases}$$

**Ecuación 13**

Si, puede ocurrir que:

El sistema colapse, esto es, que exista una completa congestión tal que no se procesen unidades ( $t_T = \infty$ ).

Se forme una cola de espera que crece cada vez más ( $t_p \rightarrow \infty$ ).

Bajo condiciones de estado no estacionarias, solamente cuando  $\lambda > \mu$  por un intervalo de tiempo, la cola que se forma eventualmente se disipa.

Por otra parte, si  $\lambda$  y/o  $\mu$  son variables aleatorias, incluso cuando  $\lambda < \mu$ , las colas se pueden formar.

Por lo anterior, en cualquier condición de estado (estacionario o no), el tiempo total de procesamiento  $t_T$ , por unidad, es igual al tiempo promedio de procesamiento  $t_p$  más el tiempo de demora  $t_D$ . Esto es:  $\lambda > \mu$

$$t_T = t_p + t_D$$

**Ecuación 14**

El significado práctico de la congestión se ilustra cuya explicación analítica es la siguiente:

Para el rango de llegadas,  $0 < \lambda < \lambda_1$ , no hay congestión,  $t_T = t_p$ .

Si  $\lambda$  se incrementa hasta que se aproxime a  $\mu$ , las demoras  $t_D$  se incrementarán aún más.

Para cualquier nivel de demanda  $\lambda$  mayor que la capacidad  $\mu$ ,  $\lambda > \mu$ , la cola crecerá infinitamente si el nivel de demanda permanece constante. Si  $\lambda$  varía, entonces la cola empezará a disiparse, siempre y cuando  $\lambda$  caiga por debajo de  $\mu$ .

#### 1.4.2 Elementos de un sistema de filas de espera

Se genera una cola cuando los usuarios (vehículos) llegan a una estación de servicio cualquiera, ya sea, por ejemplo, un establecimiento, una intersección con semáforos o no, un “cuello de botella”, un enlace de entrada a una autopista, un carril especial de vuelta, etc. La prestación del servicio para cada llegada toma cierto tiempo y puede ofrecerlo una o más estaciones.

Para considerar de una manera apropiada un sistema de filas de espera se requiere tener en cuenta la naturaleza de su comportamiento, puesto que tanto las llegadas como; los servicios varían con el tiempo. En este sentido, el comportamiento de la cola y los modelos necesarios para describirla, o caracterizarla, dependen de la representación explícita de los siguientes elementos que conforman el proceso:

### **2.1.1.1 Las llegadas (demanda) o características de entrada**

Las llegadas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo). Su distribución puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

### **2.1.1.2 Los servicios (capacidad) o características de salida**

También pueden ser expresados como tasa de flujo o intervalos. Su distribución también puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

### **2.1.1.3 El procedimiento de servicio o disciplina de la cola**

En la mayoría de los sistemas viales el procedimiento de servicios consiste en que el primero llega es el primero que sale.

El régimen que define las características de un fenómeno de espera se denota por tres valores alfanuméricos representados de la siguiente manera:

a/b/c

Donde:

a: identifica el tipo de llegadas

b: identifica el tipo de servicios o salidas

c: identifica el número de estaciones de servicio

Así por ejemplo, un fenómeno de espera con un régimen D/D/1 supone llegadas y salidas de tipo determinístico o a intervalos uniformes con una estación de

servicio. Por otra parte, un régimen M/M/1 supone llegas y salidas de tipo probabilístico o distribuidas exponencialmente con una estación de servicio.

La distribución de Poisson describe las llegadas por unidad de tiempo y la distribución exponencial estudia el tiempo entre cada una de estas llegadas. Si las llegadas son de Poisson, el tiempo entre ellas es exponencial. La distribución de Poisson es discreta, mientras que la distribución exponencial es continua, porque el tiempo entre llegadas no tiene por qué ser un número entero.

Esta distribución se usa generalmente para describir el tiempo entre eventos, específicamente, la variable aleatoria que representa el tiempo necesario para servir a la llegada.

### 1.4.3 Descripción probabilística del flujo vehicular

Existen tres condiciones fundamentales en el análisis que determina la selección de la distribución de probabilidad que más se acerca a describir el comportamiento disperso y aleatorio del flujo.

- ❖ Cada conductor sitúa su vehículo independientemente de los demás, excepto cuando su espacio es muy pequeño.
- ❖ Para cualquier flujo vehicular, la variación del número de vehículos que pasa por un punto respecto a otro punto, es independiente en un mismo intervalo de tiempo.

- ❖ Igualmente es independiente, el número de vehículos que pasa por el mismo punto en dos intervalos de tiempo.

Por las suposiciones anteriores, la distribución de probabilidad más aproximada es la distribución de Poisson.

Por lo tanto, la probabilidad de que a un punto lleguen  $x$  vehículos en un intervalo de tiempo es:

$$p(x) = P(X = x) = \frac{m^x e^{-m}}{x!} \text{ para } x = 0, 1, 2, \dots, \infty$$

**Ecuación 15**

Donde

$X$ : variable aleatoria que representa el número de llegadas de vehículos a un punto.

$p(x)$ : Probabilidad que lleguen exactamente  $x$  vehículos al punto durante un intervalo de tiempo  $t$ .

$e$ : base de logaritmos Neperianos.

$m$  : Es el número de vehículos esperado en el intervalo de tiempo  $t$ .

Por lo que, también se puede reemplazar  $m$  por:

$$m = qt$$

**Ecuación 16**

Y así vemos mejor como la probabilidad de encontrar vehículos depende del tiempo y del flujo. Por eso, la probabilidad de no encontrar vehículos para un intervalo  $t$  es:

$$p(0) = P(X = 0) = \frac{(qt)^0 e^{-qt}}{0!} = e^{-qt} \text{ para } t \geq 0$$

Ecuación 17

Es decir, la probabilidad de no encontrar carros decrece exponencialmente con el crecimiento del flujo  $q$  y el tiempo  $t$ .

#### 1.4.4 Análisis probabilístico de líneas de espera<sup>6</sup>

Lo siguiente es válido solamente en condiciones de estado estacionario, esto es, se aplica únicamente cuando los patrones de llegadas y servicios se sostienen por largos períodos. Por lo tanto, este enfoque no se puede aplicar a aquellas situaciones de máxima demanda en las cuales los flujos de llegadas  $\lambda$  exceden la capacidad  $\mu$ . De allí que, para tener condiciones de flujo en estado estacionario debe cumplirse que  $\lambda < \mu$ . Es importante mencionar, que aunque las llegadas son menores que las salidas, siempre existe la posibilidad de formación de colas, por el mismo carácter aleatorio del proceso.

##### 1.4.4.1 Sistema de líneas de espera con una estación de servicio

---

<sup>6</sup>Ref. Bibliogr. Teoría de colas., Págs: 322-325

A continuación se analizará el sistema de línea de espera con una estación de servicio, llegadas distribuidas de acuerdo a una distribución de Poisson, tiempos de servicio exponenciales y disciplina de servicio “el que llega primero es servido primero”.

Se define bajo el régimen M/M/1, para el cual se han desarrollado una serie de medidas de efectividad que permiten identificarlo. Estas relaciones son los resultados que se observarían después de que el sistema haya estado en operación por un largo tiempo, tal que los promedios y las probabilidades no cambian mientras que éste se mantenga en funcionamiento.

*Probabilidad de tener exactamente n vehículos en el sistema:  $p(n)$*

$$p(n) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$$

**Ecuación 18**

*Número promedio de vehículos en el sistema:  $\bar{n}$*

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

**Ecuación 19**

*Longitud promedio de la línea de espera:  $\bar{Q}$*

$$\bar{Q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

**Ecuación 20**

*Tiempo promedio gastado en el sistema:  $\bar{t}_s$*

$$\bar{t}_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

**Ecuación 21**

*Tiempo promedio de espera en la fila:  $\bar{t}_q$*

$$\bar{t}_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

**Ecuación 22**

*Porcentaje de utilización del servicio: P*

$$P = \frac{\lambda}{\mu}(100)$$

**Ecuación 23**

*Porcentaje de encontrar el sistema inactivo: I*

$$I = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)(100)$$

**Ecuación 24**

*Probabilidad de tener que gastar un tiempo t en el sistema: p(t)*

$$p(t) = (\mu - \lambda)e^{-(\lambda - \mu)t}$$

**Ecuación 25**

*Probabilidad de tener que gastar un tiempo t o menos en el sistema:  $P(t_s \leq t)$*

$$P(t_s \leq t) = 1 - e^{-\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\mu t}$$

**Ecuación 26**

Probabilidad de tener que esperar un tiempo  $t$  o menos en la fila:  $P(t_q \leq t)$

$$P(t_q \leq t) = 1 - \frac{\lambda}{\mu} e^{-(1-\frac{\lambda}{\mu})\mu t}$$

Ecuación 27

### 1.4.5 Análisis determinístico del congestionamiento<sup>7</sup>

Consiste en el cálculo preciso del valor de una variable en función de ciertos valores específicos que toman otras variables. Esto es, solamente ocurrirá un valor de la función objetivo para un conjunto dado de valores de las variables de entrada.

En situaciones de congestionamiento, donde los patrones de llegada y servicios son altos, los enfoques a nivel macroscópico son los que más se aproximan a este fenómeno, describiendo la operación vehicular en términos de sus variables de flujo, generalmente tomadas como promedios.

#### *1.4.5.1 Análisis de intersecciones con semáforos con régimen D/D/1*

La intersección con semáforos es uno de los ejemplos más típicos de un fenómeno de espera, puesto que por la presencia de la luz roja siempre existirá la formación de colas de vehículos. Los diversos elementos que caracterizan este fenómeno bajo condiciones no saturadas del tránsito, esto es, para cada ciclo las llegadas son menores que la capacidad del acceso, de manera que los vehículos

---

<sup>7</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. Pág.: 283

que se encuentran en la cola no esperan más de un ciclo para ser servidos por el semáforo o estación de servicio.

La capacidad de un acceso a una intersección con semáforos se expresa en términos del flujo de saturación  $s$ . Cuando el semáforo cambia a verde, el paso de los vehículos a través de la línea de ALTO se incrementa rápidamente a una tasa equivalente al flujo de saturación, la cual se mantiene constante hasta que la cola se disipa o hasta que termina el verde. El flujo de saturación es la tasa máxima de salidas que puede ser obtenida cuando existen colas.

El verde efectivo es el tiempo que efectivamente utilizan los vehículos para cruzar la intersección, el cual incluye el verde propiamente dicho, la pérdida inicial de tiempo y la ganancia al final en el intervalo de despeje.

La tasa de llegadas  $\lambda$  es uniforme para todo el período de estudio.

La tasa de salidas  $\mu$  presenta 3 estados:

- ❖  $\mu = 0$ , cuando el semáforo muestra la indicación roja.
- ❖  $\mu = s$ , cuando el semáforo muestra la indicación verde y aún existe cola.
- ❖  $\mu = \lambda$ , cuando sin existir cola el semáforo continúa verde, esto es, los vehículos salen de la intersección a la misma tasa que llegan.

Llegadas = Demanda =  $\lambda$

Servicio máximo =  $st$

Tiempo para que se disipe la cola después de empezar el verde efectivo:  $t_0$

$$\lambda(r + t_0) = \mu t_0$$

$$\lambda r + \lambda t_0 = \mu t_0$$

$$t_0 = \frac{\lambda r}{\mu - \lambda}$$

**Ecuación 28**

Si se expresa la tasa de llegada  $\lambda$  como proporción de la tasa de salidas  $\mu$ , se obtiene el factor de utilización o intensidad de tránsito  $\rho$ :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

**Ecuación 29**

También:

$$C = r + g$$

**Ecuación 30**

Donde C: longitud del ciclo

r: rojo efectivo

g: verde efectivo

*Proporción del ciclo con cola  $P_q$*

$$P_q = \frac{\text{tiempo en cola}}{\text{longitud del ciclo}}$$

$$P_q = \frac{r + t_0}{C}$$

**Ecuación 31**

*Proporción de vehículos detenidos  $P_s$*

$$P_s = \frac{\text{vehículos detenidos}}{\text{vehículos totales por ciclo}}$$

$$P_s = \frac{\lambda(r + t_0)}{\lambda(r + g)}$$

$$P_s = \frac{\frac{t_0(1-\rho)}{\rho} + t_0}{C}$$

$$P_s = \frac{t_0}{\rho C}$$

**Ecuación 32**

*Longitud máxima de la cola:  $Q_m$*

La longitud de cola  $Q$ , en cualquier instante es:

$$Q = \text{Demanda} - \text{Servicio}$$

La longitud máxima de la cola ocurre al final del rojo, donde el servicio aún es cero, y es igual a:

$$Q_m = \lambda r$$

**Ecuación 33**

*Longitud promedio de la cola mientras exista  $\bar{Q}_q$*

$$\bar{Q}_q = \frac{Q_m}{2} = \frac{\lambda r}{2}$$

**Ecuación 34**

*Longitud promedio de la cola por ciclo:  $\bar{Q}$*

$$\bar{Q} = \frac{r + t_0}{C} \left( \frac{\lambda r}{2} \right)$$

**Ecuación 35**

*Demora máxima que experimenta un vehículo:  $d_m$*

$$d_m = r$$

**Ecuación 36**

*Demanda total para todo el tránsito por ciclo:  $D$*

$$D = \frac{\lambda r^2}{2(1 - \rho)}$$

**Ecuación 37**

*Demanda promedio del tránsito por ciclo:  $d$*

$$d = \frac{r^2}{2C(1 - \rho)}$$

Ecuación 38

## 1.5 *Análisis de Capacidad*<sup>8</sup>

El procedimiento seguido para el análisis de capacidad, se puede resumir en una comparación entre la demanda y la oferta para cada grupo de carriles. La demanda está representada por la cantidad de vehículos que utilizan los diferentes accesos (volumen), mientras que la oferta está simbolizada por la capacidad (c). Normalmente, los resultados del análisis de capacidad se expresan en ratios de “volumen/capacidad” (V/c). Un valor cercano a cero indica situaciones de poca demanda, con condiciones muy favorables de circulación, mientras que valores mayores a 0.9 indican situaciones congestionadas con posible presencia de colas estacionarias.

La información de la demanda se consigue a través de aforos, realizados en los accesos de la intersección para un período de tiempo definido, y la capacidad es obtenida mediante el uso del flujo de saturación base, factores de corrección y la proporción de verde efectivo.

La capacidad de un grupo de carriles se define como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes del tránsito, de las vías y del semáforo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

---

<sup>8</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. Págs.: 327

$$c_i = s_i \left( \frac{g_i}{C} \right)$$

**Ecuación 39**

Donde:

$c_i$ : capacidad del grupo de carriles  $i$  (veh/h).

$s_i$ : tasa de flujo de saturación del grupo de carriles  $i$  (veh/h).

$g_i$ : tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles  $i$  (s).

$C$ : ciclo del semáforo (s).

$g_i/C$ : proporción de verde efectivo para el grupo de carriles  $i$ .

Para un acceso o grupo de carriles  $i$ , a la relación  $(v/c)_i$  se le llama grado de saturación

$X_i$ , y se expresa como:

$$\frac{V_i}{c_i} = X_i = \frac{V_i}{s_i \left( \frac{g_i}{C} \right)}$$

**Ecuación 40**

O también:

$$X_i = \frac{\left( \frac{v}{s} \right)_i}{\left( \frac{g_i}{C} \right)}$$

**Ecuación 41**

En esta última expresión, al coeficiente  $(v/s)_i$  se le denomina relación de flujo.

Obsérvese que cuando la tasa de flujo  $v_i$  es igual a la capacidad  $s_i$ , el grado de saturación  $X_i$  es igual a 1, y cuando la tasa de flujo  $V_i$  es cero,  $X_i$  es igual a cero.

Valores de  $X_i$  superiores a 1, indican un exceso de demanda sobre la capacidad.

## 1.6 Tasa de flujo de saturación<sup>9</sup>

La tasa de flujo de saturación se define como la tasa máxima de flujo, en un acceso o grupo de carriles, que puede pasar a través de la intersección bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y de la calle, suponiendo que dicho acceso o grupo de carriles tiene el 100% del tiempo disponible como verde efectivo (esto es,  $g/C = 1.0$ ).

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento (izquierda, directo, derecha), su composición vehicular (automóviles, autobuses, camiones), maniobras de estacionamiento, paradas de buses y conflictos con peatones y ciclistas. Las condiciones prevalecientes de la calle describen las características geométricas de los accesos en términos del número y ancho de carriles, pendientes y uso de carriles incluyendo carriles de estacionamiento. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, asignación de tiempos y el tipo de operación o control.

$$S_i = s_0(N)(f_W)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LT})(f_{RT})$$

**Ecuación 42**

$S_i$  = intensidad de saturación del grupo de carriles (veh/hora)

$S_0$  = tasa de flujo de saturación base por carril (autos/hora verde/carril)

$N$  = número de carriles del grupo de carriles.

$F$  = factores de corrección.

---

<sup>9</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. Págs.: 329-338

En la tabla siguiente se representa las expresiones para calcular los diferentes factores de ajuste.

**Tabla 1-i Factores de Ajuste a la Tasa de Flujo de Saturación**

Factor	Fórmula	Definición de variables	Notas
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{W - 3.6}{9}$	W = ancho de carril	
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + P}$	P = porcentaje de vehículos pesados del grupo	
Pendiente	$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G = porcentaje de pendiente del acceso	-6 ≤ %G ≤ +1 negativa en descensos
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N = número de carriles del grupo. Nm = número de maniobras de estacionamiento/h	0 ≤ Nm ≤ 180 fp ≥ 0.05 fp = 1 → para sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - 0.1 - \frac{14.4N_B}{3600}}{N}$	N = número de carriles del grupo. NB = número de buses que paran por una hora	0 ≤ NB ≤ 250 fbb ≥ 0.050
Tipo de área	fa = 0.900 en CBD fa = 1 en otras áreas	CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad).	
Giro a la izquierda	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}}$	PLT = proporción de giros a la izquierda en el grupo de carriles.	
Giro a la derecha	$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT}$	PRT = proporción de giros a la derecha en el grupo de carriles.	fRT ≥ 0.05

Fuente: Highway Capacity Manual. HCM 2000

### 1.7 **Análisis del Nivel de Servicio y Determinación de las Demoras**<sup>10</sup>

El análisis del nivel de servicio, en intersecciones, se relaciona con las demoras medias por control por vehículo (s/veh), percibidas por los conductores. De acuerdo a los valores de demora obtenidos, se establece un nivel de servicio expresado por letras desde la **A** hasta la **F**. El primer nivel de servicio, **A**, indica movimientos a condiciones

<sup>10</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. Págs.: 363-415-417

de flujo libre y demoras mínimas; conforme se avanza en letras, la calidad de la progresión disminuye y las demoras aumentan. Por ejemplo, el nivel de servicio **F** representa la peor condición de operación con flujos inestables y demoras excesivas.

En la siguiente tabla se describe los niveles de servicio para intersecciones semaforizadas, en base a los rangos de demora percibidos.

**Tabla 1-ii Niveles de Servicio en Intersecciones Semaforizadas**

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Demora por control (s/veh)</b>	<b>Características de operación</b>
A	$\leq 10$	Baja demora, sincronía muy favorable y ciclos cortos. Los vehículos no se detienen
B	> 10-20	Ocurre con una buena sincronía y ciclos cortos. Los vehículos empiezan a detenerse
C	> 20-35	Ocurre con una sincronía regular o ciclos largos, los ciclos individuales empiezan a fallar.
D	> 35-55	Sincronía desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen.
E	> 55-80	Es el límite aceptable de la demora. Indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos son frecuentes.
F	> 80	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, los flujo excede la capacidad de la intersección o cuando hay relaciones v/c<1 pero con una sincronía muy deficiente y/o ciclos demasiados largos.

Fuente: Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones

La expresión que permite calcular la demora media por control, es la siguiente:

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

**Ecuación 43**

Donde:

d: demora media por control (s/veh)

$d_1$ : demora uniforme (s/veh), suponiendo llegadas uniformes

PF: factor de ajuste por coordinación entre los semáforos de intersecciones adyacentes

$d_2$ : demora incremental (s/veh). Tiene en cuenta el efecto de llegadas aleatorias y colas sobresaturadas durante el período de análisis (supone que no existe cola inicial al inicio del período de análisis).

$d_3$ : demora por cola inicial (s/veh). Tiene en cuenta las demoras de todos los vehículos debido a la presencia de colas iniciales antes del período de análisis.

### 1.7.1 Tipo de Llegadas<sup>11</sup>

Una característica fundamental que debe tenerse en cuenta para el análisis de una intersección semaforizada es la calidad de progresión. El parámetro que describe esta característica es el tipo de llegada AT (por sus siglas en inglés ArrivalType), por cada carril de grupo. Este parámetro aproxima la calidad de progresión definiendo 6 tipos de flujo de llegada dominante.

- ❖ Tipo 1: representa el tipo de llegada más adversa, es un pelotón denso que llega en el inicio de la luz roja y contiene más del 80% de volumen del grupo de carriles.

---

<sup>11</sup>Ref. Bibliogr.: Transportation Research Board., Highway Capacity Manual., Págs.: 309-312

- ❖ Tipo 2: se considera todavía desfavorable, aun cuando es mejor que el tipo 1, consiste en un pelotón denso que llega durante la luz roja y contiene del 40 al 80% del volumen del grupo de carriles.
  
- ❖ Tipo 3: que generalmente se representa en intersecciones aisladas y que no están interconectadas, se caracteriza por pelotones muy dispersos, lo que implica la llegada aleatoria de los vehículos, en el cual el grupo principal tiene menos del 40% del volumen del grupo de carriles. Las llegadas en las intersecciones coordinadas con beneficios mínimos en el avance, también puede describirse mediante este tipo de llegada.
  
- ❖ Tipo 4: se considera en general una condición favorable del pelotón, puede ser un pelotón moderadamente denso que llega a la mitad de la luz verde, o un grupo disperso que contiene del 40 al 80% del volumen del grupo de carriles que llega durante la totalidad de la fase de luz verde.
  
- ❖ Tipo 5: representa la mejor condición de llegada que frecuentemente se presenta, es un pelotón denso que contiene más del 80% del volumen del grupo de carriles que llega al inicio de la fase de la luz verde.
  
- ❖ Tipo 6: representa una calidad excepcional de avance, es un pelotón muy denso que avanza a través de varias intersecciones con muy poco tránsito proveniente de las calles laterales.

El valor P se determina de la siguiente manera:

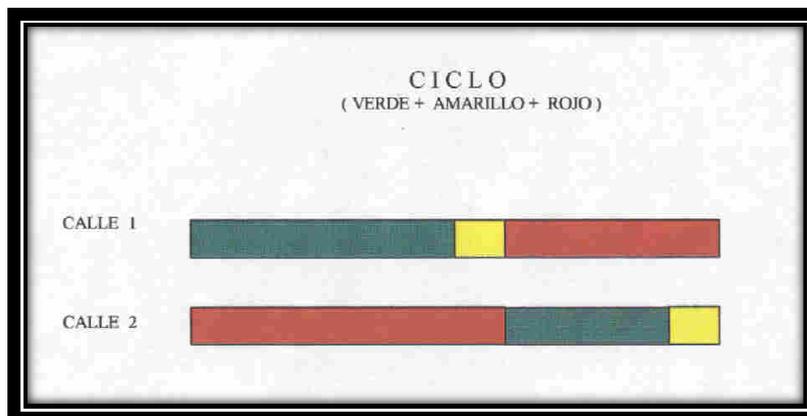
—

**Ecuación 44**

Donde  $\rho$  representa la relación de grupo de vehículos.

### 1.7.2 Factor de Ajuste por Coordinación

**Ilustración 1-3 Ciclo de un Semáforo**



Fuente: Manual de Señalización de Tránsito Mintratel

Una buena coordinación de semáforos dará como resultado una proporción alta de vehículos que llegan en el verde. La coordinación afecta principalmente a la demora uniforme, por lo que se realiza el ajuste sólo a  $d_1$ , mediante la siguiente expresión:

—  
—

**Ecuación 45**

Donde:

P: proporción de vehículos que llegan en verde

$g/C$ : proporción de tiempo verde disponible.

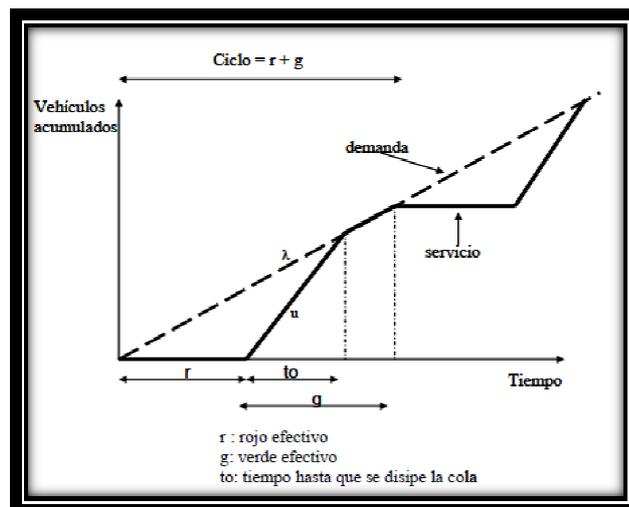
: factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde.

### 1.7.3 Demora Uniforme<sup>12</sup>

La demora uniforme es obtenida cuando se considera que la tasa de arribos de los vehículos a la intersección es constante, estable y nunca sobrepasa la tasa de salidas. Solo se consideran las demoras generadas cuando los vehículos se encuentran detenidos y no se consideran los tiempos perdidos por efecto de las deceleraciones y aceleraciones al momento de iniciarse el intervalo verde. En la figura se muestra los arribos y salidas acumuladas de vehículos en una intersección que no está saturada.

Otras características de esta demora, obtenida de un modelo de cola D/D/1, es que los conductores tienen similares características de comportamiento y dejan la intersección antes del retorno del intervalo rojo.

Ilustración 1-4 Demora Uniforme



Fuente: HighwayCapacity Manual

<sup>12</sup>Ref. Bibliogr.Highway capacity manual.Pág.: 315

$$d_1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X) \frac{g}{c}\right]}$$

**Ecuación 46**

El grado de saturación (X) no puede ser mayor de 1.

Donde:

$d_1$ : demora uniforme que asume las llegadas uniformes (s/ veh).

g: tiempo de verde efectivo (s).

C: ciclo del semáforo (s).

X: grado de saturación.

#### 1.7.4 Demora Incremental<sup>13</sup>

La demora incremental ( $d_2$ ) toma en consideración que el tipo de llegada puede ser aleatoria y por ende algunos ciclos pueden sobreesaturarse. Se obtiene partiendo del estudio determinístico de colas bajo situaciones sobreesaturadas, pero se incorpora un factor de demora incremental para reflejar el ajuste de los controladores, en intersecciones accionadas, así como un factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba. Se calcula como:

$$d_2 = 900T \left[ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right]$$

**Ecuación 47**

Donde:

---

<sup>13</sup>Ref. Bibliogr.Highway capacity manual.Pág.: 318

$d_2$ : retardo incremental que tiene en cuenta las llegadas aleatorias y la sobresaturación en la cola, ajustado por la duración del período de análisis y tipo de señal de control (s / veh), ésta demora incremental no asume que no existe cola inicial de grupo de carriles al comienzo del período de análisis.

T: duración del período de análisis (0.25 horas)

k: factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones accionadas.  $k = 0.5$  para intersecciones prefijadas.

l: factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba,  $l = 1$  para intersecciones aisladas.

c: capacidad del grupo de carriles.

### 1.7.5 Demora por Cola Inicial<sup>14</sup>

Cuando una cola residual o remanente existe antes del período de análisis T, los vehículos que llegan durante T experimentan una demora adicional, debido a que la cola inicial deberá primero desalojar la intersección.

En los casos en que  $X > 1$  para un período de 15 minutos, el siguiente período empieza con una cola inicial llamada  $Q_b$  (en vehículos). Esta cola inicial se debe observar al inicio del rojo. Cuando  $Q_b \neq 0$ , los vehículos que llegan durante el período de análisis experimentarán una demora adicional por la presencia de la cola inicial. La demora por cola inicial  $d_3$ , se calcula mediante la siguiente ecuación:

---

<sup>14</sup>Ref. Bibliogr.Highway capacity manual.Pág.: 321

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT}$$

**Ecuación 48**

Donde:

$Q_b$ : cola inicial al principio del período T (veh).

c: capacidad (veh/h).

T: duración del período de análisis (0.25 h).

t: duración de la demanda insatisfecha (h).

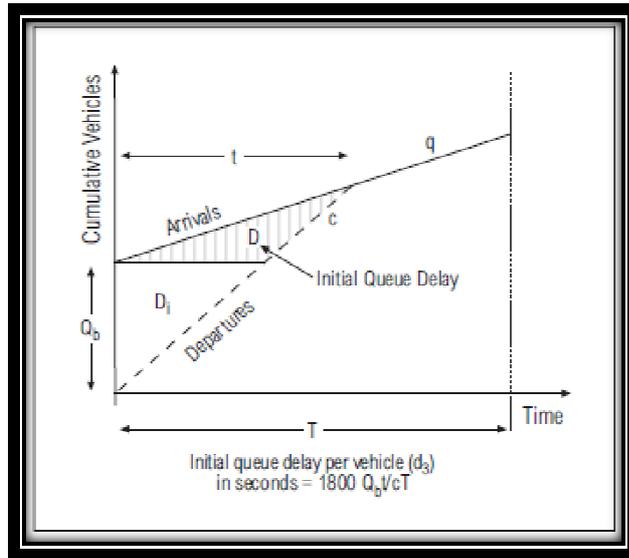
u: parámetro de demora

La Ecuación 49 es una forma generalizada de  $d_3$ , que proporciona la estimación de el retraso de cola inicial por vehículo (en segundos) cuando una cola de tamaño inicial de  $Q_b$  está presente al inicio del período de análisis T.

Existen cinco escenarios, para estimar esta demora:

- ❖ Caso I: el período es no saturado sin cola inicial,  $Q_b = 0$ . Por lo tanto  $d_3 = 0$ .
  
- ❖ Caso II: el período es sobresaturado sin cola inicial,  $Q_b = 0$ . Por lo tanto  $d_3 = 0$ .

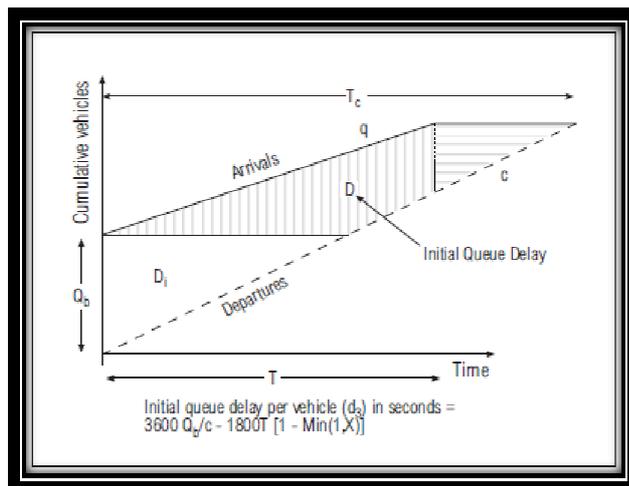
Ilustración 1-5 Caso III: Demora por Cola Inicial Compensada Durante el Tiempo T



Fuente: HighwayCapacity Manual

- ❖ Caso III: ocurre cuando la cola inicial no se disipa durante T. Para que esto ocurra deberá cumplirse que  $q < c$ , siendo  $Q_b$  la demanda total en T, y  $c$  la capacidad disponible en T.

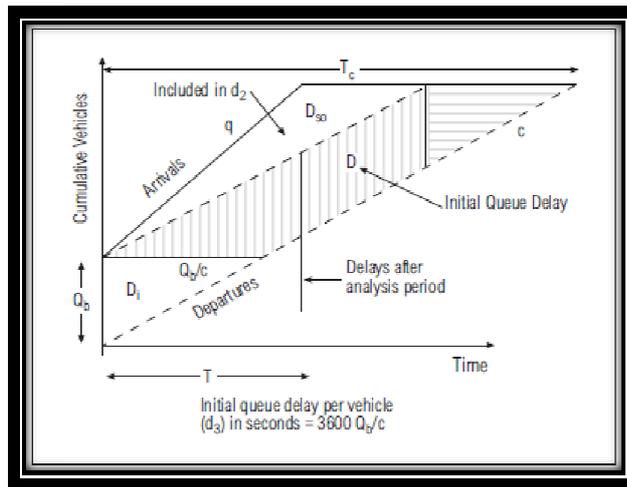
Ilustración 1-6 Caso IV: Demora por Cola Inicial con una Cola Decreciente al Final del Tiempo T



Fuente: HighwayCapacity Manual

- ❖ Caso IV: ocurre cuando existe aún demanda insatisfecha al final de T, pero decreciente. Para que esto ocurra deberá cumplirse

**Ilustración 1-7 Caso V: Demora por Cola Inicial con una Cola Incremental al Final del Tiempo T**



Fuente: HighwayCapacity Manual

- ❖ Caso V: ocurre cuando la demanda en T, excede de la capacidad. Aquí la demanda insatisfecha se incrementa al final de T. Para que esto ocurra deberá cumplirse que

Para los casos III, IV y V:

de otra manera:

---

**Ecuación 49**

de otra manera:

---

**Ecuación 50**

El tiempo de despeje  $T_c$ , se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_c = \text{máx} \left( T, \frac{Q_b}{c} + TX \right)$$

**Ecuación 51**

**Tabla 1-iii Selección de las Variables de Demora por Caso**

Caso	X	Qb	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	t	u	d <sub>3</sub>	Tc
I	≤ 1.0	0	Ecuación 47	Ecuación 48	0	0	0	T
II	> 1.0	0	Ecuación 47	Ecuación 48	0	0	0	TX
III	≤ 1.0	> 0	Ecuación 47	Ecuación 48	Ecuación 50	0	Ecuación 49	T
IV	≤ 1.0	> 0	Ecuación 47	Ecuación 48	T	Ecuación 51	Ecuación 49	Ecuación 51
V	> 1	> 0	Ecuación 47	Ecuación 48	T	1	Ecuación 49	Ecuación 51

Fuente: HighwayCapacity Manual

# CAPÍTULO II

## **2 PARTE EXPERIMENTAL**

### **2.1 Muestreo**

Para el desarrollo de la presente tesis se limitó el área de estudio y se identificaron los movimientos del flujo vehicular como se muestra en la Ilustración 2-1. El colectivo es infinito: medios de transporte terrestre, que se desplazan en la calle Primera Constituyente y en las 9 intersecciones limitadas entre las calles Carabobo y Eugenio Espejo.

La población de estudio es infinita.

Los estadísticos de interés son:

- ❖ Tasa de llegada
- ❖ Capacidad
- ❖ Tiempo medio de espera.
- ❖ Demora máxima

### **2.2 Metodología**

#### **2.2.1 Estudios de Ingeniería de Tránsito<sup>15</sup>**

Tomando en cuenta que, para el consiguiente levantamiento de datos es necesario tener presente criterios de ingeniería en tránsito por lo que a continuación se procederá a detallar los estudios que son de interés para la obtención de datos.

---

<sup>15</sup>Ref. Bibliogr.. Ingeniería de tránsito y carreteras., Págs.: 47-63



### **2.2.1.1 Estudio de Tiempo de Viaje y Demoras**

Un estudio de tiempo de viaje determina la cantidad de tiempo requerido para viajar de un punto a otro en una ruta dada. Al realizar este estudio, se puede recolectar información sobre los lugares, la duración y las causas de las demoras. Esto se conoce como un estudio de tiempo de viaje y demoras. Los datos obtenidos ofrecen una buena indicación del nivel de servicio en la sección del estudio.

Definición de términos relacionados con los estudios de tiempo

1. El tiempo de viaje, es el tiempo que emplea un vehículo para recorrer una sección dada de la carretera.
2. El tiempo de corrida, es el tiempo durante el cual un vehículo realmente se mueve mientras recorre una sección dada.
3. La demora, es el tiempo perdido por el vehículo debido a causas ajenas al control del conductor.
4. La demora operativa, es aquella parte de la demora causada por la impedancia de un tránsito adicional. Esta impedancia puede ocurrir ya sea como fricción lateral, donde otro tránsito interfiere con el flujo vehicular (por ejemplo el estacionar o regresar vehículos a sus dueños), o como fricción interna. Donde la interferencia está dentro de la corriente de tránsito (por ejemplo, la reducción de la capacidad de la carretera)
5. La demora en reposo, es aquella parte de la demora causada por dispositivos de control como los semáforos. Esta demora ocurre sin importar el volumen de tránsito o la impedancia que puedan existir.

6. La demora del tiempo de viaje, es la diferencia entre el tiempo real de viaje y el tiempo de viaje que se obtendrá al suponer que un vehículo recorre la sección de estudio a una velocidad promedio igual a aquella para un flujo de tránsito sin embotellamiento en la sección que está siendo estudiada.

#### **2.2.1.2 Estudios sobre Volúmenes de Tránsito**

Estos estudios se realizan para conocer los volúmenes de tránsito que circulan por una vía, por parte de ella, o por un sistema de ellas y constituyen la fuente primaria de información para distribuir y proyectar volúmenes de tránsito.

#### **2.2.2 Investigación Operativa<sup>16</sup>**

El proceso para el presente proyecto enfocando la construcción del modelo comprende las siguientes fases:

##### **1. Formulación y definición del problema**

En esta fase del proceso se necesita: una descripción de los objetivos del sistema, es decir, qué se desea optimizar; identificar las variables implicadas, ya sean controlables o no; determinar las restricciones del sistema. También hay que tener en cuenta las alternativas posibles de decisión y las restricciones para producir una solución adecuada.

##### **2. Construcción del modelo**

---

<sup>16</sup>Ref. Bibliogr. Investigación de operaciones., Pp: 23-24

En esta fase, se decide el modelo a utilizar para representar el sistema. Debe ser un modelo tal que relacione a las variables de decisión con los parámetros y restricciones del sistema. Los parámetros (o cantidades conocidas) se pueden obtener ya sea a partir de datos pasados o ser estimados por medio de algún método estadístico. Es recomendable determinar si el modelo es probabilístico o determinístico. El modelo puede ser matemático, de simulación o heurístico, dependiendo de la complejidad de los cálculos matemáticos que se requieran.

### **3. Solución del modelo**

Una vez que se tiene el modelo, se procede a derivar una solución matemática empleando las diversas técnicas y métodos matemáticos para resolver problemas y ecuaciones. Se debe tener en cuenta que las soluciones que se obtienen en este punto del proceso, son matemáticas y se debe interpretarlas en el mundo real. Además, para la solución del modelo, se deben realizar análisis de sensibilidad, es decir, ver cómo se comporta el modelo a cambios en las especificaciones y parámetros del sistema. Esto se hace, debido a que los parámetros no necesariamente son precisos y las restricciones pueden estar equivocadas.

### **4. Validación del modelo.**

La validación de un modelo requiere que se determine si dicho modelo puede predecir con certeza el comportamiento del sistema. Un método común para probar la validez del modelo, es someterlo a datos pasados

disponibles del sistema actual y observar si reproduce las situaciones pasadas del sistema. Pero como no hay seguridad de que el comportamiento futuro del sistema continúe replicando el comportamiento pasado, entonces siempre debemos estar atentos de cambios posibles del sistema con el tiempo, para poder ajustar adecuadamente el modelo.

## 5. Implementación de resultados

Una vez que se haya obtenido la solución o soluciones del modelo, el siguiente y último paso del proceso es interpretar esos resultados y dar conclusiones y cursos de acción para la optimización del sistema. Si el modelo utilizado puede servir a otro problema, es necesario revisar, documentar y actualizar el modelo para sus nuevas aplicaciones.

## 2.3 Métodos y Técnicas

### 2.2.1.3 Métodos<sup>17</sup>

#### 2.2.1.3.1 *Método para elaborar estudios de tiempo de viaje y de demora*

##### 2.2.1.3.1.1 **Método que requiere de un automóvil de prueba**

Método de la velocidad promedio. Consiste en manejar el automóvil de prueba a lo largo de la longitud de la sección de prueba, a una velocidad que sea la velocidad promedio de la corriente vehicular, de acuerdo con la opinión del conductor. Se observa el tiempo requerido para recorrer la sección de prueba.

---

<sup>17</sup>Ref. Bibliogr. Ingeniería de tránsito y carreteras., Págs.: 65-67-68

Es necesario primero identificar claramente a la sección de prueba. La forma en que se obtiene el tiempo de viaje consiste en que el observador activa un cronómetro en el punto inicial de la sección de prueba y lo detiene al final de ésta. También puede obtenerse datos adicionales al registrar los tiempos para los cuales el vehículo de prueba llega a localidades específicas que han sido identificadas antes del inicio de las corridas de prueba. Se puede utilizar un segundo cronómetro para determinar el tiempo que transcurre cada vez que el vehículo se detiene. La suma de estos tiempos para cualquier corrida de prueba dará la demora del tiempo de reposo esa corrida.

#### ***2.2.1.3.2 Método para realizar conteo de volumen***

El intervalo de tiempo utilizado es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable.

En su forma más simple el aforo manual requiere a una persona con lápiz, anotando rayas en una hoja de campo, manejando los movimientos por dirección y tipo de vehículo. La composición vehicular es la siguiente: livianos, pesados, buses, motos y bicicletas

#### ***2.2.1.3.3 Método Inductivo***

Para la construcción del modelo se partirá de datos particulares para llegar a conclusiones generales.

Una vez obtenidos los datos se procederá a tabular para tener la información dentro de una base de datos.

Se analizará los datos obtenidos y se registrará los estadísticos de interés.

Identificar las variables que participarán en el modelo.

Simular el modelo.

Optimizar el modelo.

#### **2.2.1.4 Técnicas**

Se identifica en el caso de estudio las intersecciones existentes. Para el presente proyecto se cuenta con 9 intersecciones y cada una con 4 movimientos posibles:

**Ilustración 2-2 Primera Constituyente y Carabobo**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-3 Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-4 Primera Constituyente y Rocafuerte**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-5 Primera Constituyente y Pichincha**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-6 Primera Constituyente y García Moreno**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-7 Primera Constituyente y España**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-8 Primera Constituyente y Larrea**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-9 Primera Constituyente y Colón**



Fuente Propia: 2010-10-28

**Ilustración 2-10 Primera Constituyente y Eugenio Espejo**



Fuente Propia: 2010-10-28

En cada intersección se procederá a colocar 2 aforadores para que lleven a cabo el conteo de vehículos y señalando la dirección que toman los mínimos y las anotaciones se realizarán en hojas de campo.

Los periodos a considerar serán de 2 horas en un día normal (que no sea un día feriado) en este caso se escoge un día martes de 6:30 am – 8:30 am y 16:30 pm – 18:30 pm. A cada uno de estos 2 periodos se los subdividirá en intervalos 15 minutos.

## 2.4 **Datos Experimentales**

### 2.4.1 **Diagnóstico**

Los datos por si solos no generan información, estos deben ser sintetizados y analizados para que puedan ser interpretados. Todos los datos recolectados pasan por un proceso de análisis, a partir del cual se determina el estado del sistema.

Después de realizar el estudio de campo, se tabulan los datos para obtener la realidad del problema resumida en cifras.

### 2.4.2 **Longitud promedio de vehículos**

Tabla 2-i Equivalencia de vehículos en PCU

Homologación de vehículos en PCU	
AP: liviano	1
BU: bus	2.2
MO: moto	0.3
CA: pesado	2.5
BI: bicicleta	0.2

Fuente Propia: 2010-11-30

La homologación en PCU significa la equivalencia de todos los vehículos para un mismo tamaño (siglas en inglés para: Passenger Car Unit), luego se obtienen los promedios de vehículos en aforos en las nueve intersecciones durante un cuarto de hora, así:

Tabla 2-ii Homologación de los Vehículos del Caso de Estudio Primera Constituyente limitado entre Eugenio Espejo y Carabobo

<b>Intersección</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>PESADOS</b>	<b>BICICLETAS</b>	<b>MOTOS</b>
Carabobo	177	6	1	6	6
Magdalena Dávalos	167	0	1	5	3
Rocafuerte	158	0	2	5	3
Pichincha	162	0	2	6	4
García Moreno	164	0	2	7	4
España	167	0	2	8	5
Larrea	157	0	2	8	5
Colón	170	0	2	9	5
Espejo	169	0	2	10	6
<b>Total</b>	<b>1491</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>41</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>92.15%</b>	<b>0.37%</b>	<b>0.99%</b>	<b>3.96%</b>	<b>2.53%</b>
<b>Porcentaje*</b>	<b>98.55%</b>	<b>0.40%</b>	<b>1.06%</b>		

Fuente Propia: 2010-12-04

Porcentaje: se considera motos y bicicletas.

$$\sum 1491 + 6 + 16 + 64 + 41 = 1618$$

$$\frac{1491}{1618} = 0.921 \text{proporción de livianos}$$

$$\frac{6}{1618} = 0.0037 \text{proporción de buses}$$

$$\frac{16}{1618} = 0.0099 \text{proporción de pesados}$$

$$\frac{64}{1618} = 0.0396 \text{proporción de motos}$$

$$\frac{41}{1618} = 0.0253 \text{proporción de bicicletas}$$

Porcentaje\*: no se considera motos y bicicletas.

$$\sum 1491 + 6 + 16 = 1513$$

$$\frac{1491}{1513} = 0.9855 \text{proporción* de livianos}$$

$$\frac{6}{1513} = 0.004 \text{proporción* de buses}$$

$$\frac{16}{1513} = 0.0106 \text{proporción* de pesados}$$

La longitud de un vehículo PCU, dadas las características del parque automotor de la ciudad, en especial de los vehículos particulares tipo automóvil se tomó la longitud media de 4 metros.

Para obtener la longitud ponderada, no se toman en cuenta motos y bicicletas, dado que, estos vehículos generalmente no hacen parte de las colas en los semáforos.

Por lo que la longitud promedio es:

$$\bar{l} = [(0.9854 * 1) + (0.0039 * 2.2) + (0.0105 * 2.5)] * 4$$

$$\bar{l} = 4.0824 \approx 4.1 \text{ m}$$

### 2.4.3 Flujo vs Velocidad

En el Capítulo 1 se mencionó acerca de la ecuación fundamental del flujo vehicular:

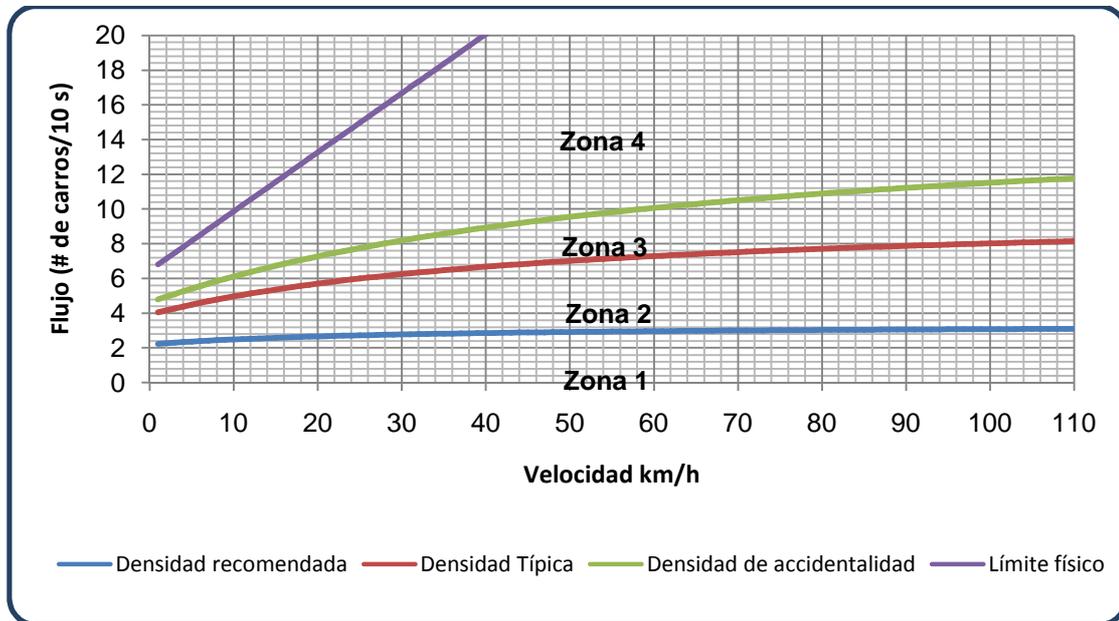
$$q = vk$$

y en términos de la longitud y la brecha; reemplazando con longitud ponderada obtenida anteriormente en el numeral 2.22.1:

$$q = \frac{v}{vb + 4.1}$$

Una vez obtenida la ecuación se reemplaza el valor de la brecha y se obtiene la siguiente gráfica:

Ilustración 2-11 Diagrama de Dispersión del Flujo Vehicular en Función de la Velocidad



Fuente Propia: 2010-12-20

La primera zona está representada en color azul claro, y está limitada por la llamada regla de los tres segundos. Esta regla internacionalmente conocida, sugiere que el intervalo de tiempo entre dos vehículos que transitan uno tras otro sobre el mismo carril, debe ser, a cualquier velocidad, tres segundos. Entonces si se transita a 20 km/h, la distancia entre carros debe ser 16.7 metros y si se transita a 80 km/h (límite máximo de velocidad de las vías rápidas urbanas, y de las carreteras en nuestro país) la distancia debe ser 66.7 metros. La pregunta es: ¿alguna vez se ha visto un grupo de carros, que viajando a 80 km/h, cada vehículo conserve una distancia de casi una cuadra respecto al de adelante? Como se puede intuir, es realmente poco típico ver un flujo cuya densidad cumpla con la *regla de los tres segundos*; aunque en ocasiones, especialmente en condiciones de lluvia y a velocidades medias sí es observable.

La segunda zona demarcada en color rojo, está limitada por una línea de valores típicos del flujo a diferentes velocidades, y se obtiene cambiando la brecha de tres segundos a sólo un segundo. Esta zona contiene los flujos que podemos denominar dispersos, especialmente en las altas velocidades, pues están entre los flujos de brecha de tres segundos, y los flujos típicos.

Por encima de los flujos típicos, se empieza a incrementar el peligro de los flujos, por ser considerados de alta densidad o congestionados. El límite de esta tercera zona es la línea de mayor accidentalidad, ya que existe una gran probabilidad de que un flujo que contenga una densidad y una velocidad muy alta, ocasione colisiones. Para ilustrar, un caso concreto puede apreciarse en un grupo de vehículos que viajen a una velocidad media de 100 km/h, y que formen un flujo de 13 carros/10 segundos. Esto implica un brecha promedio entre cada vehículo de sólo 16 metros, lo que a esa velocidad es altamente peligroso, ya que si se detiene de imprevisto, sólo le deja al conductor menos de medio segundo para reaccionar y aún menos tiempo a los frenos para detener el auto.

Finalmente la cuarta zona, tiene un sentido meramente teórico, y está por debajo del límite físico, delineado por la línea violeta. Este límite implica que no existe brecha entre los carros, y que todos viajan perfectamente sincronizados y unidos entre sí. Tal vez esta zona tenga validez algún día, en que podamos controlar la distancia entre los carros de manera automática, para que sea constante a cualquier velocidad.

## 2.4.4 Información de Velocidad y Demora

Tabla 2-iii Información de Velocidad y Demora

Recorrido Intersecciones de Calles	Distancia (m)	Tiempo de Viaje ( s )	Velocidad en el tramo (km/h)	Tiempo de Pare ( s )	Razón de Pare	Limite de Velocidad (km/h)	Tiempo Ideal ( s )	Demora en el Tramo (s)
Eugenio Espejo	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Colón	81.05	27.72	20.00	6.90	Cola	25.00	11.67	16.05
Larrea	78.13	95.14	20.00	65.08	Cola	25.00	11.25	83.89
España	79.23	73.38	10.00	7.00	Cola	25.00	11.41	61.97
García Moreno	80.48	23.63	10.00	12.41	Semáforo	25.00	11.59	12.04
Pichincha	86.85	29.12	10.00	25.86	Semáforo	25.00	12.51	16.61
Rocafuerte	82.77	16.01	24.00	0.00	-	25.00	11.92	4.09
Magdalena Dávalos	42.88	7.65	20.00	0.00	-	25.00	6.17	1.48
Carabobo	53.09	40.97	22.00	38.28	Semáforo	25.00	7.64	33.33
<b>Total</b>	<b>584.48</b>	<b>313.62</b>	<b>17.00</b>	<b>155.53</b>			<b>84.16512</b>	<b>229.45</b>

Fuente Propia: 2010-12-20

En la tabla se presenta la suficiente información acerca de la velocidad y demora en el caso de estudio. Se aplica el método que requiere un automóvil de prueba, y se recorre desde la Primera Constituyente y Eugenio Espejo hasta Primera Constituyente Carabobo.

- ❖ La distancia es la existente entre cada intersección, por ejemplo de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo a la intersección de la Primera constituyente y Colón es de 81.05 m.
- ❖ El tiempo de viaje es el tiempo que se demoró el carro en llegar de una intersección a la siguiente, si se considera desde la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo hasta la Primera Constituyente y Colón el tiempo fue de 27.72 s.

- ❖ La velocidad en el tramo es la velocidad media con la que se movilizó el automóvil desde una intersección a consecutiva, para ejemplificar desde la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo hasta la Primera Constituyente y Colón la velocidad fue de 20 km/h. La velocidad promedio para todo el caso de estudio fue de 17 km/h.
  
- ❖ El tiempo de pare es el tiempo que el carro permaneció detenido debido a alguna razón. Para llegar a la intersección Primera Constituyente y Colón, el carro se detuvo en el tramo por 6.9 s.
  
- ❖ Las razones por las cuales el vehículo se detuvo fueron por semáforos y la presencia de colas. La mayor demora se registra en la intersección de Primera Constituyente y Larrea. Es importante mencionar que cuando se forma una cola hasta llegar a una determinada intersección afecta a los vehículos que pretenden llegar a la intersección anterior. Para ilustrar lo expuesto, en la intersección Primera Constituyente y España el tráfico es muy conflictivo, cuando los vehículos se detienen en el mencionado sitio también se detienen en la intersección Primera Constituyente y Larrea.
  
- ❖ El límite de velocidad permitido de acuerdo a la ordenanza municipal en el caso de estudio tratado es de 25 km/h.

- ❖ El tiempo ideal es el tiempo de viaje ideal para cada tramo del caso de estudio. Entiéndase por viaje ideal, un viaje en el cual no hay demoras por colas pero si por semáforos.
  
- ❖ La demora en el tramo es la diferencia entre el tiempo ideal y el tiempo de viaje.

#### 2.4.5 Datos

A continuación se representa en tablas la información que arrojó el aforo realizado para cada intersección. Se registra el volumen vehicular ya ponderado con la equivalencia de autos en PCU, se obtuvo la tasa de flujo y el intervalo promedio.

Las fórmulas utilizadas para tasa de flujo y para el intervalo promedio se encuentra en el Capítulo I en el numeral 1.3.1, es importante mencionar que la tasa de flujo se expresa para cada período de 15 minutos, por lo que se multiplicó el volumen ( $Q_{15(i)}$ ) por 60 minutos y se divide para 15 minutos y el intervalo promedio está expresado en s/veh por lo que se multiplicó por 3600 segundos. El volumen horario (Q) es la suma de los 4 volúmenes cada 15 minutos en cada período de de 06:30 – 07:30 y de 07:30 - 08:30 y el volumen horario referido a 15 minutos ( $Q_{15}$ ), es el producto de Q por 0.25 h y dividido para 15 minutos.

En el Plano mostrado en el presente Capítulo II se detalla los 4 movimientos permisibles en las intersecciones Primera Constituyente y Colón, Primera Constituyente y España, Primera Constituyente y Pichincha; y Primera Constituyente y Carabobo son:  
CA: Sur – Norte

CD: Sur – Este

BD: Oeste – Este

BA: Oeste – Norte

Y en las intersecciones Primera Constituyente y Eugenio Espejo, Primera Constituyente y Larrea, Primera Constituyente y García Moreno, Primera Constituyente y Rocafuerte; y Primera Constituyente y Magdalena Dávalos:

CA: Sur – Norte

CB: Sur - Oeste

BD: Este – Oeste

CA: Este – Norte

### 2.4.5.1 Resumen de datos por cada intersección y movimiento

#### 2.4.5.1.1 *Período de la Mañana*

##### a. Primera Constituyente Carabobo: movimiento CA

Tabla 2-iv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	36	0	0	36	144	25.00
06:45 - 07:00	199	0	0	199	796	4.52
07:00 - 07:15	207	0	2.5	209.5	838	4.30
07:15 - 07:30	141	0	0	141	564	6.38
07:30 - 07:45	81	0	0	81	324	11.11
07:45 - 08:00	128	0	0	128	512	7.03
08:00 - 08:15	188	0	0	188	752	4.79
08:15 - 08:30	154	0	0	154	616	5.84
			PROMEDIO	142.06	568	8.62

Q

Q15

06:30 - 07:30 586

146.38

07:30 - 08:30 551

137.75

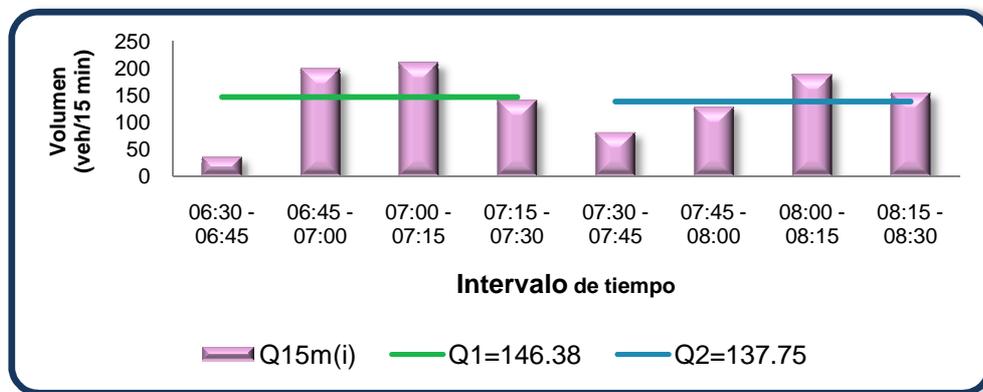
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-iv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 y 07:30 corresponde al tercer intervalo (07:00-07:15) de  $q_{\max} = q_3 = 838$  veh/h, y el volumen horario  $Q = 586$  veh/h, entonces  $q_3 > Q$ , lo que significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

En el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q = 551$  veh/h, la tasa de flujo máximo sucedió en el séptimo intervalo (08:00 – 08:15) alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 752$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-12 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**



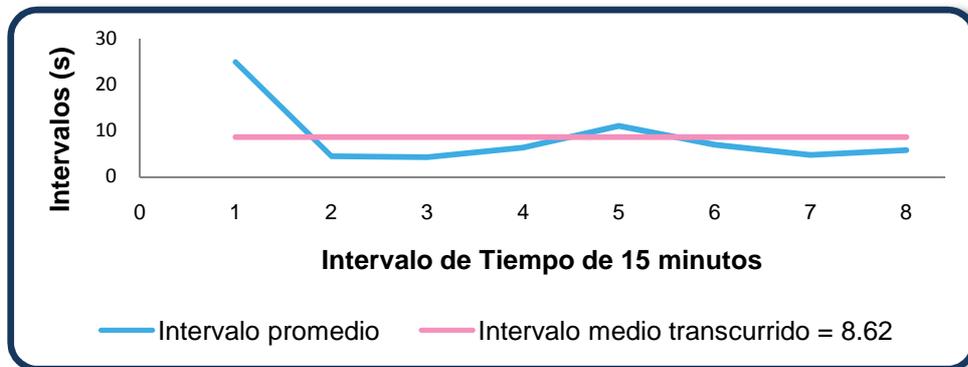
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-12 muestra los diferentes volúmenes, lo mismo que los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 146.38 veh/h, y se puede notar que el volumen vehicular correspondiente para el segundo intervalo (06:45-07:00) y el tercero (07:00-07:15)

sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$ , es de 137.75 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el séptimo intervalo (08:00-08:15) y el octavo (08:15-08:30) sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-13 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-13 aparecen los diversos intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 8.62 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares. Esto se escenifica en los intervalos de 06:45- 07:00, 07:00 - 07:15, 07:15 – 07:30, 07:30, 07:45- 08:00, 08:00 - 08:15 y 08:15 – 08:30.

**b. Primera Constituyente Carabobo: movimiento CD**

**Tabla 2-v Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	17	0	0	17	68	52.94
06:45 - 07:00	52	0	0	52	208	17.31
07:00 - 07:15	47	0	0	47	188	19.15
07:15 - 07:30	23	0	0	23	92	39.13
07:30 - 07:45	20	0	0	20	80	45.00
07:45 - 08:00	32	0	0	32	128	28.13
08:00 - 08:15	55	0	0	55	220	16.36
08:15 - 08:30	41	0	0	41	164	21.95
<b>PROMEDIO</b>				35.88	144	30.00

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	139	34.75
07:30 - 08:30	148	37.00

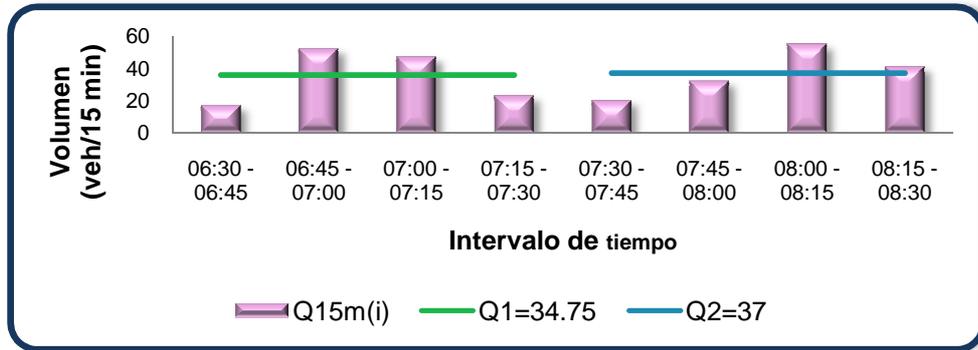
Fuente Propia: 2011-12-21

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-v, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al segundo intervalo (06:45-07:00) de  $q_{\max} = q_2 = 208$  veh/h, el correspondiente volumen horario,  $Q = 139$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 148$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el séptimo intervalo (08:00 – 08:15) alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 220$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-14 Volúmenes de Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**

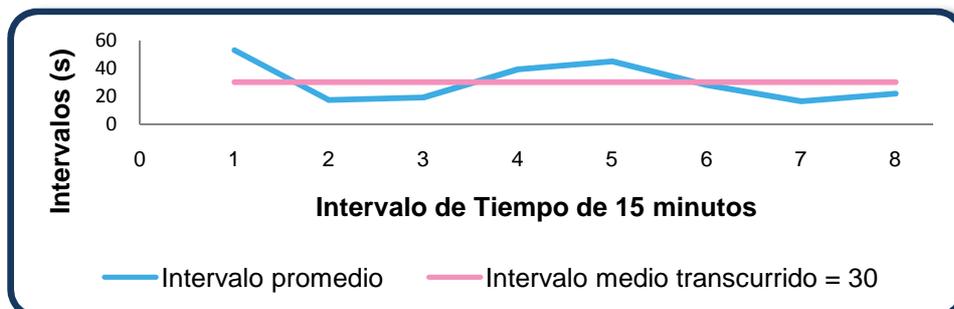


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-14 muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 34.75 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el segundo intervalo (06:45-07:00) y el tercero (07:00-07:15) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$ , es de 37 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el séptimo intervalo (08:00-08:15) y el octavo (08:15-08:30) sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de que se formen problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-15 Intervalos de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-15 se indica los diversos intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 30 s revelan que varios vehículos circulan a intervalos pequeños de tiempo, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los cuartos de hora de 07:00 - 07:15, 07:15 – 07:30 08:00 - 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**c. Primera Constituyente Carabobo: movimiento BD**

**Tabla 2-vi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	45	8.8	0	53.8	215	16.73
06:45 - 07:00	62	8.8	2.5	73.3	293	12.28
07:00 - 07:15	96	15.4	7.5	118.9	476	7.57
07:15 - 07:30	89	15.4	0	104.4	418	8.62
07:30 - 07:45	90	13.2	0	103.2	413	8.72
07:45 - 08:00	70	11	0	81	324	11.11
08:00 - 08:15	95	11	0	106	424	8.49
08:15 - 08:30	85	11	2.5	98.5	394	9.14
<b>PROMEDIO</b>				92.39	370	10.33

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	350	87.60
07:30 - 08:30	389	97.18

Fuente Propia: 2011-12-21

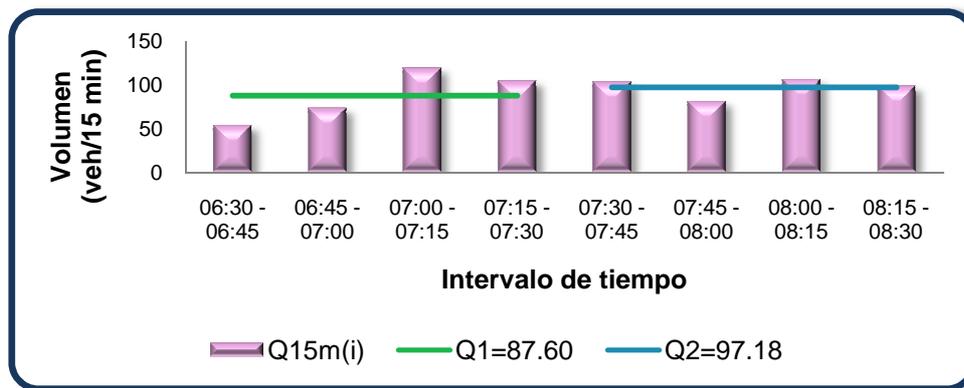
Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-vi, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al tercer intervalo (07:00-07:15) de  $q_{max} = q_3 = 476$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 350$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 389$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el séptimo intervalo (08:00 – 08:15) alcanzando  $q_{max} = q_7 =$

424 veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-16 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**

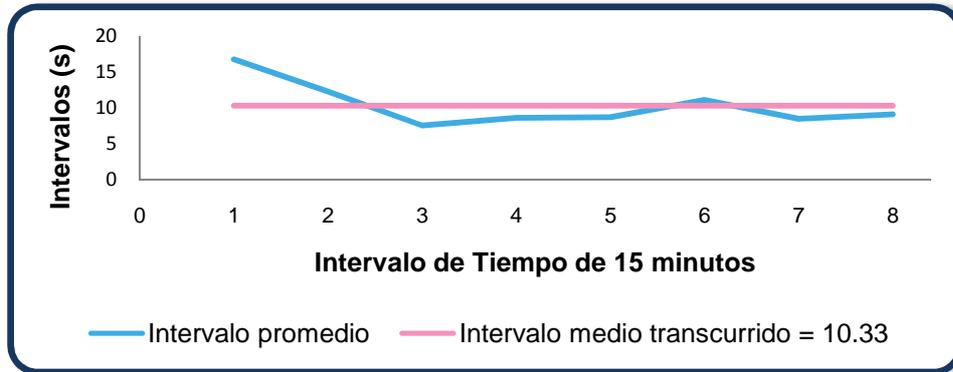


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-16 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 74.15 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el tercer intervalo (07:15-07:30) y el cuarto (07:15-07:30) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$ , es de 97.18 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos de 07:30 – 07:45, 08:00-08:15 y de 08:15-08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-17 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-17 se muestra los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 10.33 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 07:00 – 07:15, 07:15 - 07:30, 07:30 – 07:45 y 08:00 - 08:15.

**d. Primera Constituyente Carabobo: movimiento BA**

**Tabla 2-vii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	10	17.6	0	27.6	110	32.61
06:45 - 07:00	12	17.6	0	29.6	118	30.41
07:00 - 07:15	28	17.6	0	45.6	182	19.74
07:15 - 07:30	36	13.2	2.5	51.7	207	17.41
07:30 - 07:45	29	15.4	2.5	46.9	188	19.19
07:45 - 08:00	53	11	0	64	256	14.06
08:00 - 08:15	56	13.2	0	69.2	277	13.01
08:15 - 08:30	41	11	0	52	208	17.31
<b>PROMEDIO</b>				<b>48.33</b>	<b>193</b>	<b>20.47</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	155	38.63
07:30 - 08:30	232	58.03

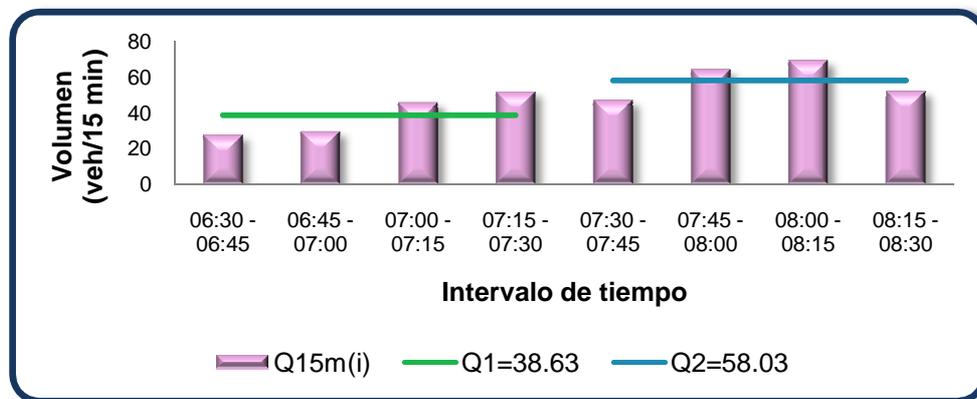
Fuente Propia: 2011-12-21

En concordancia con los valores obtenidos en la Tabla 2-vii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:15-07:30,  $q_{\max} = q_4 = 207$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 155$  veh/h, por lo tanto,  $q_4 > Q$ , lo que significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el cuarto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el sucesivo período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q'$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 277$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-18 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**



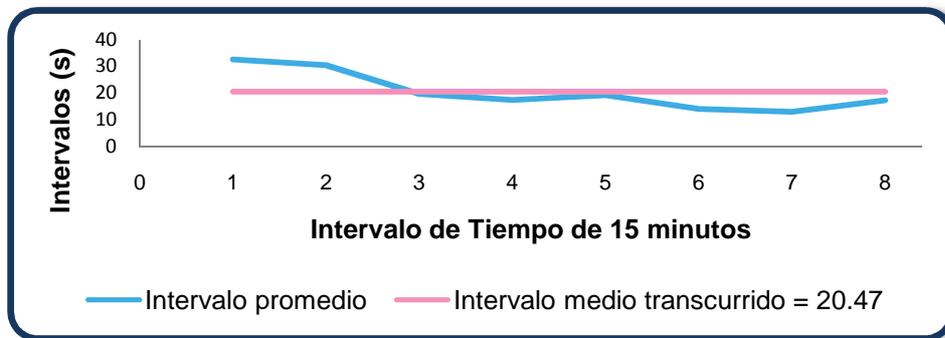
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-18 se representa los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 38.63 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el

tercer intervalo (07:15-07:30) y el cuarto (07:30-07:45) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$ , es de 58.03 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos de 07:45 – 08:00 y 08:00-08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando congestión.

**Ilustración 2-19 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-19 se muestra los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 20.47 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 07:30 – 07:45, 07:45 - 07:30, 07:45-08:00 y 08:00 - 08:15.

**e. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA**

**Tabla 2-viii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	45	0	0	45	180	20.00
06:45 - 07:00	222	0	0	222	888	4.05
07:00 - 07:15	237	0	2.5	239.5	958	3.76
07:15 - 07:30	154	0	0	154	616	5.84
07:30 - 07:45	84	0	0	84	336	10.71
07:45 - 08:00	153	0	0	153	612	5.88
08:00 - 08:15	235	0	0	235	940	3.83
08:15 - 08:30	188	0	0	188	752	4.79
<b>PROMEDIO</b>				165.06	660	7.36

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	661	165.13
07:30 - 08:30	660	165.00

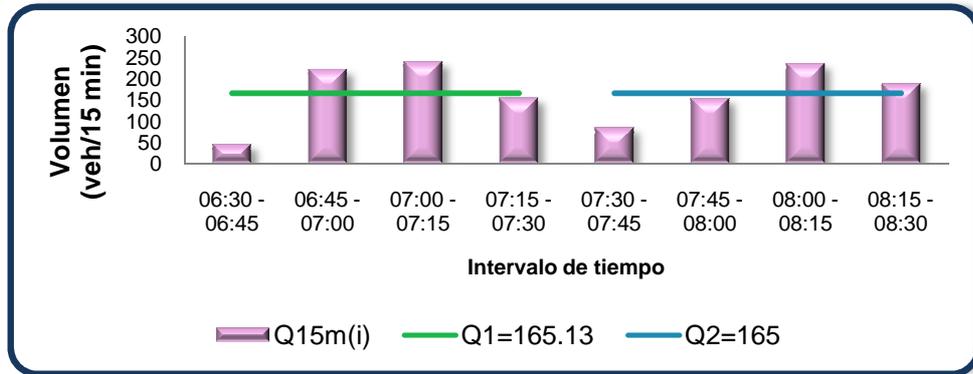
Fuente Propia: 2011-12-21

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-viii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al tercer intervalo (07:00-07:15), logrando  $q_{\max} = q_3 = 958$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 661$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 660$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el séptimo intervalo (08:00 – 08:15), alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 940$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-20 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**

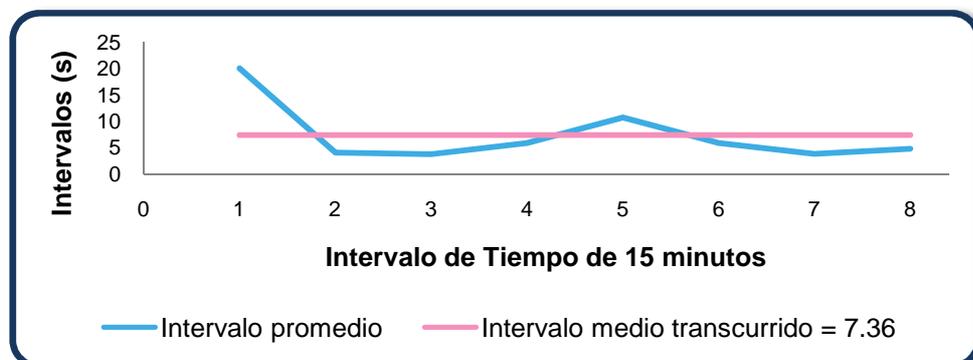


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-20 presenta los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 165.13 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:15-07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 165 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos 08:00 - 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-21 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-21 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 7.36 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 - 08:00, 08:15 – 08:30 y de 08:00 - 08:15.

**f. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**

**Tabla 2-ix Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh	
06:30 - 06:45	1	0	0	1	4	900.00	
06:45 - 07:00	11	0	0	11	44	81.82	
07:00 - 07:15	3	0	2.5	5.5	22	163.64	
07:15 - 07:30	2	0	5	7	28	128.57	
07:30 - 07:45	1	0	0	1	4	900.00	
07:45 - 08:00	4	0	2.5	6.5	26	138.46	
08:00 - 08:15	3	0	2.5	5.5	22	163.64	
08:15 - 08:30	4	0	0	4	16	225.00	
				<b>PROMEDIO</b>	5.19	21	337.64

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	25	6.13
07:30 - 08:30	17	4.25

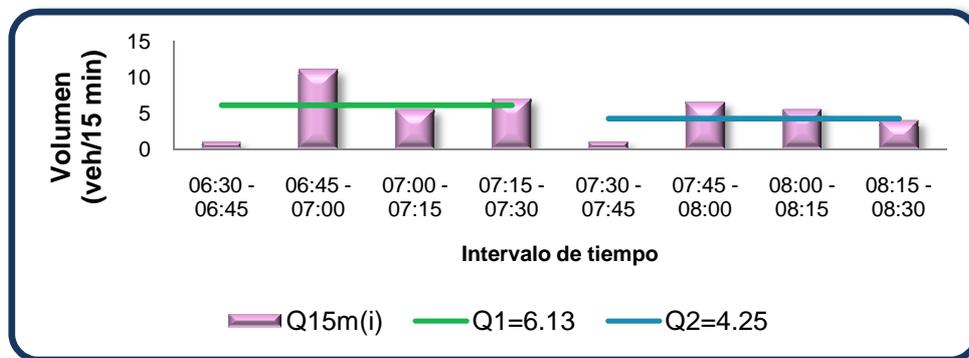
Fuente Propia: 2011-12-21

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-ix, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00-07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 44$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 25$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 17$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:45 - 08:00, alcanzando  $q_{\max} = q_6 = 26$ veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el sexto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-22 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**

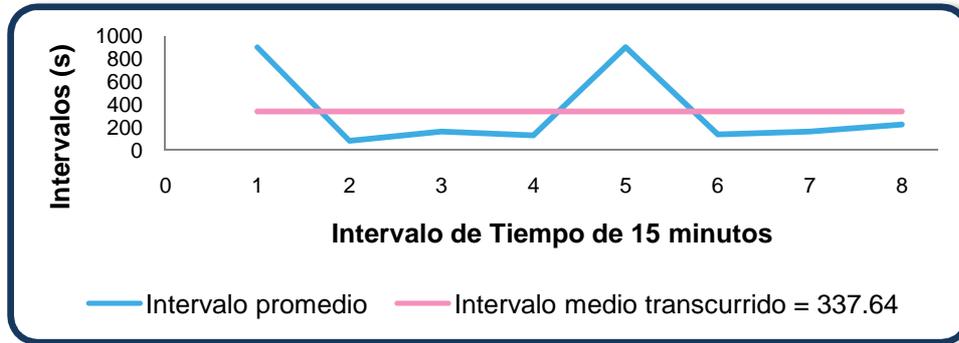


Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-22 se aprecia los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 6.13 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:15-07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 4.25 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos 07:45 – 08:00 y de 08:00 - 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión.

**Ilustración 2-23 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-23 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 337.64 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 - 08:00, 08:15 – 08:30 y de 08:00 - 08:15.

**g. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**

**Tabla 2-x Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	15	0	0	15	60	60.00
06:45 - 07:00	15	0	2.5	17.5	70	51.43
07:00 - 07:15	13	0	0	13	52	69.23
07:15 - 07:30	7	0	2.5	9.5	38	94.74
07:30 - 07:45	8	0	0	8	32	112.50
07:45 - 08:00	5	0	0	5	20	180.00
08:00 - 08:15	2	0	0	2	8	450.00
08:15 - 08:30	4	0	0	4	16	225.00
<b>PROMEDIO</b>				<b>9.25</b>	<b>37</b>	<b>155.36</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	55	13.75
07:30 - 08:30	19	4.75

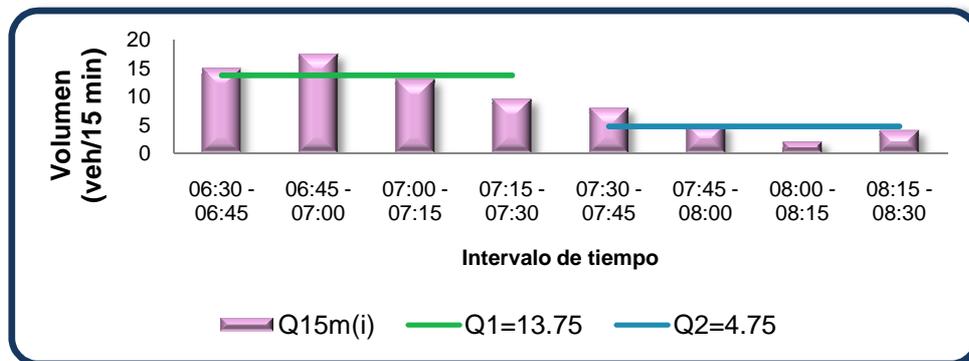
Fuente Propia: 2011-12-21

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-x, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00-07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 70$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 55$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 19$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:30 - 07:45, alcanzando  $q_{\max} = q_5 = 32$  veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el quinto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-24 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**



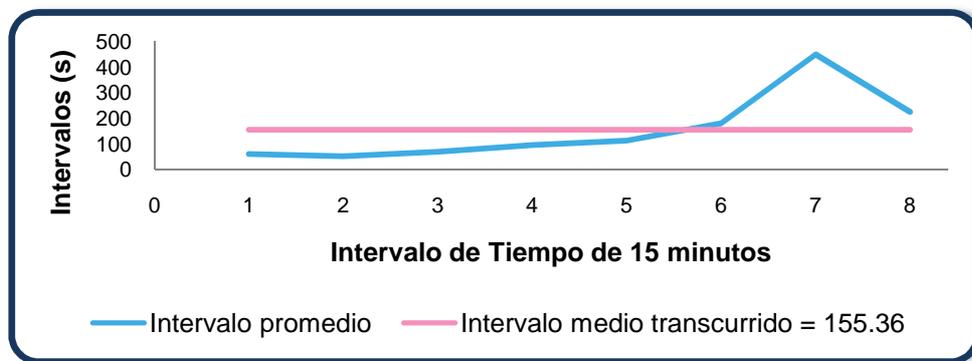
Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-24 se aprecia los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 13.75 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes

para los intervalos de 06:30 – 06:45 y de 06:45 – 07:00 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 4.75 veh/h, y se nota que el volumen vehicular correspondiente al intervalo de 07:30 - 07:45 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-25 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-25 se aprecia los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 155.36 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 7:30 y de 07:30 - 07:45.

**h. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**

**Tabla 2-xi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	9	0	0	9	36	100.00
06:45 - 07:00	31	0	10	41	164	21.95
07:00 - 07:15	18	0	2.5	20.5	82	43.90
07:15 - 07:30	11	0	2.5	13.5	54	66.67
07:30 - 07:45	15	0	0	15	60	60.00
07:45 - 08:00	5	0	0	5	20	180.00
08:00 - 08:15	6	0	0	6	24	150.00
08:15 - 08:30	10	0	2.5	12.5	50	72.00
<b>PROMEDIO</b>				15.31	61	86.82

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	84	21.00
07:30 - 08:30	39	9.63

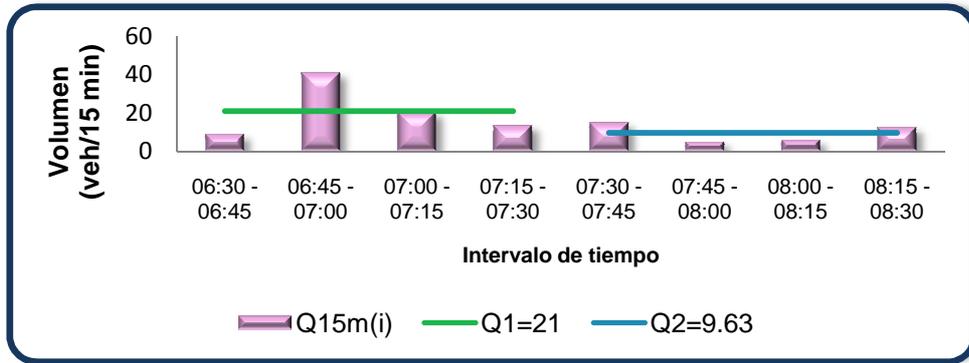
Fuente Propia: 2011-12-21

En concordancia con los valores obtenidos en la Tabla 2-xi, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00-07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 164$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 84$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 39$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:30 - 07:45, alcanzando  $q_{\max} = q_5 = 60$  veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el quinto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-26 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**

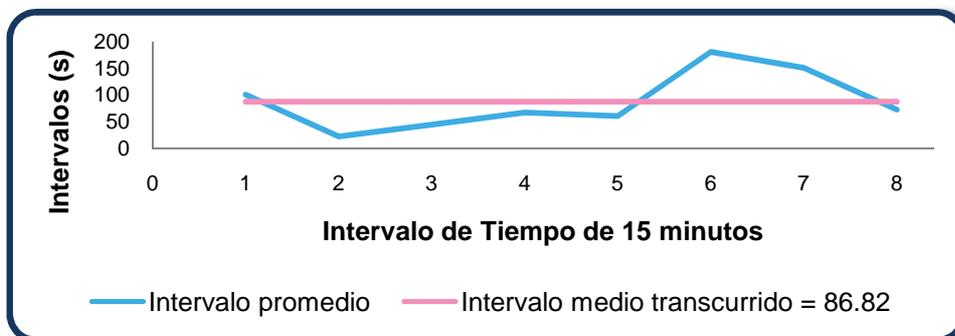


Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-26 se muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 21 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 06:45 – 07:00 sobrepasa  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 9.63 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 07:30 - 07:45 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión.

**Ilustración 2-27 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-27 se aprecia los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 86.82 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 07:00 – 07:15, 07:15 - 7:30 y de 07:30 - 07:45 y de 08:15 – 08:30.

**i. Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**

**Tabla 2-xii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	38	0	0	38	152	24
06:45 - 07:00	192	0	0	192	768	4.69
07:00 - 07:15	211	0	2.5	213.5	854	4.22
07:15 - 07:30	136	0	5	141	564	6.38
07:30 - 07:45	70	0	0	70	280	12.86
07:45 - 08:00	150	0	0	150	600	6.00
08:00 - 08:15	208	0	0	208	832	4.33
08:15 - 08:30	171	0	0	171	684	5.26
PROMEDIO				147.94	592	8.43

	Q	Q15
06:30 - 07:30	585	146.13
07:30 - 08:30	599	149.75

Fuente Propia: 2011-12-21

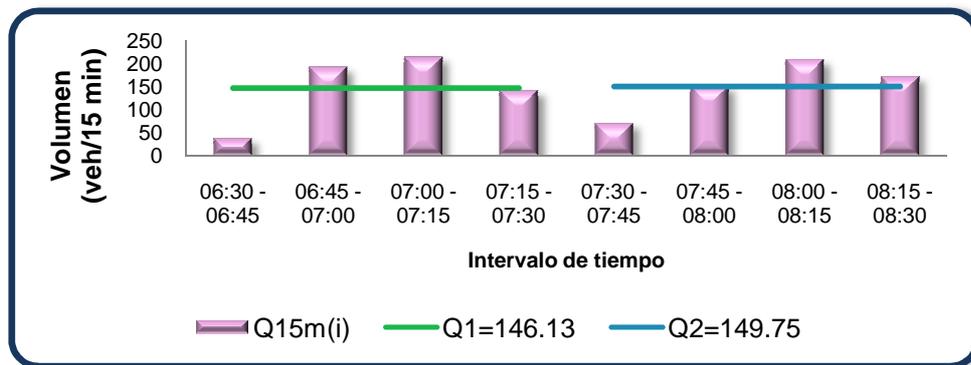
En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-xii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00-07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 854$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 585$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 599$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 832$  veh/h,

por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-28 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**

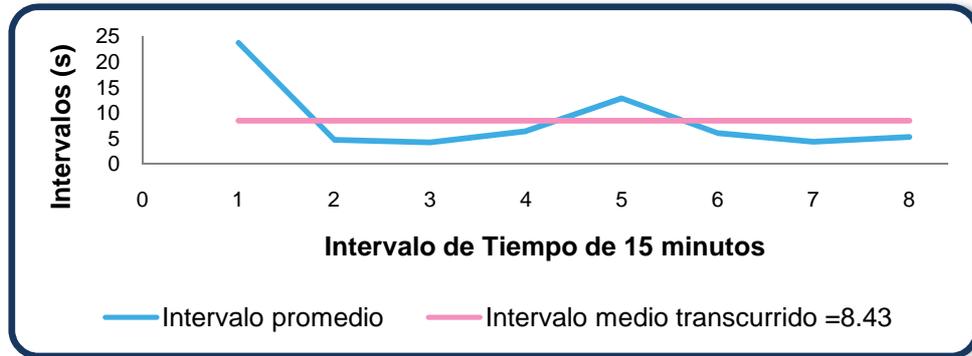


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-28 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 146.13 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 149.75 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-29 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-29 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 8.43 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 - 7:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30

**j. Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**

**Tabla 2-xiii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	16	0	0	16	64	56
06:45 - 07:00	50	0	0	50	200	18.00
07:00 - 07:15	46	0	0	46	184	19.57
07:15 - 07:30	25	0	0	25	100	36.00
07:30 - 07:45	19	0	0	19	76	47.37
07:45 - 08:00	29	0	0	29	116	31.03
08:00 - 08:15	53	0	0	53	212	16.98
08:15 - 08:30	44	0	0	44	176	20.45
<b>PROMEDIO</b>				<b>35.25</b>	<b>141</b>	<b>30.71</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	137	34.25
07:30 - 08:30	145	36.25

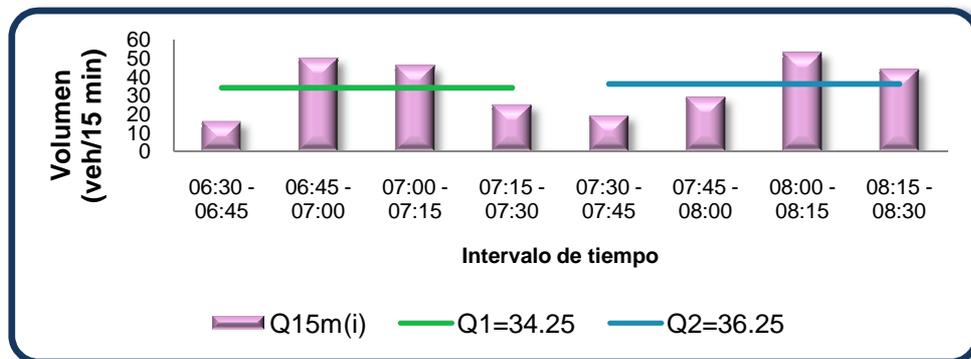
Fuente Propia: 2011-12-21

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-xiii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 – 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 200$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 137$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 145$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 212$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-30 Volúmenes en Promedio de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**



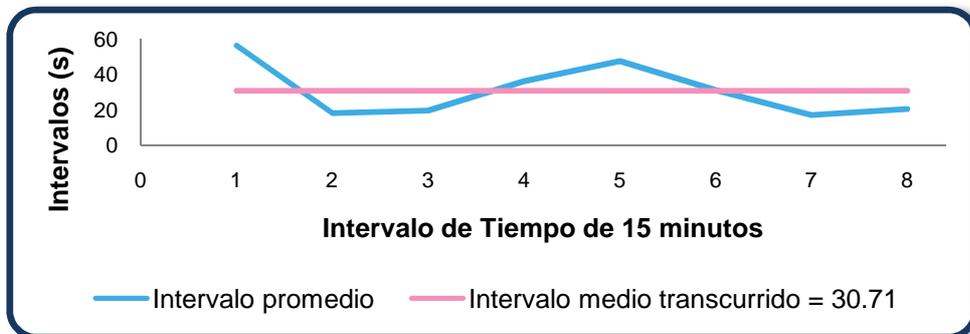
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-30 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 34.25 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 36.25 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-31 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-31 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 30.71 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**k. Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**

**Tabla 2-xiv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	38	2.2	2.5	42.7	171	21
06:45 - 07:00	84	4.4	15	103.4	414	8.70
07:00 - 07:15	80	2.2	7.5	89.7	359	10.03
07:15 - 07:30	49	4.4	5	58.4	234	15.41
07:30 - 07:45	47	2.2	10	59.2	237	15.20
07:45 - 08:00	32	4.4	7.5	43.9	176	20.50
08:00 - 08:15	45	2.2	5	52.2	209	17.24
08:15 - 08:30	41	4.4	5	50.4	202	17.86
<b>PROMEDIO</b>				62.49	250	15.75

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	294	73.55
07:30 - 08:30	206	51.43

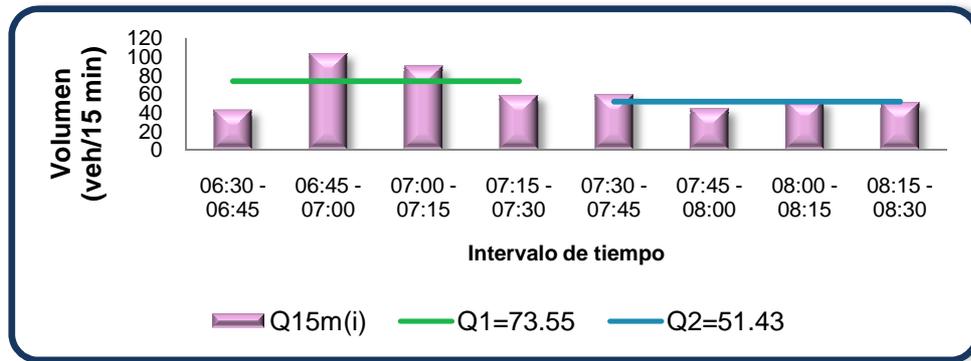
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xiv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 – 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 414$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 294$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 206$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:45 - 08:00, alcanzando  $q_{\max} = q_5 = 237$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-32 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**

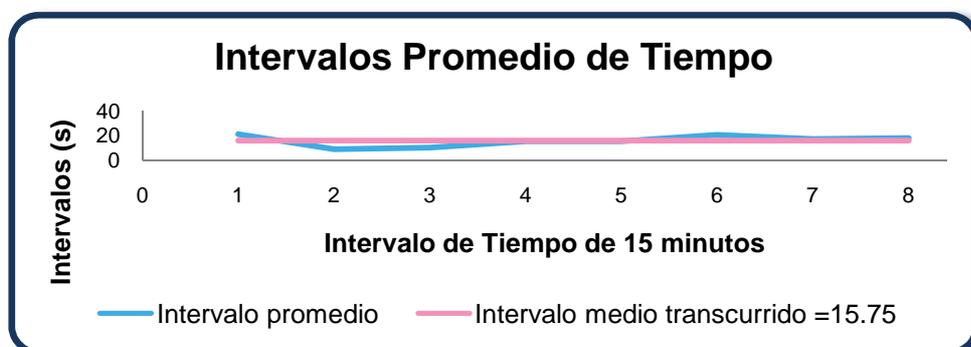


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-32 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 73.55 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 51.43 veh/h, y se nota que el volumen vehicular correspondiente al intervalo de 07:30 – 07:45 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-33 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-33 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 15.75 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15 y ligeramente de 07:30 – 07:45.

**1. Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**

**Tabla 2-xv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	8	0	0	8	32	113
06:45 - 07:00	43	0	0	43	172	20.93
07:00 - 07:15	31	0	0	31	124	29.03
07:15 - 07:30	22	0	0	22	88	40.91
07:30 - 07:45	17	0	0	17	68	52.94
07:45 - 08:00	12	0	0	12	48	75.00
08:00 - 08:15	32	0	2.5	34.5	138	26.09
08:15 - 08:30	23	0	0	23	92	39.13
<b>PROMEDIO</b>				<b>23.81</b>	<b>95</b>	<b>49.57</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	104	26.00
07:30 - 08:30	87	21.63

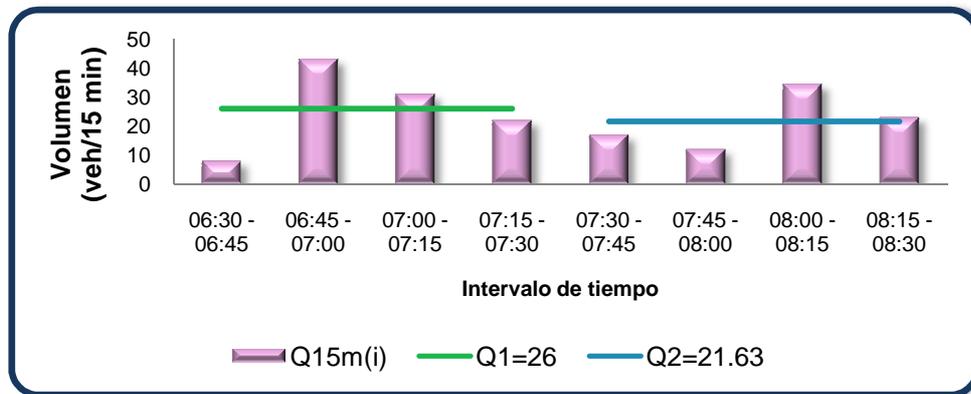
Fuente Propia: 2011-12-21

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-xv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 – 07:00, alcanzando  $q_{max} = q_2 = 172$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 299$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 87$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:45 - 08:00, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 138$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-34 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**

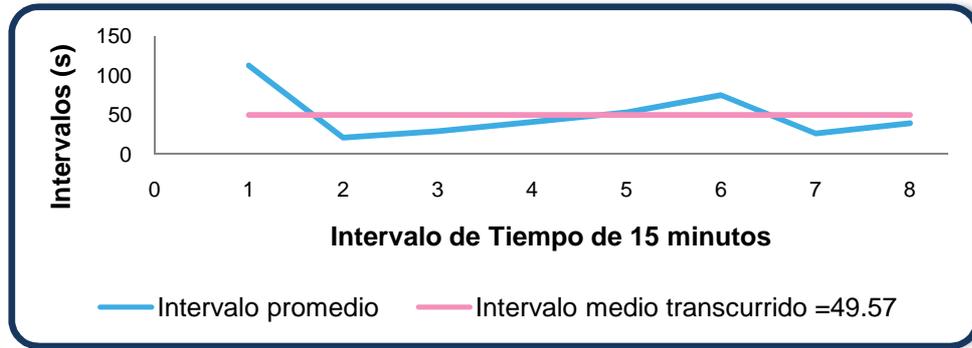


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-34 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 26 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 21.63 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-35 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-35 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 49.57 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**m. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**

**Tabla 2-xvi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	41	0	0	41	164	22
06:45 - 07:00	219	0	0	219	876	4.11
07:00 - 07:15	233	0	2.5	235.5	942	3.82
07:15 - 07:30	143	0	5	148	592	6.08
07:30 - 07:45	77	0	0	77	308	11.69
07:45 - 08:00	161	0	0	161	644	5.59
08:00 - 08:15	229	0	0	229	916	3.93
08:15 - 08:30	201	0	0	201	804	4.48
<b>PROMEDIO</b>				163.94	656	7.71

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	644	160.88
07:30 - 08:30	668	167.00

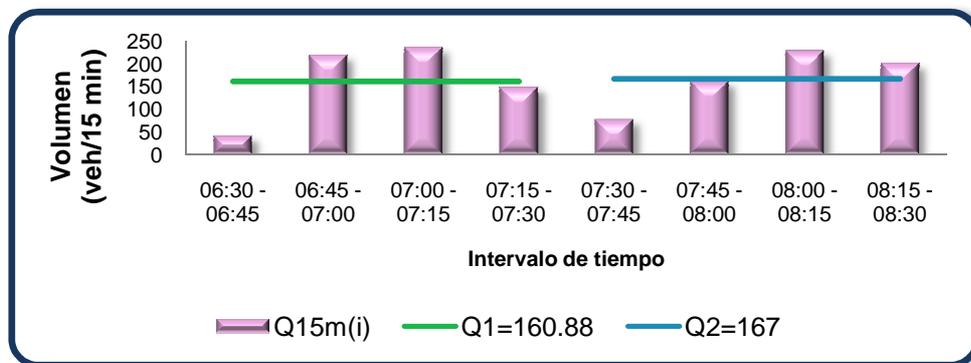
Fuente Propia: 2011-12-21

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-xvi, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 942$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 644$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 668$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 916$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-36 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**



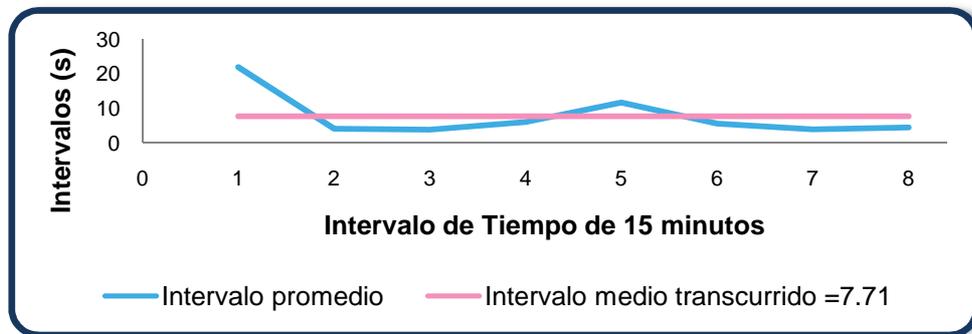
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-36 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 160.88 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para

el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 167 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión.

**Ilustración 2-37 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-37 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 7.71 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**n. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**

**Tabla 2-xvii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	11	0	0	11	44	82
06:45 - 07:00	21	0	0	21	84	42.86
07:00 - 07:15	13	0	0	13	52	69.23
07:15 - 07:30	20	0	0	20	80	45.00
07:30 - 07:45	13	0	0	13	52	69.23
07:45 - 08:00	17	0	0	17	68	52.94
08:00 - 08:15	23	0	0	23	92	39.13
08:15 - 08:30	22	0	0	22	88	40.91
<b>PROMEDIO</b>				17.50	70	55.14

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	65	16.25
07:30 - 08:30	75	18.75

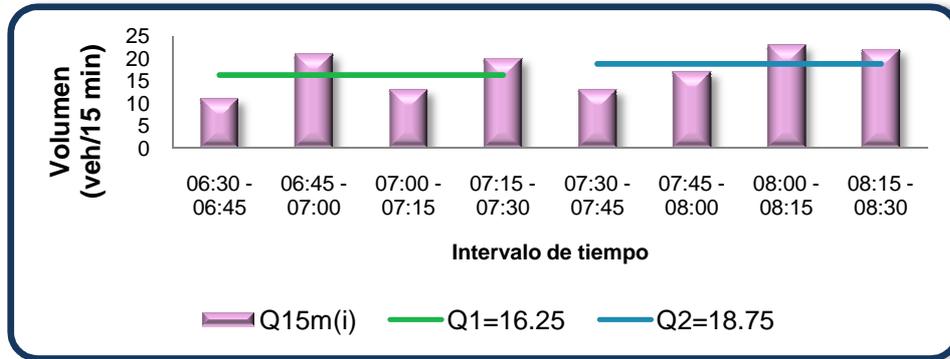
Fuente Propia: 2011-12-21

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-xvii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 - 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 84$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 65$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 - 08:30, el volumen horario  $Q' = 75$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 92$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-38 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**

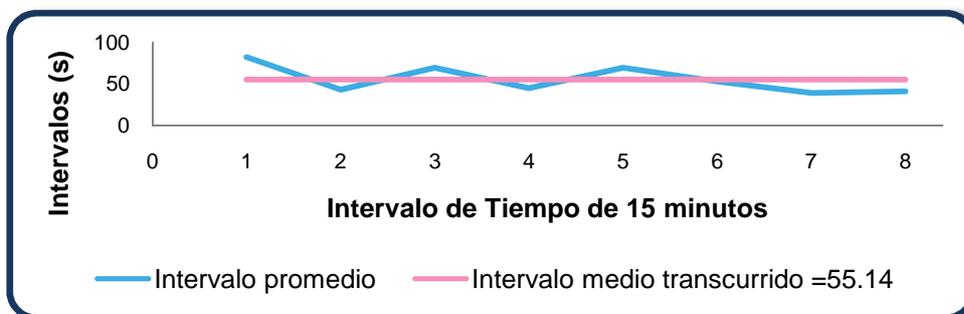


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-38 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 16.25 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:15 – 07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 18.75 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando congestión.

**Ilustración 2-39 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-39 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 7.71 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**o. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD**

**Tabla 2-xviii Resumen de Datos de en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	23	0	0	23	92	39
06:45 - 07:00	65	0	0	65	260	13.85
07:00 - 07:15	115	0	2.5	117.5	470	7.66
07:15 - 07:30	75	0	2.5	77.5	310	11.61
07:30 - 07:45	74	0	2.5	76.5	306	11.76
07:45 - 08:00	76	0	0	76	304	11.84
08:00 - 08:15	57	0	0	57	228	15.79
08:15 - 08:30	65	0	2.5	67.5	270	13.33
<b>PROMEDIO</b>				<b>70.00</b>	<b>280</b>	<b>15.62</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	283	70.75
07:30 - 08:30	277	69.25

Fuente Propia: 2011-12-21

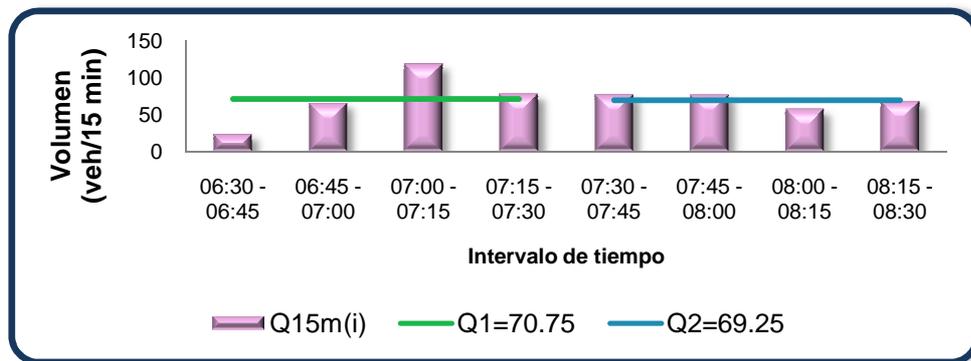
En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-xviii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 470$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 238$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 306$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:30 – 07:45, alcanzando  $q_{\max} = q_5 = 306$

veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el quinto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-40 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD**

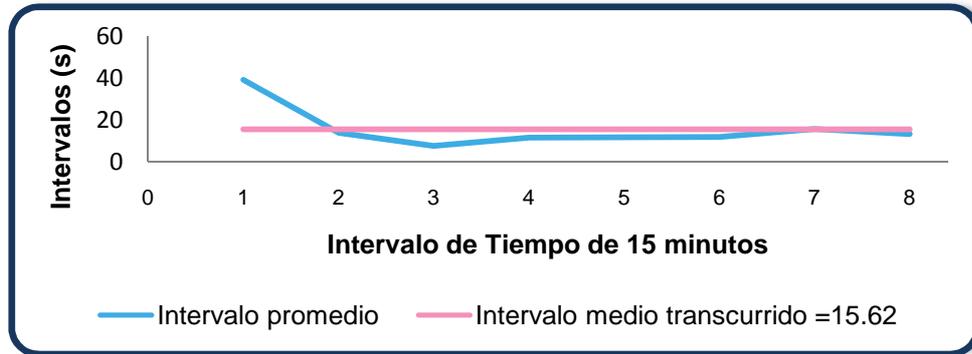


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-40 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 70.75 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 07:00 – 07:15 y de 07:15 – 07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

En el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 69.25 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 07:30 – 07:45 y de 07:45 - 08:00 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión.

**Ilustración 2-41 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-41 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 15.62s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30 y de 07:45 – 08:00.

**p. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA**

**Tabla 2-xix Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	14	0	0	14	56	64
06:45 - 07:00	25	0	0	25	100	36.00
07:00 - 07:15	26	0	0	26	104	34.62
07:15 - 07:30	19	0	0	19	76	47.37
07:30 - 07:45	13	0	0	13	52	69.23
07:45 - 08:00	21	0	0	21	84	42.86
08:00 - 08:15	36	0	0	36	144	25.00
08:15 - 08:30	17	0	0	17	68	52.94
<b>PROMEDIO</b>				21.38	86	46.54

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	84	21.00
07:30 - 08:30	87	21.75

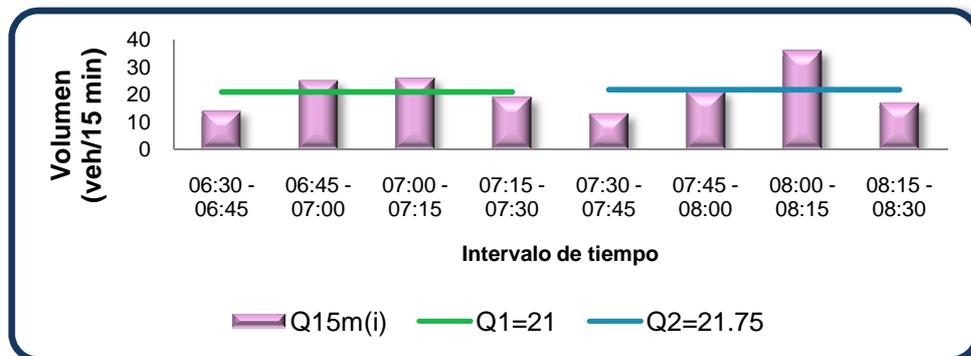
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xix, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 104$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 84$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 87$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 144$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-42 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA**



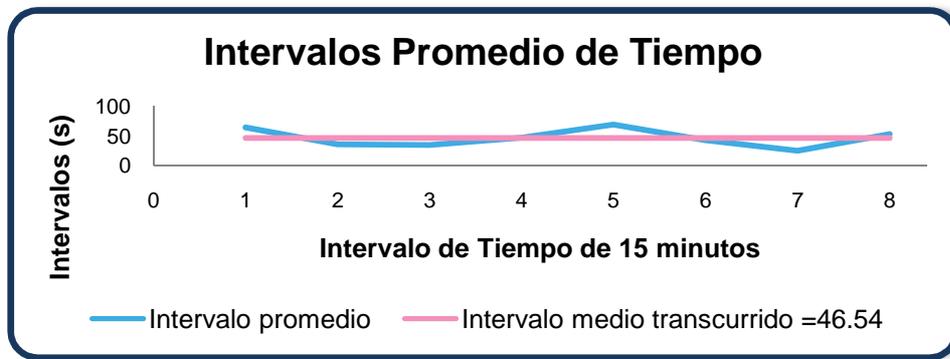
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-42 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 21 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 07:00 – 07:15 y de 07:15 – 07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 21.75 veh/h, y se nota que el volumen vehicular correspondiente al intervalo de 08:00 – 08:15 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-43 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-43 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 46.54 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15.

**q. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**

**Tabla 2-xx Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	37	0	0	37	148	24
06:45 - 07:00	223	0	0	223	892	4.04
07:00 - 07:15	231	0	2.5	233.5	934	3.85
07:15 - 07:30	151	0	5	156	624	5.77
07:30 - 07:45	81	0	0	81	324	11.11
07:45 - 08:00	150	0	0	150	600	6.00
08:00 - 08:15	218	0	0	218	872	4.13
08:15 - 08:30	215	0	0	215	860	4.19
<b>PROMEDIO</b>				164.19	657	7.93

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	650	162.38
07:30 - 08:30	664	166.00

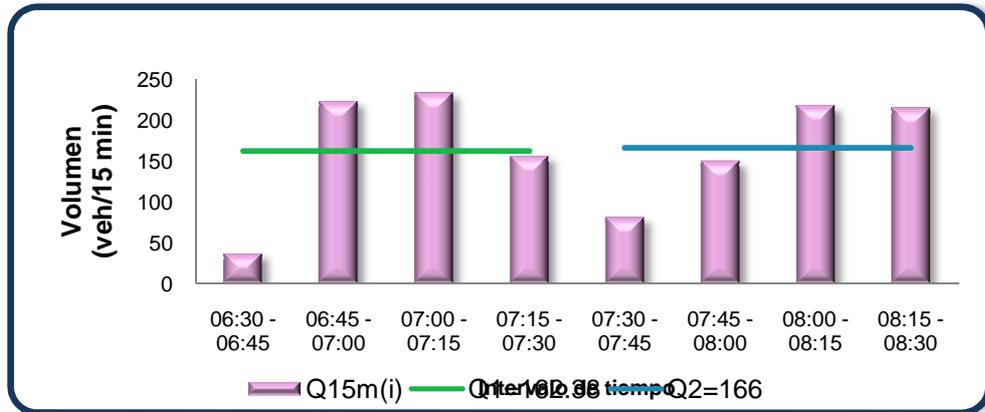
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente en la Tabla 2-xx, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 934$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 650$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 664$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 872$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-44 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**

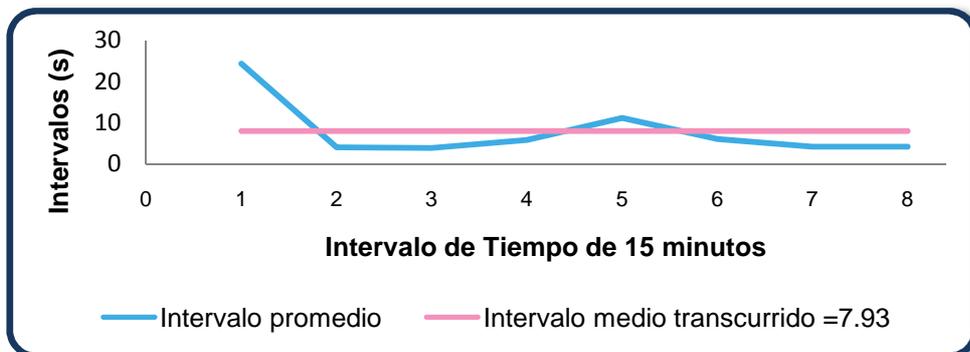


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-44 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 168.38 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 166 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes a los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-45 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-45 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 15.62 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**r. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**

**Tabla 2-xxi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	2	0	0	2	8	450
06:45 - 07:00	12	0	0	12	48	75.00
07:00 - 07:15	21	0	0	21	84	42.86
07:15 - 07:30	13	0	0	13	52	69.23
07:30 - 07:45	9	0	0	9	36	100.00
07:45 - 08:00	19	0	0	19	76	47.37
08:00 - 08:15	37	0	0	37	148	24.32
08:15 - 08:30	10	0	0	10	40	90.00
PROMEDIO				15.38	62	112.35

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	48	12.00
07:30 - 08:30	75	18.75

Fuente Propia: 2011-12-21

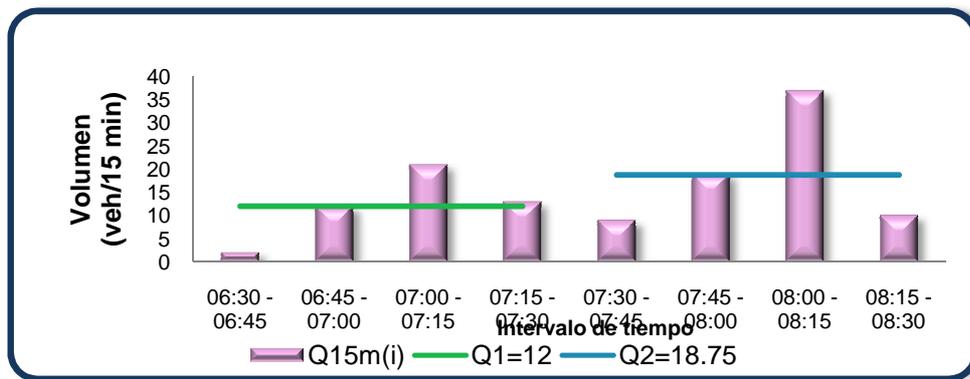
De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxi, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 84$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 48$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 75$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 148$

veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-46 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**

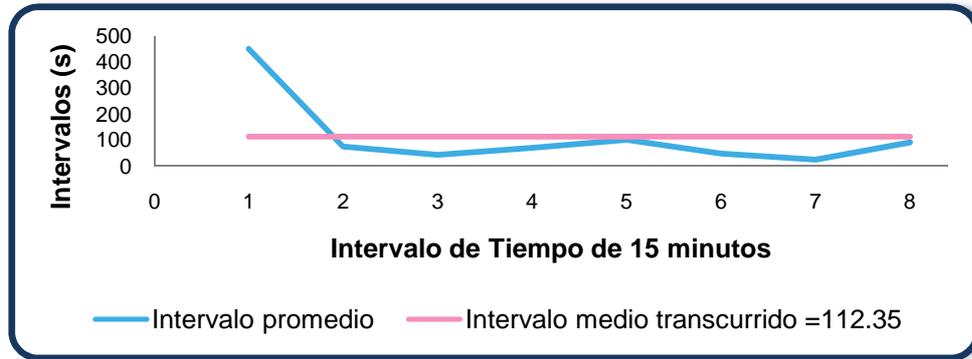


Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-46 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 12 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 18.75 veh/h, y se nota que el volumen vehicular correspondiente al intervalo de 08:00 – 08:15 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-47 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-47 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 112.35 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:30 – 07:45, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**s. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD**

**Tabla 2-xxii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	25	6.6	0	31.6	126	28
06:45 - 07:00	66	8.8	0	74.8	299	12.03
07:00 - 07:15	48	6.6	2.5	57.1	228	15.76
07:15 - 07:30	45	6.6	2.5	54.1	216	16.64
07:30 - 07:45	27	6.6	0	33.6	134	26.79
07:45 - 08:00	28	4.4	0	32.4	130	27.78
08:00 - 08:15	47	4.4	0	51.4	206	17.51
08:15 - 08:30	25	4.4	0	29.4	118	30.61
<b>PROMEDIO</b>				<b>45.55</b>	<b>182</b>	<b>21.95</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	218	54.40
07:30 - 08:30	147	36.70

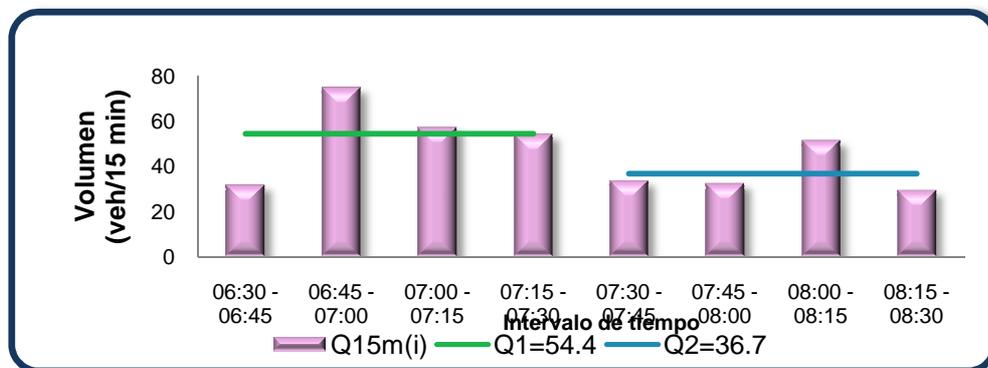
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 - 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 299$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 48$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 - 08:30, el volumen horario  $Q' = 147$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 206$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-48 Volúmenes en Períodos de 15 minutos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD**



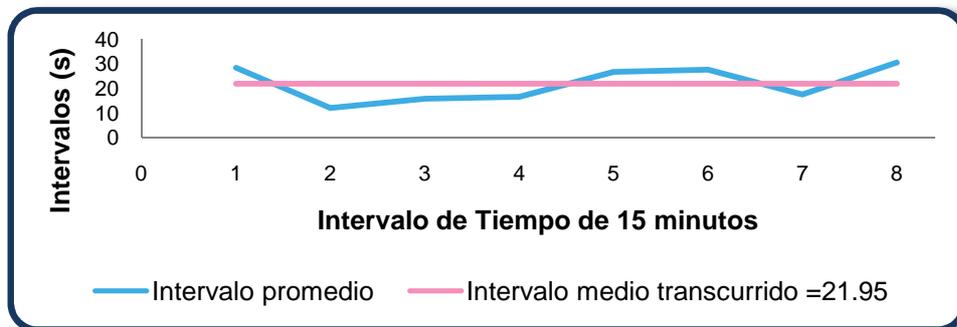
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-48 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 - 07:30,  $Q_1$ , es de 54.4 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00-07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 36.7 veh/h, y se nota que el volumen vehicular correspondiente al intervalo de 08:00 – 08:15 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-49 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-49 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 21.95 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30 y de 08:00 – 08:15.

**t. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**

**Tabla 2-xxiii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	14	0	0	14	56	64
06:45 - 07:00	15	0	0	15	60	60.00
07:00 - 07:15	12	0	0	12	48	75.00
07:15 - 07:30	10	0	0	10	40	90.00
07:30 - 07:45	11	0	0	11	44	81.82
07:45 - 08:00	30	0	0	30	120	30.00
08:00 - 08:15	40	0	0	40	160	22.50
08:15 - 08:30	11	0	0	11	44	81.82
<b>PROMEDIO</b>				17.88	72	63.18

	<b>Q</b>	<b>Q<sub>15</sub></b>
06:30 - 07:30	51	12.75
07:30 - 08:30	92	23.00

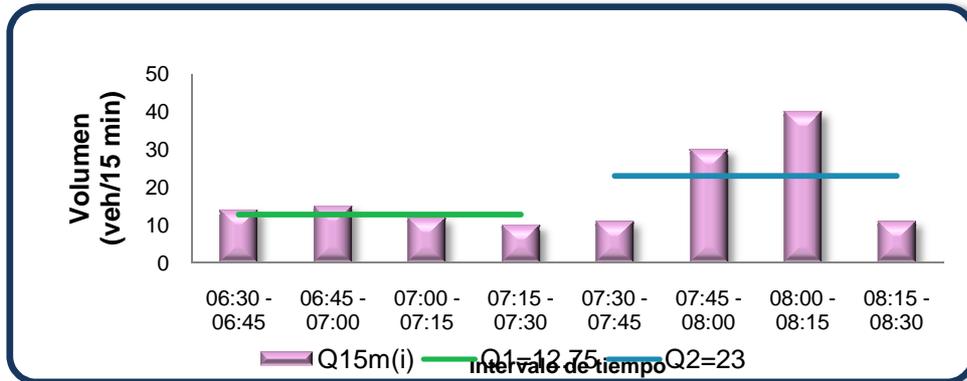
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxiii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 - 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 60$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 51$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 - 08:30, el volumen horario  $Q' = 92$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 160$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-50 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**

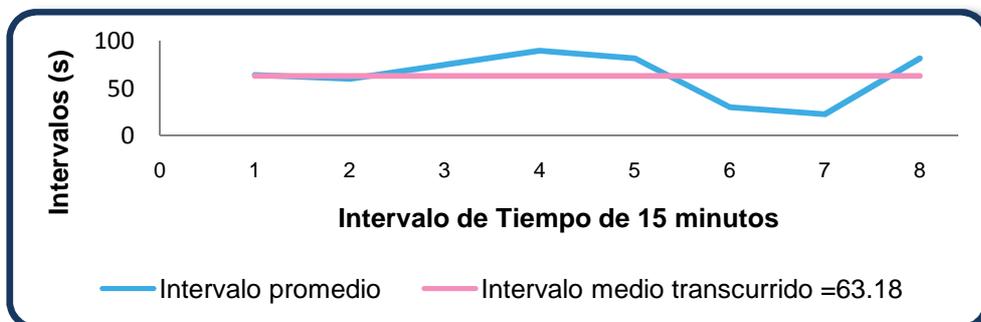


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-50 refleja los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 12.75 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:30 – 06:45 y de 06:45 – 07:00 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 36.7 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes al intervalo de 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-51 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-51 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 63.18 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15.

**u. Primera Constituyente y España: movimiento CA**

**Tabla 2-xxiv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	31	0	0	31	124	29
06:45 - 07:00	219	0	0	219	876	4.11
07:00 - 07:15	243	0	0	243	972	3.70
07:15 - 07:30	148	0	5	153	612	5.88
07:30 - 07:45	73	0	0	73	292	12.33
07:45 - 08:00	151	0	0	151	604	5.96
08:00 - 08:15	238	0	0	238	952	3.78
08:15 - 08:30	220	0	0	220	880	4.09
PROMEDIO				166.00	664	8.61

	Q	Q15
06:30 - 07:30	646	161.50
07:30 - 08:30	682	170.50

Fuente Propia: 2011-12-21

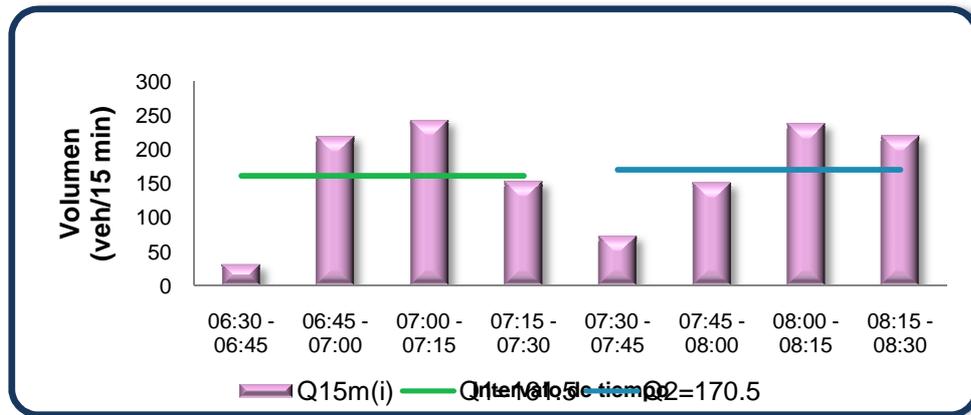
De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxiv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{max} = q_3 = 972$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 646$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 668$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{max} = q_7 = 952$

veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-52 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA**

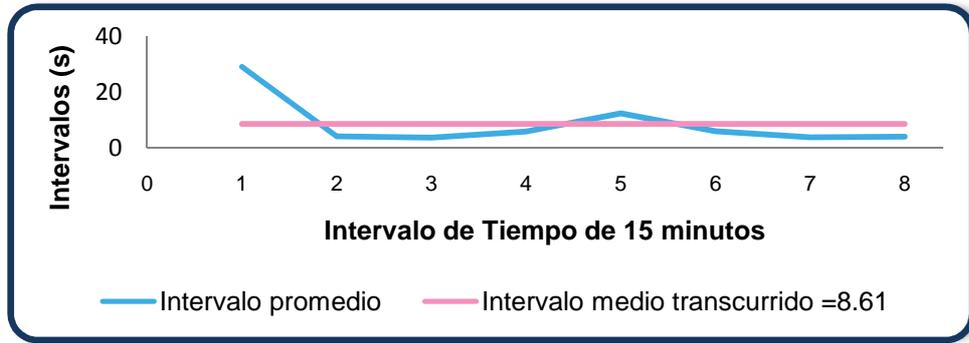


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-52 refleja los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 161.5 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 36.7 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares correspondientes al intervalo de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-53 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-53 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 8.61 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**v. Primera Constituyente y España: movimiento CD**

**Tabla 2-xxv Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	5	0	0	5	20	180
06:45 - 07:00	14	2.2	0	16.2	65	55.56
07:00 - 07:15	20	0	0	20	80	45.00
07:15 - 07:30	8	0	0	8	32	112.50
07:30 - 07:45	10	0	0	10	40	90.00
07:45 - 08:00	14	2.2	2.5	18.7	75	48.13
08:00 - 08:15	10	0	0	10	40	90.00
08:15 - 08:30	6	0	0	6	24	150.00
<b>PROMEDIO</b>				<b>11.74</b>	<b>47</b>	<b>96.40</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	54	13.55
07:30 - 08:30	46	11.61

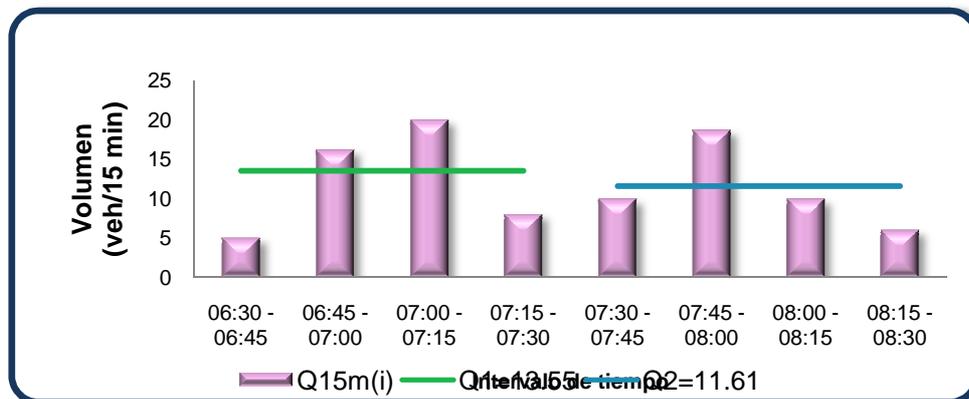
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 80$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 54$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 46$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_6 = 75$  veh/h, por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el sexto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-54 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD**



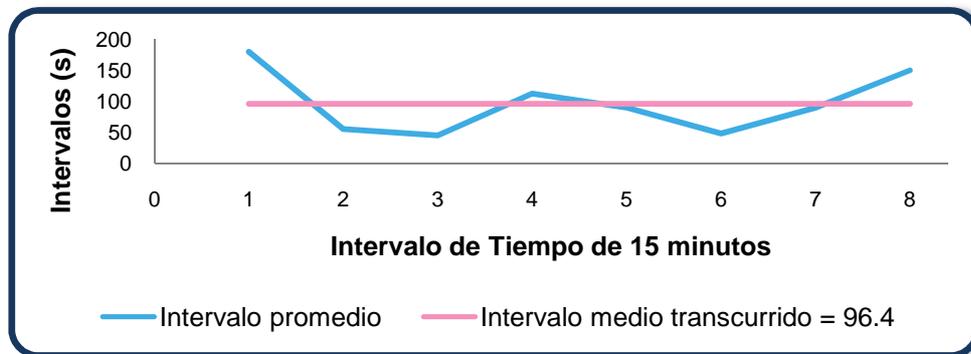
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-54 refleja los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 13.55veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para

los intervalos de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 11.61 veh/h, y se nota que el volumen vehicular del intervalo de 08:00 – 08:15 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-55 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-55 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 96.4 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:30 – 07:45, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15.

**w. Primera Constituyente y España: movimiento BD**

**Tabla 2-xxvi Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	18	4.4	0	22.4	90	40
06:45 - 07:00	33	6.6	0	39.6	158	22.73
07:00 - 07:15	84	2.2	2.5	88.7	355	10.15
07:15 - 07:30	41	4.4	0	45.4	182	19.82
07:30 - 07:45	35	2.2	0	37.2	149	24.19
07:45 - 08:00	50	4.4	0	54.4	218	16.54
08:00 - 08:15	48	2.2	2.5	52.7	211	17.08
08:15 - 08:30	11	4.4	2.5	17.9	72	50.28
PROMEDIO				44.79	179	25.12

	Q	Q15
06:30 - 07:30	196	49.03
07:30 - 08:30	162	40.55

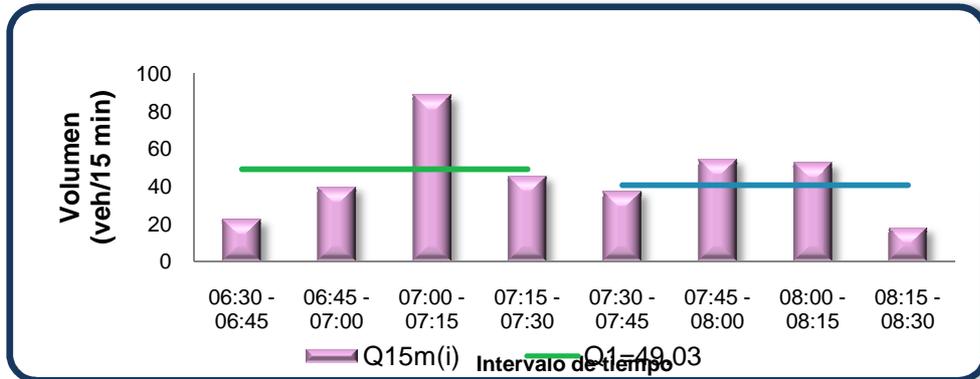
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxvi, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 355$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 196$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 162$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:45 – 08:00, alcanzando  $q_{\max} = q_6 = 218$  veh/h, por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el sexto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

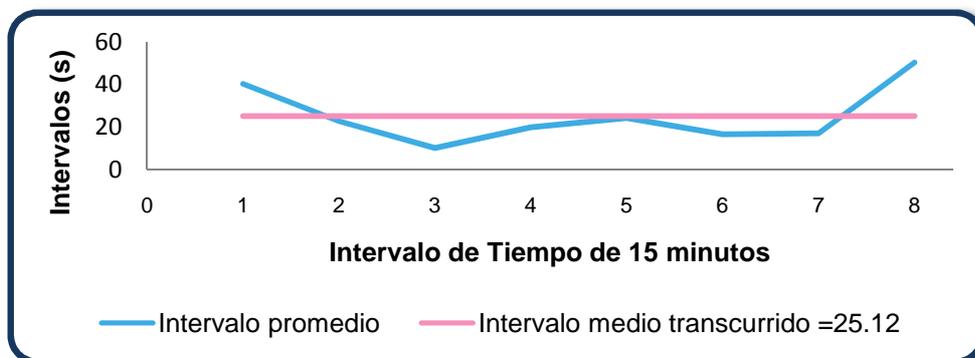
Ilustración 2-56 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD



Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-56 refleja los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 49.03 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 07:00 – 07:15 sobrepasa  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo. Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 40.55 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

Ilustración 2-57 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-57 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 25.12 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07: 30 – 07:45, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15.

**x. Primera Constituyente y España: movimiento BA**

**Tabla 2-xxvii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	9	0	0	9	36	100
06:45 - 07:00	18	0	0	18	72	50.00
07:00 - 07:15	11	0	2.5	13.5	54	66.67
07:15 - 07:30	18	0	0	18	72	50.00
07:30 - 07:45	19	0	0	19	76	47.37
07:45 - 08:00	17	0	0	17	68	52.94
08:00 - 08:15	18	0	0	18	72	50.00
08:15 - 08:30	12	0	0	12	48	75.00
PROMEDIO				15.56	62	61.50

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	59	14.63
07:30 - 08:30	66	16.50

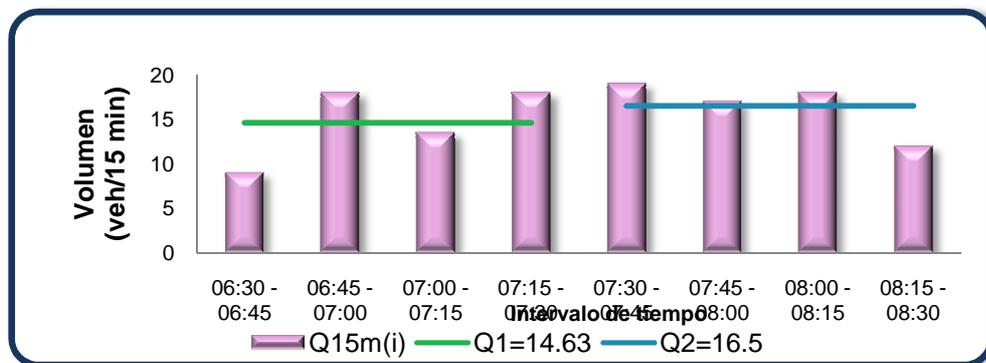
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxvii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 – 07:00 y se repite en el intervalo de 07:15 – 07:30, alcanzando  $q_{max} = q_3 = q_5 = 72$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 59$  veh/h, por lo tanto,  $q_{max} > Q$ , lo que indica que las frecuencias con la que pasaron los vehículos éstos intervalos fueron mayores que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 66$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 68$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-58 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA**

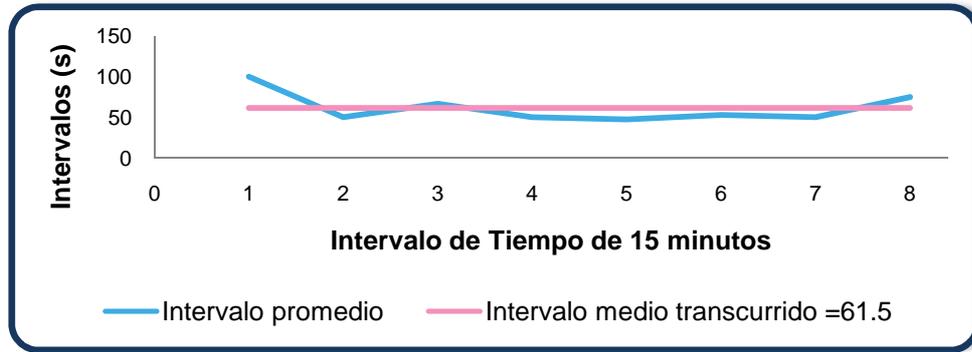


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-58 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 14.63 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que e de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 16.5 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:30 – 07: 45, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-59 Intervalos Promedio de Tiempo en el Período de la Mañana en la Primera Constituyente y España: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-59 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 61.5 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:15 – 07:30, 07: 30 – 07:45, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15.

**y. Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**

**Tabla 2-xxviii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	36	0	0	36	144	25
06:45 - 07:00	222	2.2	0	224.2	897	4.01
07:00 - 07:15	251	0	0	251	1004	3.59
07:15 - 07:30	153	0	5	158	632	5.70
07:30 - 07:45	76	0	0	76	304	11.84
07:45 - 08:00	156	2.2	2.5	160.7	643	5.60
08:00 - 08:15	238	0	0	238	952	3.78
08:15 - 08:30	225	0	0	225	900	4.00
<b>PROMEDIO</b>				171.11	684	7.94

	Q	Q15
06:30 - 07:30	669	167.30
07:30 - 08:30	700	174.93

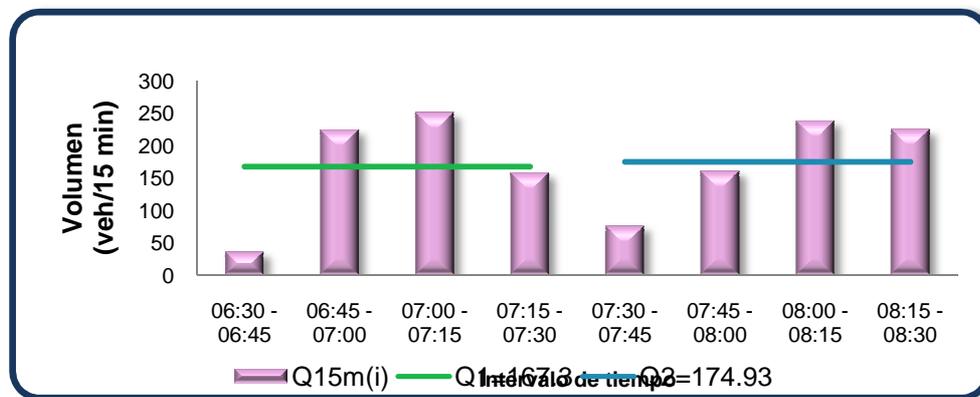
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxviii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 1004$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 669$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 700$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 952$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-60 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**



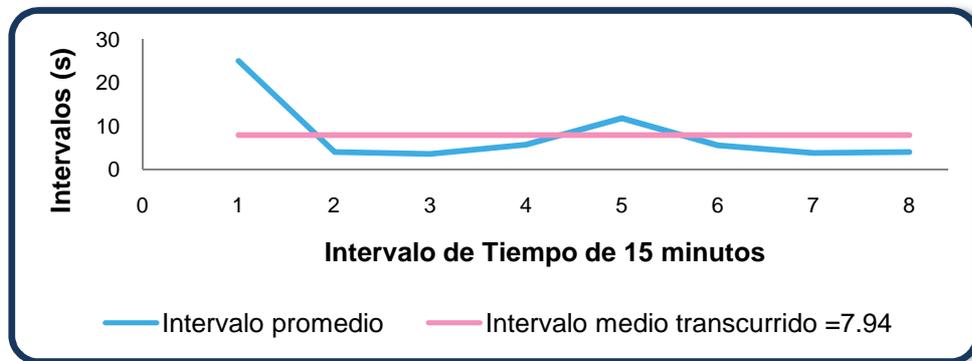
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-60 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 167.3 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para

los intervalos 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 174.93 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 08:00 – 08:15, 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-61 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-61 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 7.94 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**z. Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD**

**Tabla 2-xxix Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	5	0	0	5	20	180
06:45 - 07:00	13	0	0	13	52	69.23
07:00 - 07:15	25	0	0	25	100	36.00
07:15 - 07:30	17	0	0	17	68	52.94
07:30 - 07:45	7	0	0	7	28	128.57
07:45 - 08:00	11	0	0	11	44	81.82
08:00 - 08:15	9	0	0	9	36	100.00
08:15 - 08:30	16	0	5	21	84	42.86
<b>PROMEDIO</b>				13.50	54	86.43

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	60	15.00
07:30 - 08:30	48	12.00

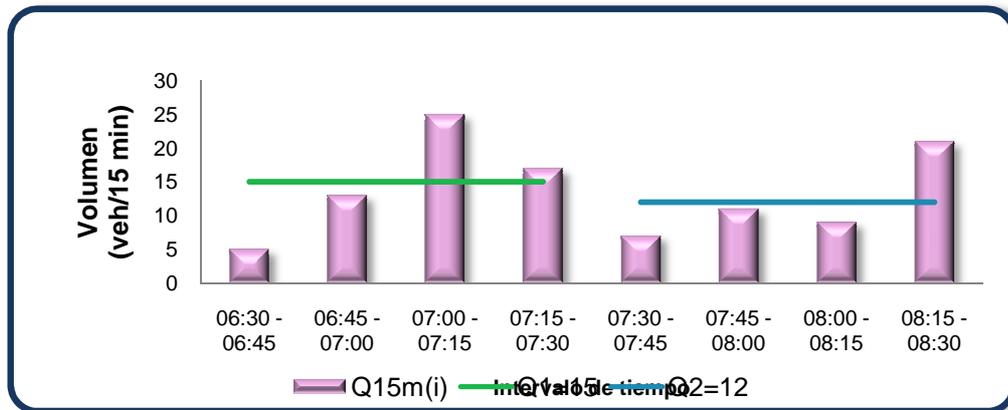
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxix, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 100$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 60$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 48$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:15 – 08:30, alcanzando  $q_{\max} = q_8 = 84$  veh/h, por lo tanto,  $q_8 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el octavo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-62 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD**

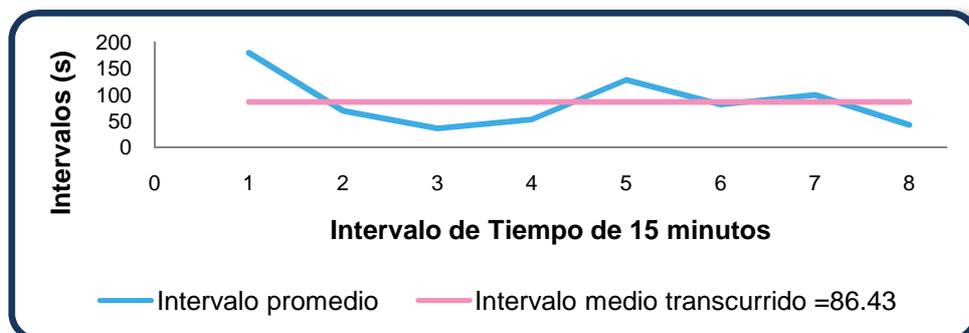


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-62 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 15 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 07:00 – 07:15 sobrepasa  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 12 veh/h, y se nota que el volumen vehicular del intervalo de 08:15 – 08:30 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-63 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-63 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 86.43 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00 y de 08:15 – 08:30.

**aa. Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**

**Tabla 2-xxx Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	35	0	0	35	140	26
06:45 - 07:00	111	0	2.5	113.5	454	7.93
07:00 - 07:15	132	0	2.5	134.5	538	6.69
07:15 - 07:30	92	0	2.5	94.5	378	9.52
07:30 - 07:45	63	0	5	68	272	13.24
07:45 - 08:00	77	0	7.5	84.5	338	10.65
08:00 - 08:15	47	0	5	52	208	17.31
08:15 - 08:30	45	0	0	45	180	20.00
<b>PROMEDIO</b>				<b>78.38</b>	<b>314</b>	<b>13.88</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	378	94.38
07:30 - 08:30	250	62.38

Fuente Propia: 2011-12-21

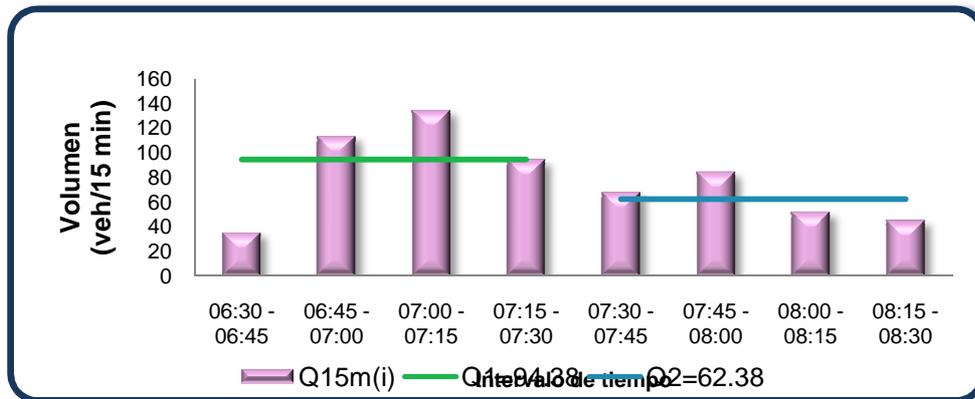
De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxx, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 538$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 378$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 250$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:45 - 08:00, alcanzando  $q_{\max} = q_6 = 338$  veh/h,

por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el sexto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-64 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**

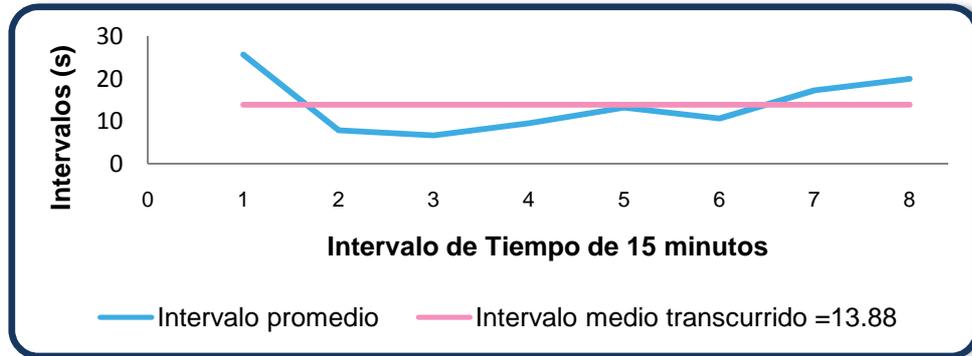


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-64 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 94.38 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 62.38 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:30 – 07:45 y de 07:45 - 08:00 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-65 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-65 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 13.68 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:15 – 07:30, 07:30 – 07:45 y de 07:45 – 08:00.

**bb. Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**

**Tabla 2-xxxi Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	1	0	0	1	4	900.00
06:45 - 07:00	15	0	0	15	60	60.00
07:00 - 07:15	14	0	0	14	56	64.29
07:15 - 07:30	4	0	0	4	16	225.00
07:30 - 07:45	8	0	0	8	32	112.50
07:45 - 08:00	10	0	0	10	40	90.00
08:00 - 08:15	12	0	0	12	48	75.00
08:15 - 08:30	3	0	0	3	12	300.00
<b>PROMEDIO</b>				<b>8.38</b>	<b>34</b>	<b>228.35</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	34	8.50
07:30 - 08:30	33	8.25

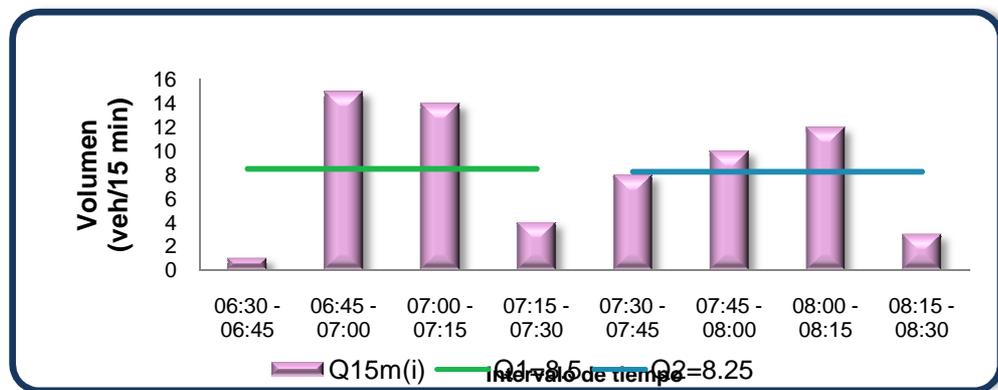
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxxii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:45 – 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_2 = 60$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 34$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 38$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 – 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 48$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-66 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**



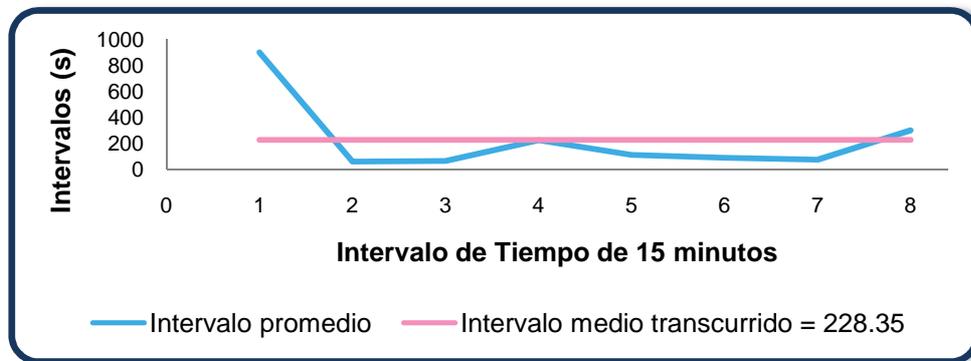
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-66 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 8.5 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 8.25 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:45 - 08:00 y de 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión en dichos intervalos

**Ilustración 2-67 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-67 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 228.35 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 - 07:15, 07:30 – 07:45, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15

**cc. Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**

**Tabla 2-xxxii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	41	0	0	41	164	22
06:45 - 07:00	226	2.2	0	228.2	913	3.94
07:00 - 07:15	247	0	0	247	988	3.64
07:15 - 07:30	158	0	5	163	652	5.52
07:30 - 07:45	78	0	0	78	312	11.54
07:45 - 08:00	157	2.2	0	159.2	637	5.65
08:00 - 08:15	229	0	0	229	916	3.93
08:15 - 08:30	234	0	5	239	956	3.77
<b>PROMEDIO</b>				173.05	692	7.49

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	679	169.80
07:30 - 08:30	705	176.30

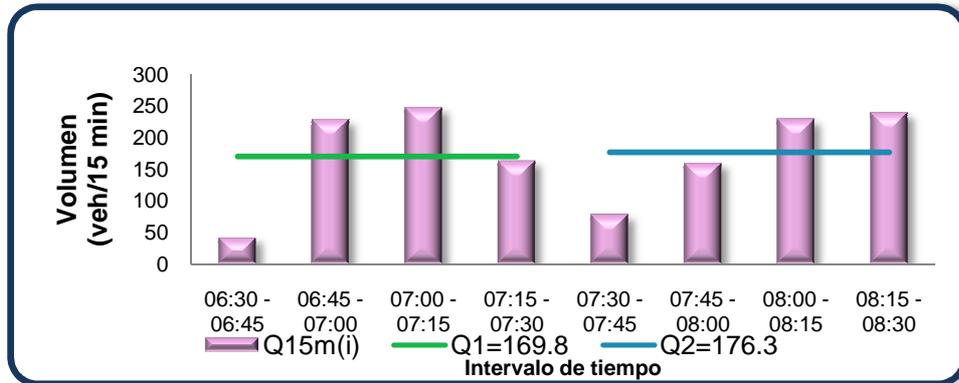
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxxii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 988$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 679$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 706$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:15 – 08:30, alcanzando  $q_{\max} = q_8 = 956$  veh/h, por lo tanto,  $q_8 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el octavo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

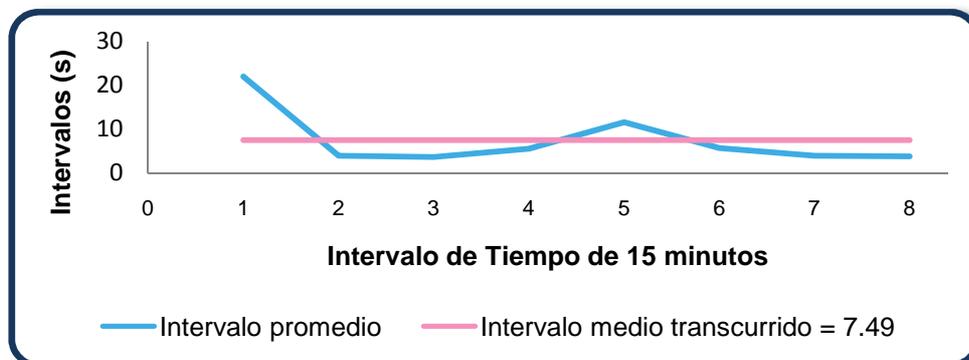
**Ilustración 2-68 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-68 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 169.8 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos. Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 176.3 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-69 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-69 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 7.49 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 - 07:15, 07:15 - 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15, 08:15 – 08:30.

**dd. Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**

**Tabla 2-xxxiii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	14	0	0	14	56	64
06:45 - 07:00	14	0	0	14	56	64.29
07:00 - 07:15	11	0	0	11	44	81.82
07:15 - 07:30	11	0	0	11	44	81.82
07:30 - 07:45	7	0	2.5	9.5	38	94.74
07:45 - 08:00	5	0	0	5	20	180.00
08:00 - 08:15	8	0	0	8	32	112.50
08:15 - 08:30	5	0	0	5	20	180.00
<b>PROMEDIO</b>				9.69	39	107.43

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	50	12.50
07:30 - 08:30	28	6.88

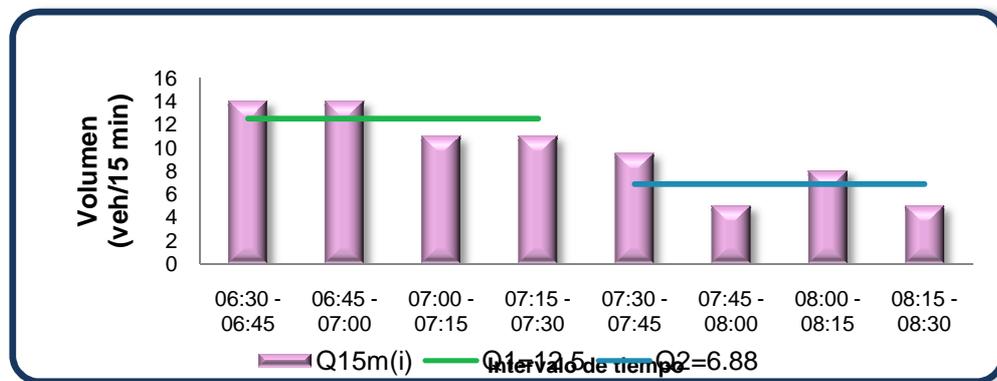
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxxiii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 06:30 – 06:45 y se repite en el intervalo de 06:45 – 07:00, alcanzando  $q_{\max} = q_1 = q_2 = 56 \text{ veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 50 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_{\max} > Q$ , lo que indica que las frecuencias con la que pasaron los vehículos en éstos intervalos fueron mayores que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 28$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 07:30 – 07:45, alcanzando  $q_{\max} = q_5 = 38$  veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el quinto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-70 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**

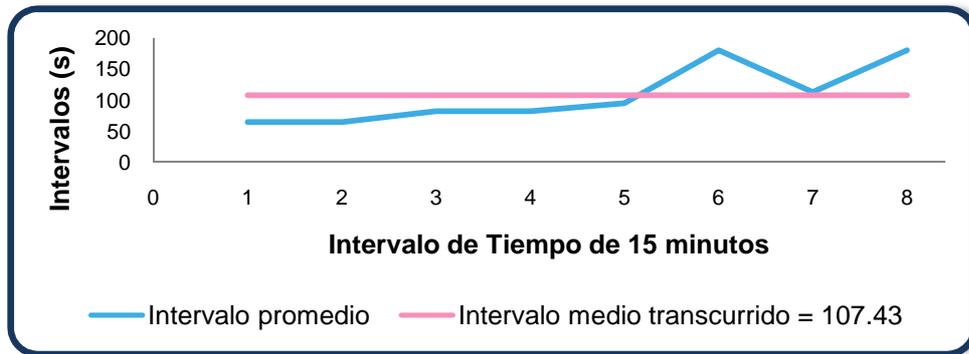


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-70 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 12.5 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:30 – 06:45 y de 06:45 – 07:00 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 6.88 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:30 – 07:45 y de 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-71 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-71 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 107.43 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 - 07:15, 07:15 - 07:30, y de 07:30 - 07:45.

**ee. Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**

**Tabla 2-xxxiv Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	20	4.4	0	24.4	98	37
06:45 - 07:00	90	8.8	5	103.8	415	8.67
07:00 - 07:15	126	8.8	7.5	142.3	569	6.32
07:15 - 07:30	48	11	0	59	236	15.25
07:30 - 07:45	28	8.8	7.5	44.3	177	20.32
07:45 - 08:00	53	11	5	69	276	13.04
08:00 - 08:15	56	8.8	2.5	67.3	269	13.37
08:15 - 08:30	30	11	0	41	164	21.95
<b>PROMEDIO</b>				68.89	276	16.98

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	330	82.38
07:30 - 08:30	222	55.40

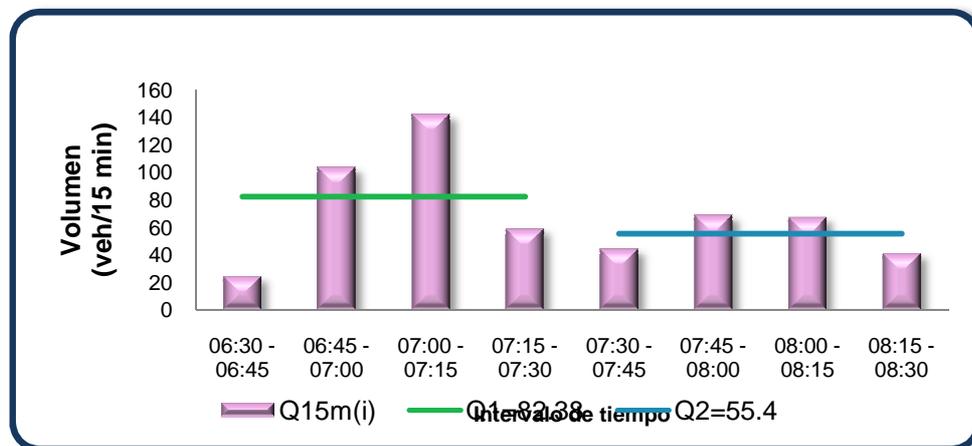
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxxiv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 569$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 330$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 222$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_6 = 276$  veh/h, por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el sexto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-72 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**



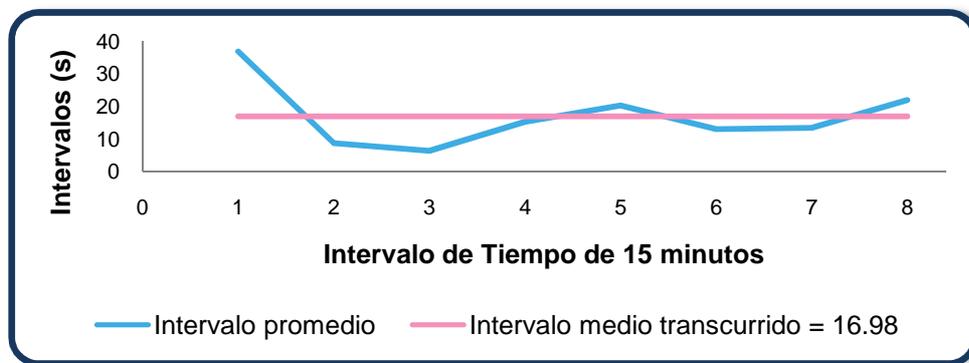
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-72 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 82.38 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 55.44 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-73 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-73 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 16.98 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 - 07:15, 07:15 - 07:30, 07:45 – 08:00 y de 08:00 – 08:15.

**ff. Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**

**Tabla 2-xxxv Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	2	0	0	2	8	450
06:45 - 07:00	11	0	0	11	44	81.82
07:00 - 07:15	30	0	0	30	120	30.00
07:15 - 07:30	12	0	0	12	48	75.00
07:30 - 07:45	7	0	0	7	28	128.57
07:45 - 08:00	11	0	2.5	13.5	54	66.67
08:00 - 08:15	19	0	0	19	76	47.37
08:15 - 08:30	10	0	0	10	40	90.00
<b>PROMEDIO</b>				<b>13.06</b>	<b>52</b>	<b>121.18</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	55	13.75
07:30 - 08:30	50	12.38

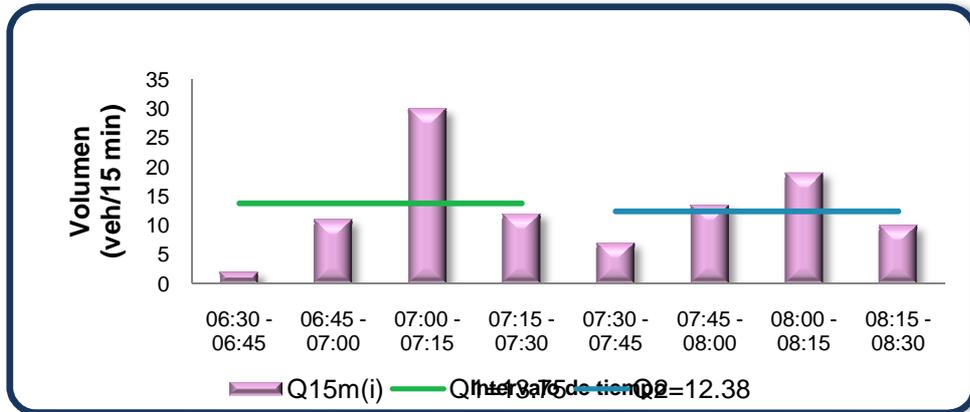
Fuente Propia: 2011-12-21

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxxv, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 120$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 55$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 50$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 76$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el séptimo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-74 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**

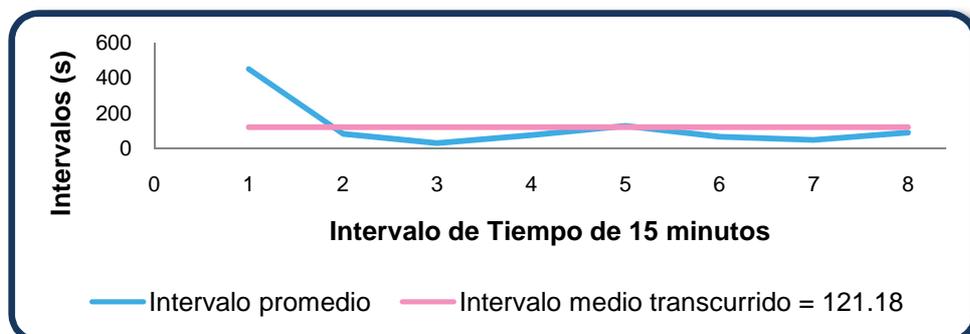


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-74 refleja los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 13.75 veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 07:00 – 07:15 sobrepasa  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 12.38 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-75 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-74 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 121.18 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**gg. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**

**Tabla 2-xxxvi Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	51	0	0	51	204	18
06:45 - 07:00	228	2.2	0	230.2	921	3.91
07:00 - 07:15	238	0	0	238	952	3.78
07:15 - 07:30	158	0	5	163	652	5.52
07:30 - 07:45	75	0	2.5	77.5	310	11.61
07:45 - 08:00	151	2.2	0	153.2	613	5.87
08:00 - 08:15	211	0	0	211	844	4.27
08:15 - 08:30	223	0	5	228	912	3.95
<b>PROMEDIO</b>				168.99	676	7.07

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	682	170.55
07:30 - 08:30	670	167.43

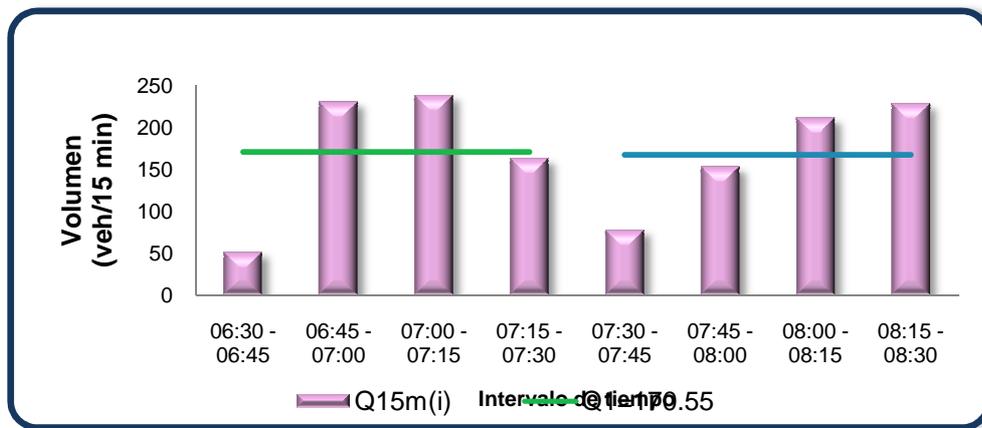
Fuente Propia: 2011-12-22

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxxvi, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 952$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 682$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 670$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:15 – 08:30, alcanzando  $q_{\max} = q_8 = 912$

veh/h, por lo tanto,  $q_8 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el octavo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-76 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**

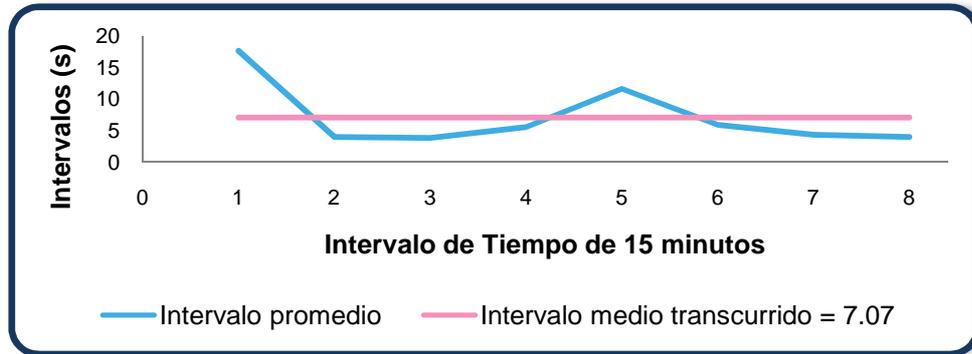


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-76 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 170.55 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos 06:45 – 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 167.43 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 08:00 – 08:15, 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-77 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-77 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 121.18 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30, 07:45 – 08:00, 08:00 – 08:15 y de 08:15 – 08:30.

**hh. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB**

**Tabla 2-xxxvii Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	5	0	2.5	7.5	30	120
06:45 - 07:00	12	0	2.5	14.5	58	62.07
07:00 - 07:15	8	0	0	8	32	112.50
07:15 - 07:30	22	0	0	22	88	40.91
07:30 - 07:45	7	0	2.5	9.5	38	94.74
07:45 - 08:00	15	0	0	15	60	60.00
08:00 - 08:15	8	0	0	8	32	112.50
08:15 - 08:30	5	0	5	10	40	90.00
<b>PROMEDIO</b>				11.81	47	86.59

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	52	13.00
07:30 - 08:30	43	10.63

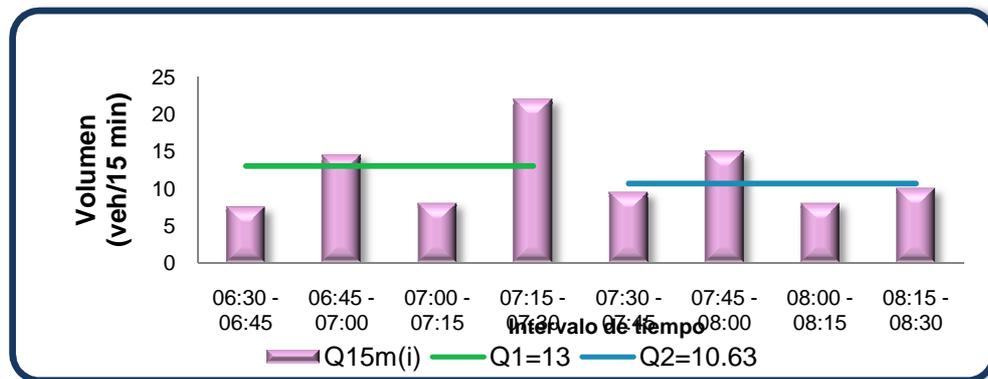
Fuente Propia: 2011-12-22

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla xxxvii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:15 – 07:30, alcanzando  $q_{\max} = q_4 = 88$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 52$  veh/h, por lo tanto,  $q_4 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el cuarto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 60$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:15 – 08:30, alcanzando  $q_{\max} = q_6 = 43$  veh/h, por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el sexto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-78 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB**



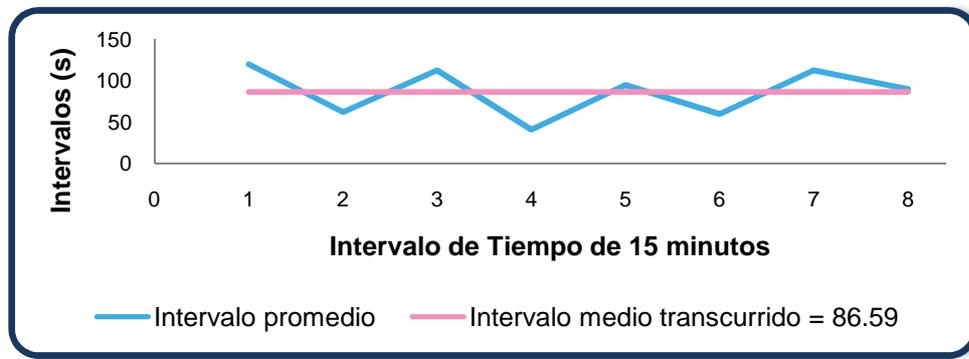
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-78 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 13 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para los

intervalos 06:45 – 07:00 y de 07:15 – 07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 10.63 veh/h, y se nota que el volumen vehicular del intervalo de 07:45 - 08:00 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-79 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-79 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 121.18 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:15 – 07:30 y de 07:45 – 08:00.

**ii. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**

**Tabla 2-xxxviii Resumen de Datos de la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	30	0	2.5	32.5	130	28
06:45 - 07:00	43	0	2.5	45.5	182	19.78
07:00 - 07:15	86	0	2.5	88.5	354	10.17
07:15 - 07:30	79	0	0	79	316	11.39
07:30 - 07:45	31	0	2.5	33.5	134	26.87
07:45 - 08:00	40	0	0	40	160	22.50
08:00 - 08:15	73	0	5	78	312	11.54
08:15 - 08:30	32	0	2.5	34.5	138	26.09
<b>PROMEDIO</b>				53.94	216	19.50

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
06:30 - 07:30	246	61.38
07:30 - 08:30	186	46.50

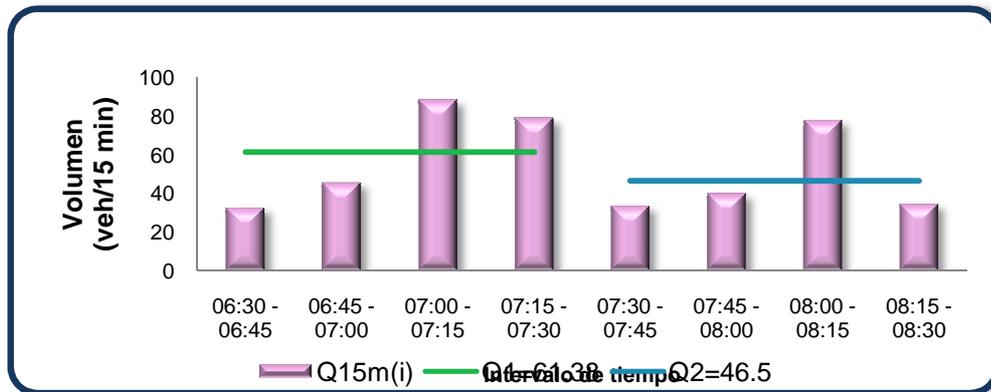
Fuente Propia: 2011-12-22

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxxviii, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 354$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 246$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 186$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 312$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el octavo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-80 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**

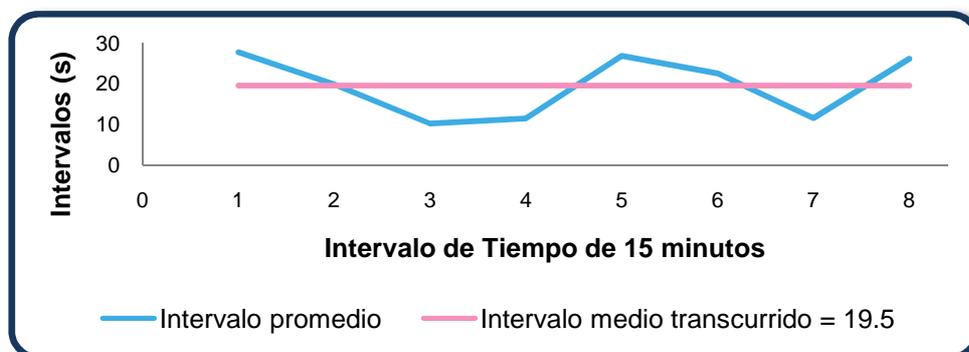


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-80 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 61.38 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 07:00 – 07:15 y de 07:15 – 07:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 54.3 veh/h, y se nota que el volumen vehicular del intervalo de 08:00 – 08:15 sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-81 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-81 se presenta los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 19.5 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:15 – 07:30 y de 08:00 – 08:15.

**jj. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**

**Tabla 2-xxxix Resumen de Datos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
06:30 - 06:45	4	0	0	4	16	225
06:45 - 07:00	14	0	0	14	56	64.29
07:00 - 07:15	20	0	0	20	80	45.00
07:15 - 07:30	11	0	0	11	44	81.82
07:30 - 07:45	10	0	0	10	40	90.00
07:45 - 08:00	15	0	0	15	60	60.00
08:00 - 08:15	27	0	0	27	108	33.33
08:15 - 08:30	18	0	0	18	72	50.00
PROMEDIO				14.88	60	81.18

	Q	Q15
06:30 - 07:30	49	12.25
07:30 - 08:30	70	17.50

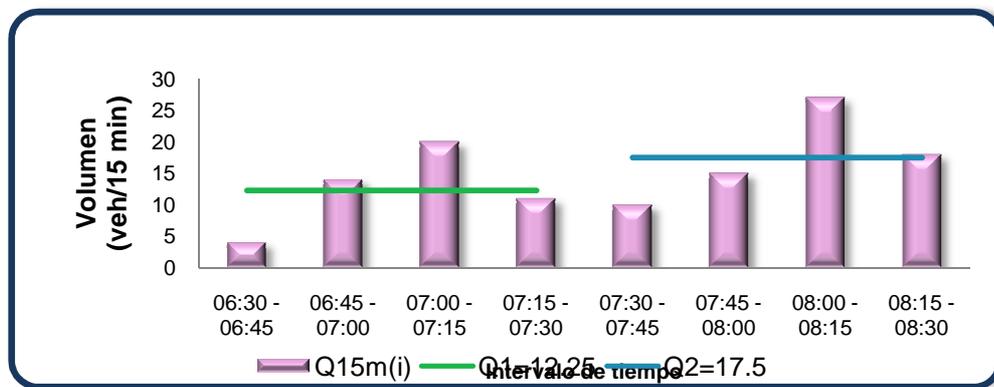
Fuente Propia: 2011-12-22

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente en la Tabla 2-xxxix, la tasa de flujo máximo en el período de 06:30 - 07:30 corresponde al intervalo de 07:00 – 07:15, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = 80$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 49$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que indica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el siguiente período de 07:30 – 08:30, el volumen horario  $Q' = 70$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 08:00 - 08:15, alcanzando  $q_{\max} = q_7 = 108$  veh/h, por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el octavo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-82 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**

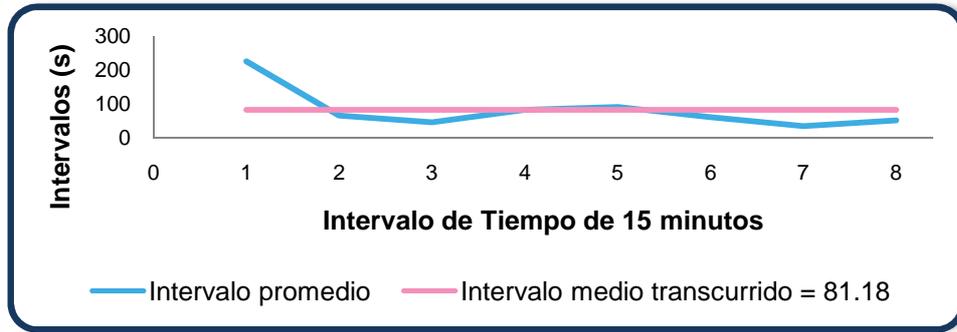


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-82 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 06:30 – 07:30,  $Q_1$ , es de 12.25 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 06:45 - 07:00 y de 07:00 – 07:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 07:30 – 08:30,  $Q_2$  es de 17.5 veh/h, y se nota que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 08:00 – 08:15 y ligeramente de 08:15 – 08:30 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-83 Intervalos Promedio de Tiempo en la Mañana de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-83 se presenta los intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos, lo mismo que el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 81.18 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, reflejando concentraciones vehiculares, en los intervalos de 06:45 – 07:00, 07:00 – 07:15, 07:45 – 08:00 y de 08:15 – 08:30.

### 2.4.5.1.2 *Período de la Tarde*

#### a. **Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**

**Tabla 2-xI Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	167	0	0	167	668	5.39
16:45 - 17:00	152	0	2.5	154.5	618	5.83
17:00 - 17:15	185	0	2.5	187.5	750	4.80
17:15 - 17:30	187	0	0	187	748	4.81
17:30 - 17:45	228	0	0	228	912	3.95
17:45 - 18:00	171	0	2.5	173.5	694	5.19
18:00 - 18:15	184	0	2.5	186.5	746	4.83
18:15 - 18:30	162	0	0	162	648	5.56
<b>PROMEDIO</b>				<b>180.75</b>	<b>723</b>	<b>5.04</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	696	174.00
17:30 - 18:30	750	187.50

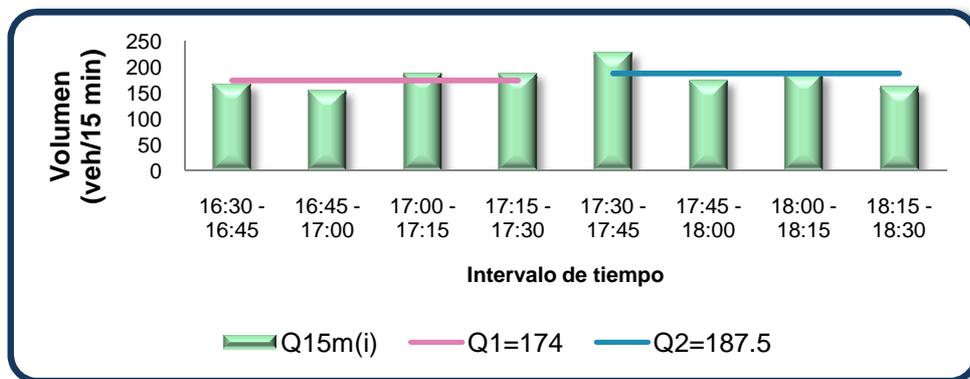
Fuente Propia: 2010-01-03

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-x1, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:00-17:15,  $q_{\max} = q_3 = 750$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 696$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , lo que significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Para el sucesivo período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 749$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 912$  veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el quinto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-84 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**



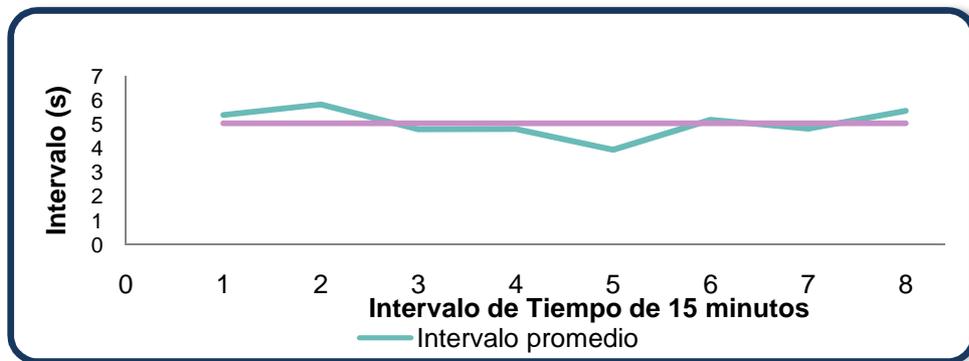
Fuente Propia: 2010-01-03

La Ilustración 2-84 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 174veh/h, y se puede apreciar que el volumen vehicular correspondiente para el tercer

intervalo (17:00-17:15) y el cuarto (17:15-17:30) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 187.25veh/h, y se nota que los volumen vehicular correspondiente para el quinto intervalo (17:30 – 17:45) sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-85 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA**



Fuente Propia: 2010-01-03

En la Ilustración 2-85 se muestra los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo del intervalo medio transcurrido de 5.04s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se da en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 - 17:30, 17:30 – 17:45 y ligeramente de 18:00 - 08:15.

**b. Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**

**Tabla 2-xli Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	35	0	0	35	140	25.71
16:45 - 17:00	39	0	0	39	156	23.08
17:00 - 17:15	47	0	0	47	188	19.15
17:15 - 17:30	44	0	0	44	176	20.45
17:30 - 17:45	50	0	0	50	200	18.00
17:45 - 18:00	41	0	0	41	164	21.95
18:00 - 18:15	51	0	0	51	204	17.65
18:15 - 18:30	56	0	0	56	224	16.07
<b>PROMEDIO</b>				45.38	182	20.26

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	165	41.25
17:30 - 18:30	198	49.50

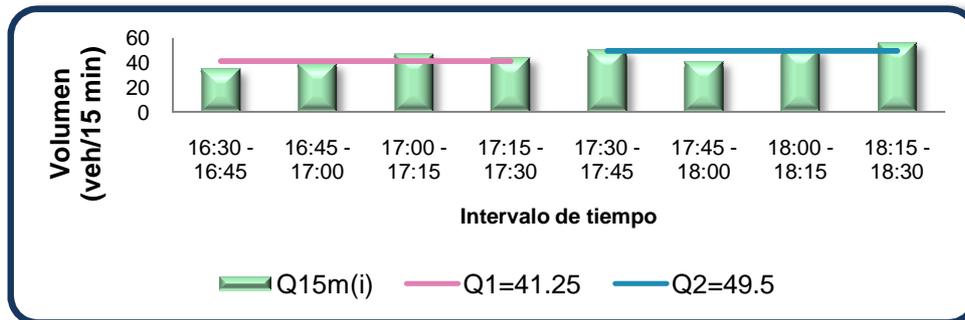
Fuente Propia: 2010-01-03

Observando los resultados obtenidos en la Tabla 2-xli, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:00 - 17:15,  $q_{\max} = q_3 = 188\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 165\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

En el siguiente período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 198\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 - 17:45, logrando  $q_{\max} = q_8 = 224\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_8 > Q'$ , mostrando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el octavo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-86 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**

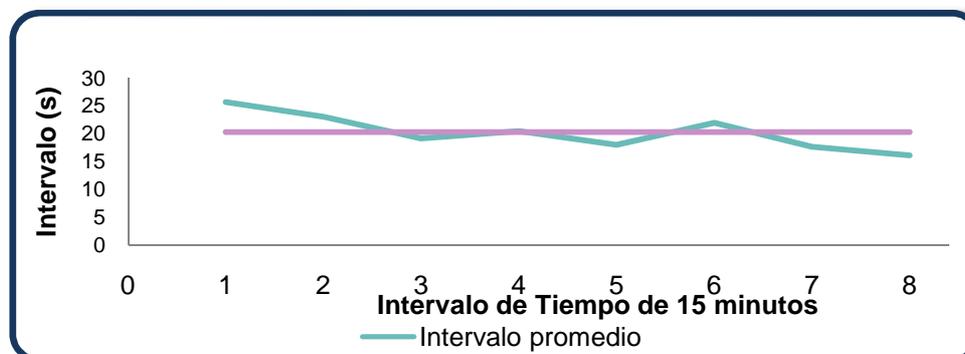


Fuente Propia: 2010-01-03

La Ilustración 2-86 refleja los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 41.25veh/h, y se puede observa que el volumen vehicular correspondiente para el tercer intervalo (17:00-17:15) y el volumen vehiculara del cuarto intervalo (17:15-17:30) sobrepasan  $Q_1$ , dando a conocer la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 49.5veh/h, y se aprecia que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos de 18:00 – 18:15 y 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-87 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD**



Fuente Propia: 2010-01-03

En la Ilustración 2-87 se grafica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 20.26s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, reflejando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:30, 17:45 - 17:30, 18:00 – 18:15 y 18:00 - 08:15.

**c. Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**

**Tabla 2-xlii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	49	8.8	5	62.8	251	14.33
16:45 - 17:00	56	8.8	5	69.8	279	12.89
17:00 - 17:15	84	13.2	0	97.2	389	9.26
17:15 - 17:30	94	11	2.5	107.5	430	8.37
17:30 - 17:45	75	8.8	2.5	86.3	345	10.43
17:45 - 18:00	105	11	0	116	464	7.76
18:00 - 18:15	155	11	2.5	168.5	674	5.34
18:15 - 18:30	139	13.2	0	152.2	609	5.91
<b>PROMEDIO</b>				107.54	430	9.29

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	337	84.33
17:30 - 18:30	523	130.75

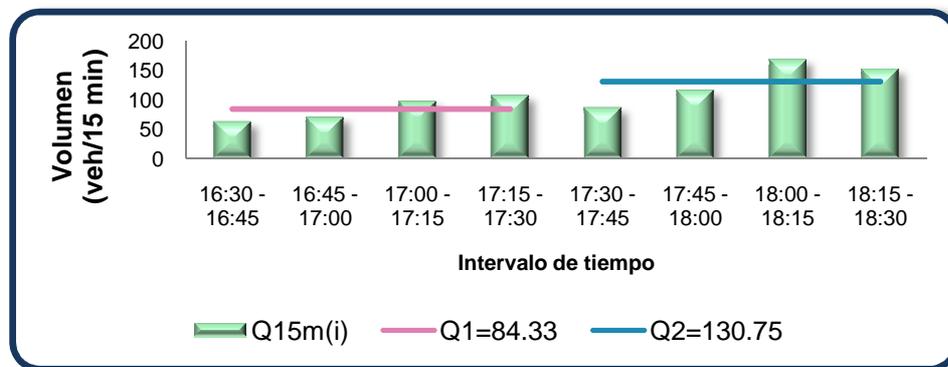
Fuente Propia: 2010-01-03

En concordancia con los valores obtenidos en la Tabla 2-xlii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:00 - 17:15,  $q_{\max} = q_3 = 389 \text{ veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 337 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 523 \text{ veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 674 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-88 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**

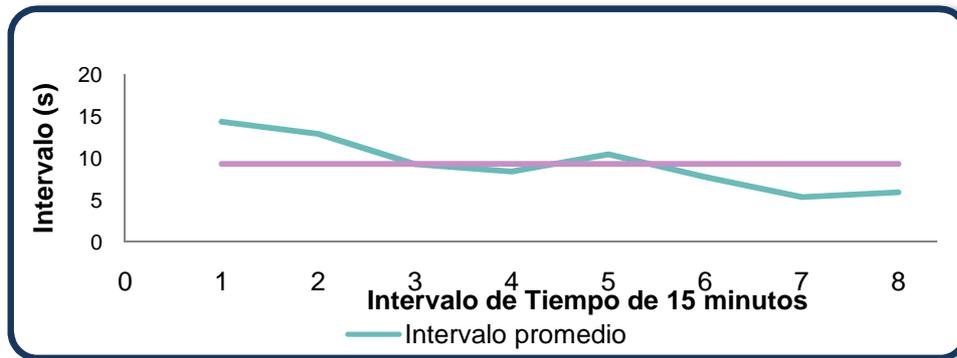


Fuente Propia: 2010-01-03

La Ilustración 2-88 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $84.33 \text{ veh/h}$ , y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el tercer intervalo (17:00-17:15) y el cuarto (17:15-17:30) sobrepasan  $Q_1$ , dando a conocer la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de  $130.75 \text{ veh/h}$ , y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para los intervalos de 18:00 – 18:15 y 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-89 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD**



Fuente Propia: 2010-01-03

En la Ilustración 2-89 se señalan los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 9.79s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se aprecia en los intervalos de 17:15 – 17:30, 18:00 – 18:15 y 18:00 - 08:15.

**d. Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**

**Tabla 2-xliii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	51	11	0	62	248	14.52
16:45 - 17:00	57	11	10	78	312	11.54
17:00 - 17:15	32	11	7.5	50.5	202	17.82
17:15 - 17:30	29	11	0	40	160	22.50
17:30 - 17:45	43	11	2.5	56.5	226	15.93
17:45 - 18:00	37	13.2	5	55.2	221	16.30
18:00 - 18:15	41	13.2	7.5	61.7	247	14.59
18:15 - 18:30	48	8.8	0	56.8	227	15.85
<b>PROMEDIO</b>				<b>57.59</b>	<b>230</b>	<b>16.13</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	231	57.63
17:30 - 18:30	230	57.55

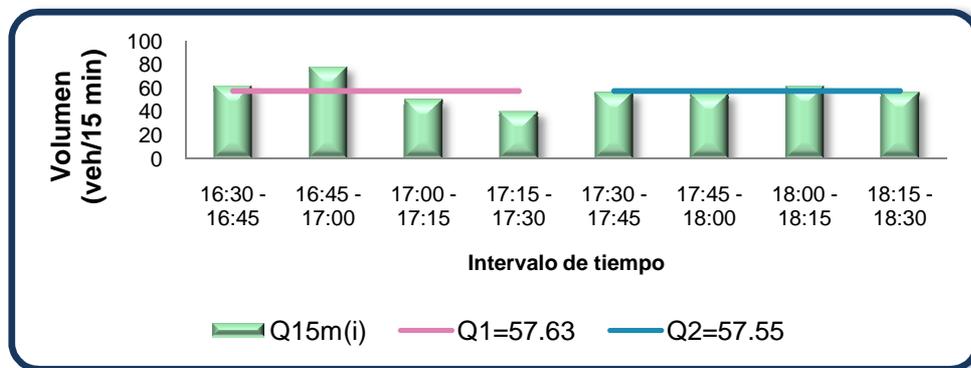
Fuente Propia: 2011-01-03

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xliii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 16:45 - 17:00,  $q_{\max} = q_2 = 312\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 231\text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 230\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 247\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-90 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**



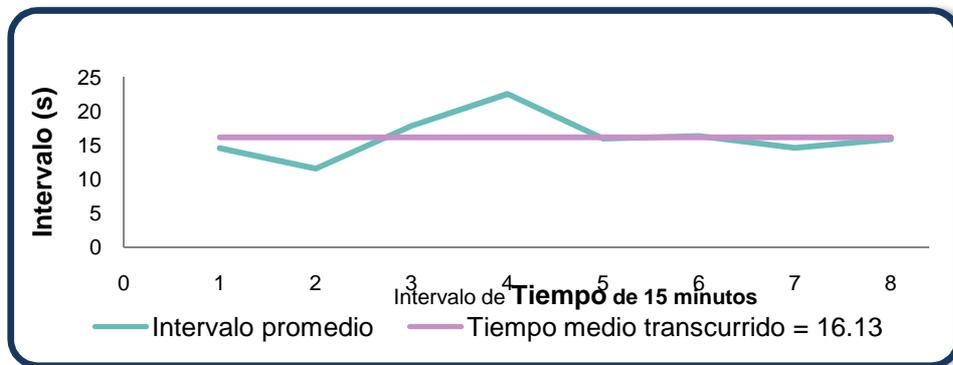
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-90 muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $57.63\text{ veh/h}$ , y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el

intervalo de 16:45-17:00 sobrepasa  $Q_1$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 57.55veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 18:00 – 18:15 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo posibles problemas de congestión.

**Ilustración 2-91 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-91 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 16.13 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se aprecia en los intervalos de 16:45 – 17:00, 17:30 - 17:45, 18:00 – 18:15 y 18:00 - 08:15.

**e. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA**

**Tabla 2-xliv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	197	0	0	197	788	4.57
16:45 - 17:00	185	0	5	190	760	4.74
17:00 - 17:15	223	0	2.5	225.5	902	3.99
17:15 - 17:30	226	0	2.5	228.5	914	3.94
17:30 - 17:45	279	0	2.5	281.5	1126	3.20
17:45 - 18:00	208	0	2.5	210.5	842	4.28
18:00 - 18:15	234	0	5	239	956	3.77
18:15 - 18:30	216	0	2.5	218.5	874	4.12
<b>PROMEDIO</b>				223.81	895	4.07

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	841	210.25
17:30 - 18:30	950	237.38

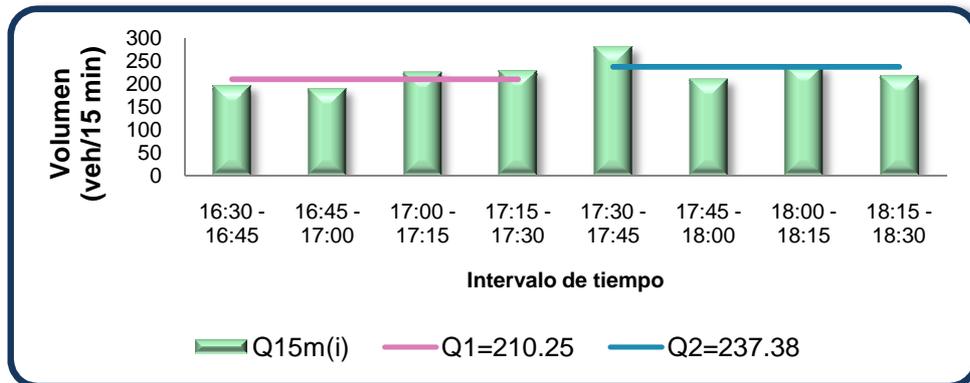
Fuente Propia: 2011-01-03

En concordancia con los valores obtenidos en la Tabla 2-xliv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:00 - 17:15,  $q_{\max} = q_3 = 914 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 841 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el tercer intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 950 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 - 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 1126 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

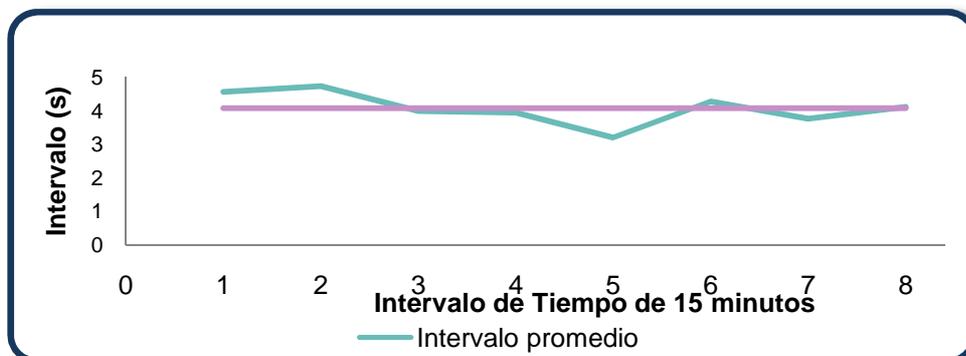
**Ilustración 2-92 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA**



Fuente Propia: 2010-01-03

La Ilustración 2-92 se indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 210.25veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el tercer intervalo (17:00-17:15) y el cuarto (17:15-17:30) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos. Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 237.38veh/h, y se observa que el volumen vehicular correspondiente para el quinto intervalo (17:30 – 17:45) sobrepasa  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión

**Ilustración 2-93 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA**



Fuente Propia: 2010-01-03

En la Ilustración 2-93 se refleja los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.05s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se hace más notoria en el intervalo de 17:30 – 17:45 y ligeramente en el intervalo de 18:00 – 18:15.

**f. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**

**Tabla 2-xlv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	4	0	0	4	16	225.00
16:45 - 17:00	4	0	0	4	16	225.00
17:00 - 17:15	3	0	2.5	5.5	22	163.64
17:15 - 17:30	2	0	5	7	28	128.57
17:30 - 17:45	1	0	0	1	4	900.00
17:45 - 18:00	2	0	2.5	4.5	18	200.00
18:00 - 18:15	3	0	2.5	5.5	22	163.64
18:15 - 18:30	3	0	0	3	12	300.00
<b>PROMEDIO</b>				4.31	17	288.23

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	21	5.13
17:30 - 18:30	14	3.50

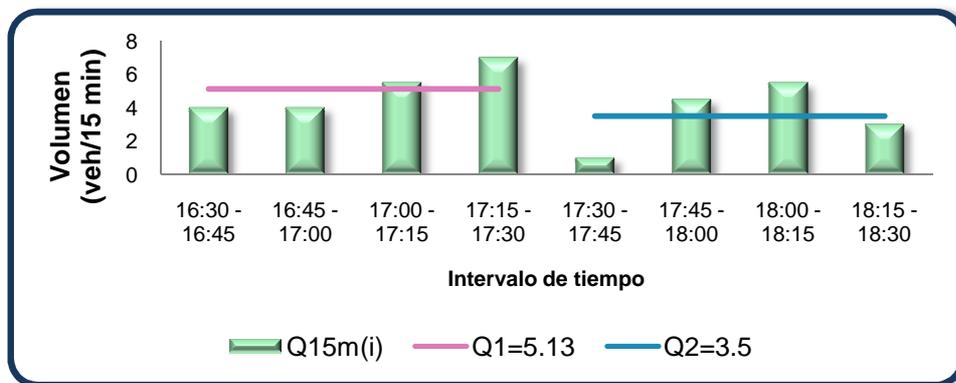
Fuente Propia: 2011-01-03

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xlv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:15 - 17:30,  $q_{\max} = q_4 = 28 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 21 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el cuarto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 14 \text{ veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 22 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-94 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**

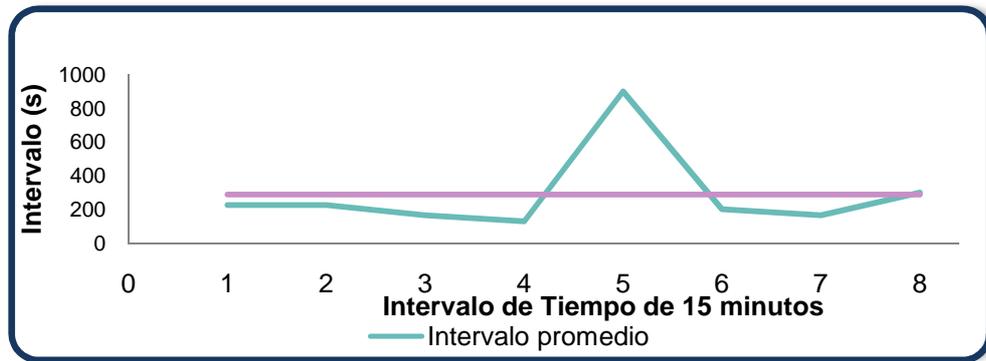


Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-94 se muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $5.13 \text{ veh/h}$ , y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el tercer intervalo (17:00-17:15) y el cuarto (17:15-17:30) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de  $3.5 \text{ veh/h}$ , y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:45 – 18:00 y 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión

**Ilustración 2-95 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-95 se refleja los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 288.23s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30 y en el intervalo de 18:00 – 18:15.

**g. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**

**Tabla 2-xxvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	4	0	0	4	16	225.00
16:45 - 17:00	3	0	0	3	12	300.00
17:00 - 17:15	5	0	0	5	20	180.00
17:15 - 17:30	6	0	0	6	24	150.00
17:30 - 17:45	5	0	0	5	20	180.00
17:45 - 18:00	7	0	0	7	28	128.57
18:00 - 18:15	2	0	0	2	8	450.00
18:15 - 18:30	4	0	0	4	16	225.00
<b>PROMEDIO</b>				4.50	18	229.82

	Q	Q15
16:30 - 17:30	18	4.50
17:30 - 18:30	18	4.50

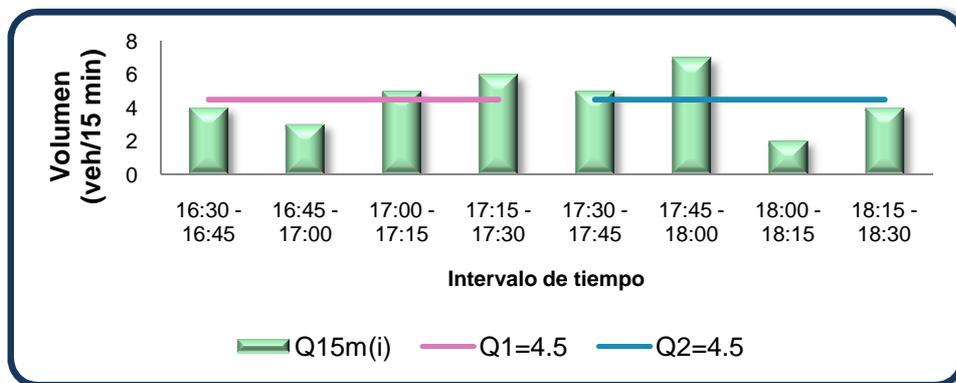
Fuente Propia: 2011-01-03

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xlvi, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:15 - 17:30,  $q_{\max} = q_4 = 24\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 18\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el cuarto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 18\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 - 18:00, logrando  $q_{\max} = q_6 = 28\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-96 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**



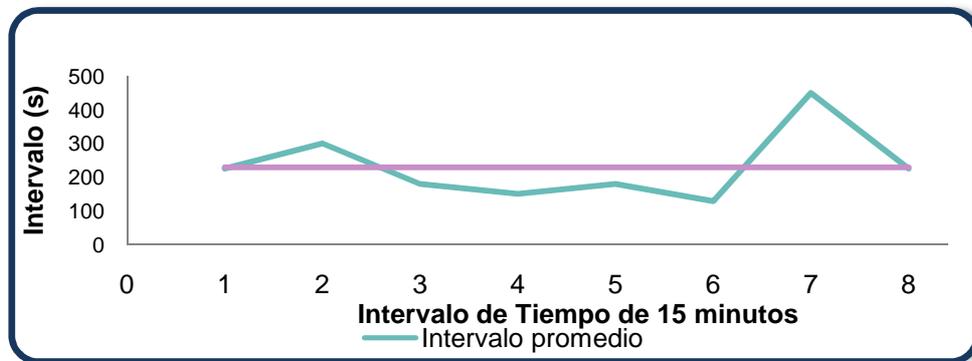
Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-96 se aprecia los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $4.5\text{veh/h}$ , y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes

para el tercer intervalo (17:00-17:15) y el cuarto (17:15-17:30) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 4.5veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:30 - 17:45, 17:45 sobrepasan  $Q_2$ , insinuando posibles problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-97 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-97 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 229.82s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 - 17:45 y en el intervalo de 18:00 – 18:15.

#### **h. Primera constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**

**Tabla 2-xxvii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	2	0	0	2	8	450.00
16:45 - 17:00	4	0	0	4	16	225.00
17:00 - 17:15	3	0	0	3	12	300.00
17:15 - 17:30	2	0	0	2	8	450.00
17:30 - 17:45	1	0	0	1	4	900.00
17:45 - 18:00	2	0	0	2	8	450.00
18:00 - 18:15	3	0	0	3	12	300.00
18:15 - 18:30	1	0	0	1	4	900.00
<b>PROMEDIO</b>				2.25	9	496.88

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	11	2.75
17:30 - 18:30	7	1.75

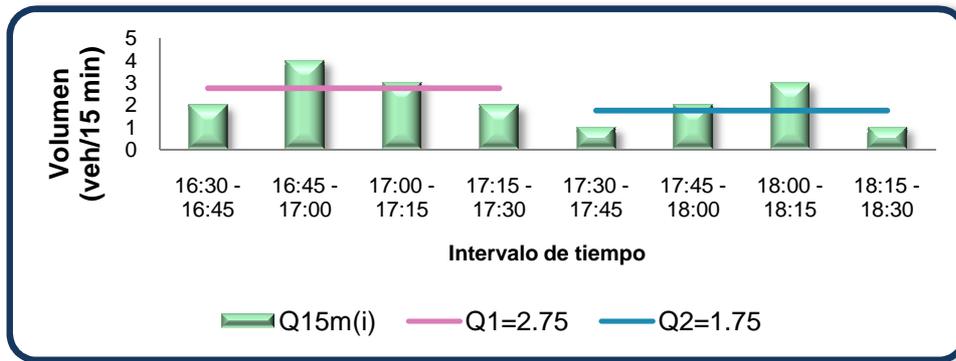
Fuente Propia: 2011-01-03

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxvii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 16:45 - 17:00,  $q_{\max} = q_2 = 16\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 11\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 7\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 - 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 12\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

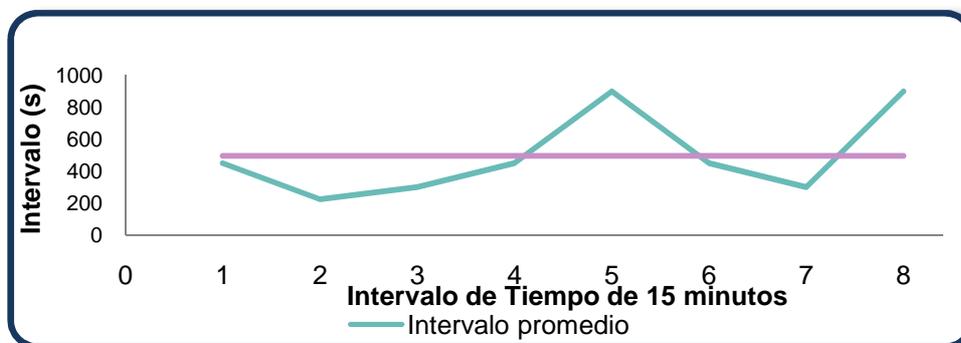
**Ilustración 2-98 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-98 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 2.75veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el segundo intervalo (16:45-17:00) y el tercero (17:00-17:15) sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos. Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 1.75veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:45 – 18:00, 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-99 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-99 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 496.88s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 16:45 - 17:00, 17:00 – 17:15 y en el intervalo de 18:00 – 18:15.

**i. Primera constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**

**Tabla 2-xxviii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	186	0	0	186	744	4.84
16:45 - 17:00	164	0	5	169	676	5.33
17:00 - 17:15	193	0	2.5	195.5	782	4.60
17:15 - 17:30	193.5	0	2.5	196	784	4.59
17:30 - 17:45	252.5	0	2.5	255	1020	3.53
17:45 - 18:00	187	0	2.5	189.5	758	4.75
18:00 - 18:15	197	0	2.5	199.5	798	4.51
18:15 - 18:30	191.5	0	2.5	194	776	4.64
<b>PROMEDIO</b>				198.06	792	4.60

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	747	186.63
17:30 - 18:30	838	209.50

Fuente Propia: 2011-01-03

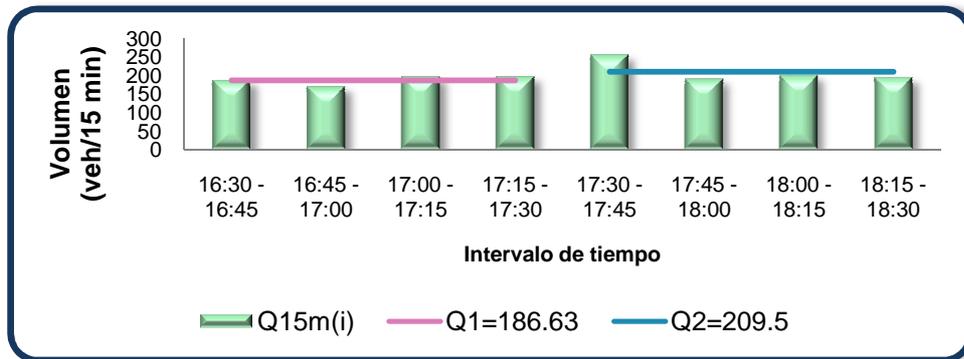
En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-xxviii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 17:00 - 17:15,  $q_{\max} = q_4 = 784\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 747\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el cuarto intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 747\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 1020\text{veh/h}$ ,

por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-100 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**

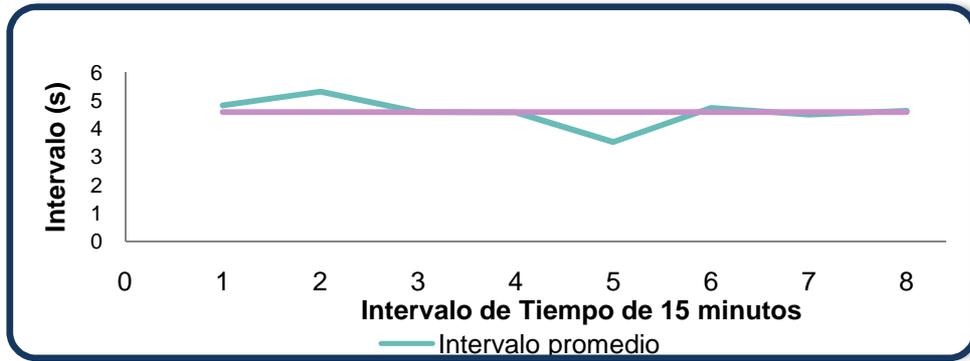


Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-100 se muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 186.63 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00-17:15 y de 17:15-17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 209.5 veh/h, y se observa que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:30 – 17:45 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de que se formen problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-101 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-101 se aprecia los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.6s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 17:30 - 17:45.

**j. Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**

**Tabla 2-xlix Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	38	0	0	38	152	23.68
16:45 - 17:00	42	0	0	42	168	21.43
17:00 - 17:15	39	0	0	39	156	23.08
17:15 - 17:30	30	0	0	30	120	30.00
17:30 - 17:45	21	0	0	21	84	42.86
17:45 - 18:00	35	0	0	35	140	25.71
18:00 - 18:15	45.5	0	0	45.5	182	19.78
18:15 - 18:30	34.5	0	0	34.5	138	26.09
<b>PROMEDIO</b>				35.63	143	26.58

	Q	Q15
16:30 - 17:30	149	37.25
17:30 - 18:30	136	34.00

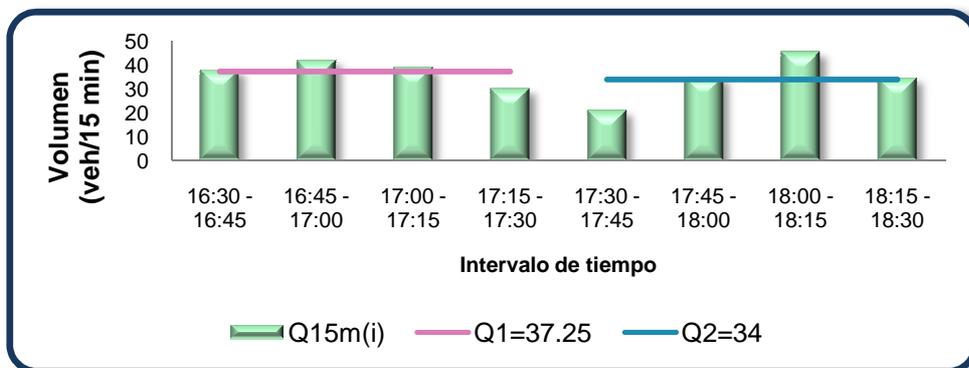
Fuente Propia: 2011-01-03

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-xlix, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 16:45 - 17:00,  $q_{\max} = q_2 = 168\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 149\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 136\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 182\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-102 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**



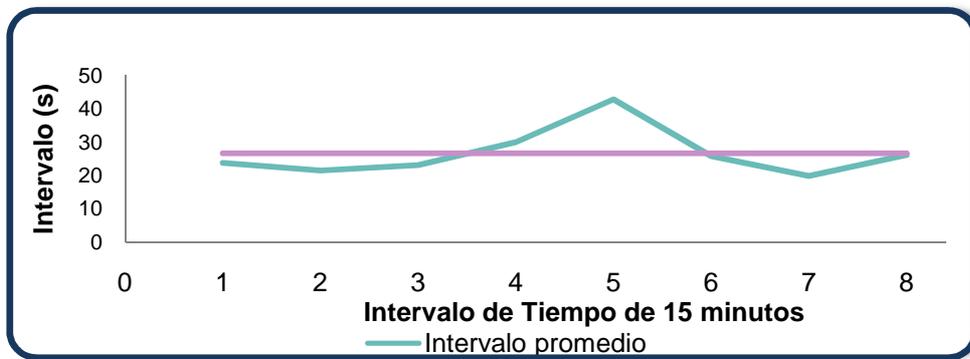
Fuente Propia: 2011-01-03

La Ilustración 2-102 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $37.25\text{veh/h}$ , y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 16:45 – 17:00 y de 17:00 - 17:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 34veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:45 – 18:00 y de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-103 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-03

En la Ilustración 2-103 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 25.58s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 – 17:00, 17:00 - 17:15 y de 18:00 - 18:15.

**k. Primera constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**

**Tabla 2-1 Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	48	4.4	0	52.4	210	17.18
16:45 - 17:00	52	2.2	15	69.2	277	13.01
17:00 - 17:15	58.5	4.4	5	67.9	272	13.25
17:15 - 17:30	57	2.2	3.75	62.95	252	14.30
17:30 - 17:45	51.5	2.2	6.25	59.95	240	15.01
17:45 - 18:00	40	2.2	7.5	49.7	199	18.11
18:00 - 18:15	43.5	2.2	3.75	49.45	198	18.20
18:15 - 18:30	50	2.2	3.75	55.95	224	16.09
<b>PROMEDIO</b>				58.44	234	15.64

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	252	63.11
17:30 - 18:30	215	53.76

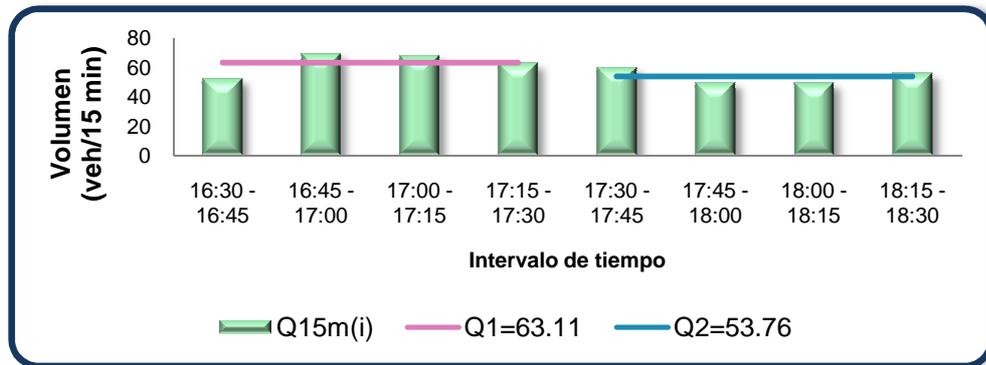
Fuente Propia: 2011-01-04

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-1, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 corresponde al intervalo de 16:45 - 17:00,  $q_{\max} = q_2 = 277$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 252$  veh/h, por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 215$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 - 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 240$  veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

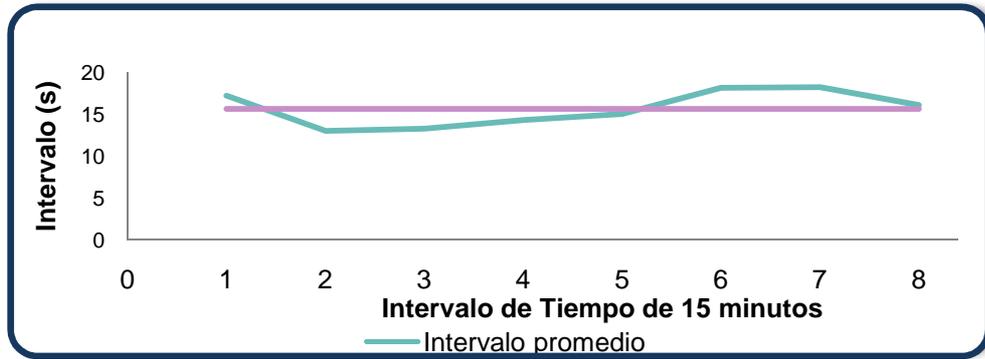
**Ilustración 2-104 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-104 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 63.11 veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 16:45 – 17:00 y de 17:00 - 17:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos. Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 53.76 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:30 – 17:45 y de 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de que se formen problemas de congestión.

**Ilustración 2-105 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-105 se aprecia los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 15.64 s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:45 – 17:00, 17:00 - 17:15 y de 17:15 – 17:30.

**1. Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**

**Tabla 2-1i Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	17	0	0	17	68	52.94
16:45 - 17:00	26	0	0	26	104	34.62
17:00 - 17:15	36	0	0	36	144	25.00
17:15 - 17:30	36	0	0	36	144	25.00
17:30 - 17:45	26.5	0	0	26.5	106	33.96
17:45 - 18:00	23.5	0	0	23.5	94	38.30
18:00 - 18:15	41.5	0	2.5	44	176	20.45
18:15 - 18:30	28.5	0	0	28.5	114	31.58
<b>PROMEDIO</b>				29.69	119	32.73

	Q	Q15
16:30 - 17:30	115	28.75
17:30 - 18:30	123	30.63

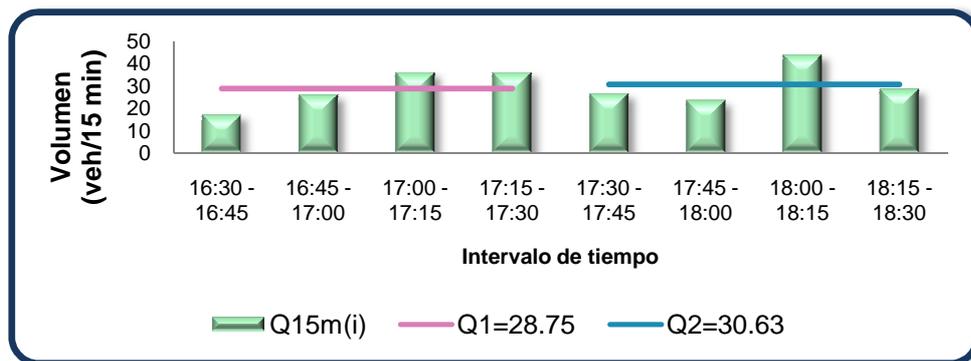
Fuente Propia: 2011-01-04

Observando los valores obtenidos en la Tabla 2-li, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 se repite en el intervalo de 17:00 - 17:15 y de 17:15 - 17:30, alcanzando  $q_{\max} = q_3 = q_4 = 268\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 115\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_{\max} > Q$ , indicando que las frecuencias con la que pasaron los vehículos en dichos intervalos fueron mayores que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 123\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 - 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 176\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-106 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**



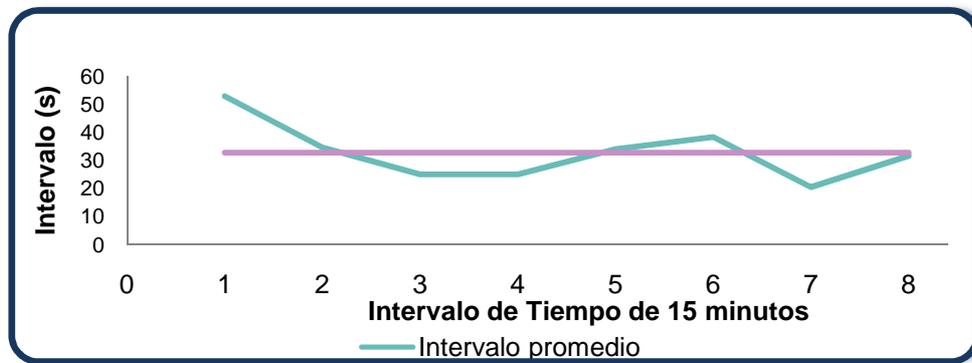
Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-106 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 - 17:30,  $Q_1$ , es de  $28.75\text{veh/h}$ , y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el

intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 30.63veh/h, y se observa que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 18:00 - 18:15 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de que se formen problemas de congestión en mencionado intervalo.

**Ilustración 2-107 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-107 se puede observar los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 32.73s indican que varios vehículos circulan a intervalos pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 - 17:15, 17:15 – 17:30, y de 18:00 – 18:15.

**m. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**

**Tabla 2-iii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	197	0	0	197	788	4.57
16:45 - 17:00	182	0	0	182	728	4.95
17:00 - 17:15	199	0	0	199	796	4.52
17:15 - 17:30	195	0	2.5	197.5	790	4.56
17:30 - 17:45	244	0	0	244	976	3.69
17:45 - 18:00	193	0	0	193	772	4.66
18:00 - 18:15	202	0	2.5	204.5	818	4.40
18:15 - 18:30	195	0	0	195	780	4.62
<b>PROMEDIO</b>				201.50	806	4.50

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	776	193.88
17:30 - 18:30	837	209.13

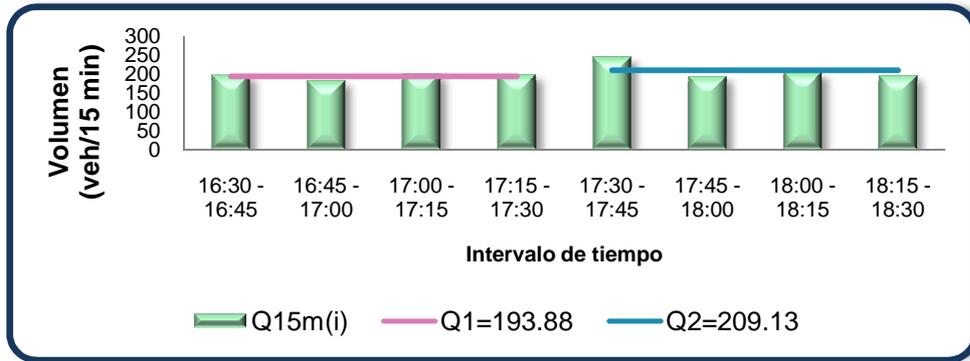
Fuente Propia: 2011-01-0

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-iii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00 – 17:15 logrando  $q_{\max} = q_3 = 796 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 776 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 837 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 976 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-108 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**

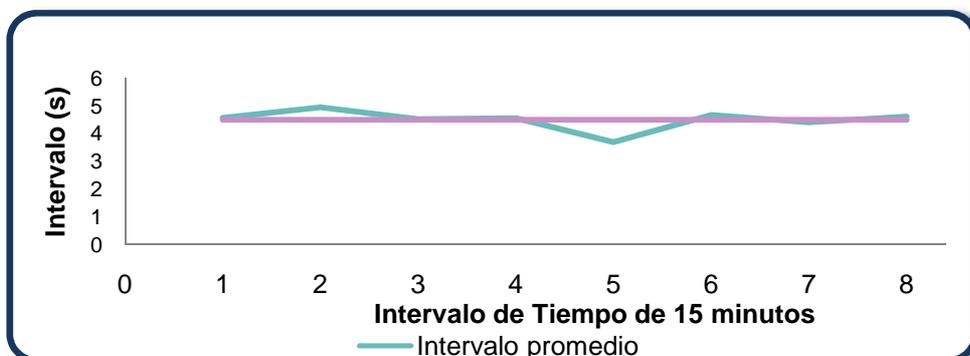


Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-108 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 193.88veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 209.13veh/h, y se observa que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:30 - 17:45 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-109 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-109 se puede observar los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.5s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa notablemente en el intervalo de 17:30 – 17:45.

**n. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**

**Tabla 2-lliii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	25	0	0	25	100	36.00
16:45 - 17:00	27	0	2	29	116	31.03
17:00 - 17:15	28	0	1	29	116	31.03
17:15 - 17:30	35	0	1	36	144	25.00
17:30 - 17:45	25	0	2	27	108	33.33
17:45 - 18:00	42	1	1	44	176	20.45
18:00 - 18:15	35	0	0	35	140	25.71
18:15 - 18:30	25	0	1	26	104	34.62
<b>PROMEDIO</b>				31.38	126	29.65

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	119	29.75
17:30 - 18:30	132	33.00

Fuente Propia: 2011-01-04

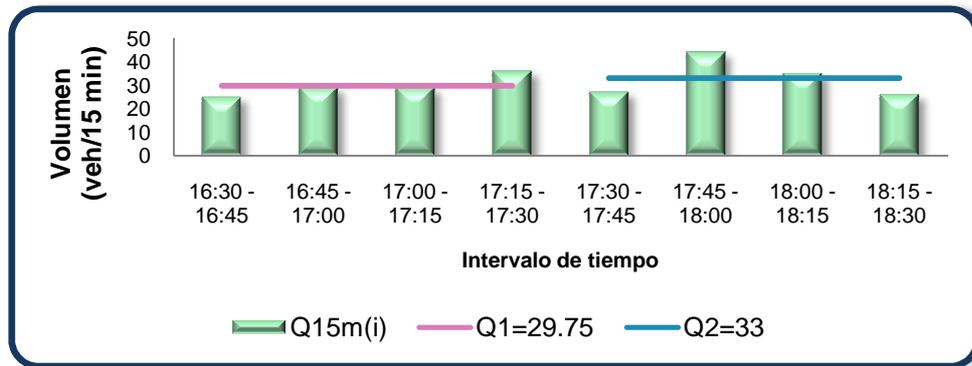
En base a los resultados obtenidos en la Tabla 2-lliii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 – 17:30 logrando  $q_{max} = q_4 = 144veh/h$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 119veh/h$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fueron mayores que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 132veh/h$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 – 18:00, logrando  $q_{max} = q_6 = 176veh/h$ ,

por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-110 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**

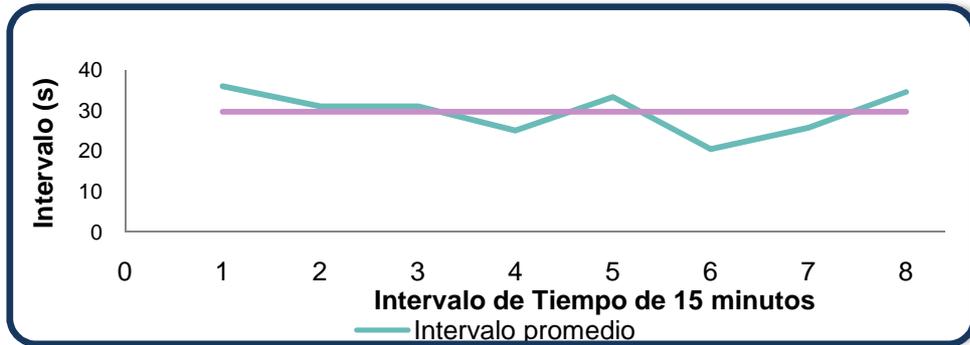


Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-110 indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 29.75veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 33veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:45 – 18:00 y de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-111 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-111 se puede observar los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 29.65s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 17:15 - 17:30 y de 17:45 – 18:00.

**o. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB**

**Tabla 2-liv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	58	0	0	58	232	15.52
16:45 - 17:00	65	0	2.5	67.5	270	13.33
17:00 - 17:15	67	0	0	67	268	13.43
17:15 - 17:30	53	0	5	58	232	15.52
17:30 - 17:45	59	0	0	59	236	15.25
17:45 - 18:00	64	0	5	69	276	13.04
18:00 - 18:15	44	0	2.5	46.5	186	19.35
18:15 - 18:30	53	0	7.5	60.5	242	14.88
<b>PROMEDIO</b>				<b>60.69</b>	<b>243</b>	<b>15.04</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	251	62.63
17:30 - 18:30	235	58.75

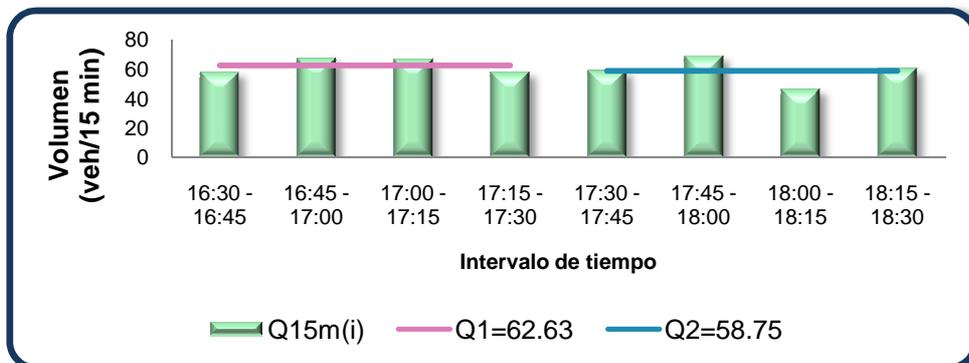
Fuente Propia: 2011-01-04

En base a los resultados obtenidos en la Tabla 2-iv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 – 17:00 logrando  $q_{\max} = q_2 = 270\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 251\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_{\max} > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 235\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 – 18:00, logrando  $q_{\max} = q_6 = 276\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-112 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB**



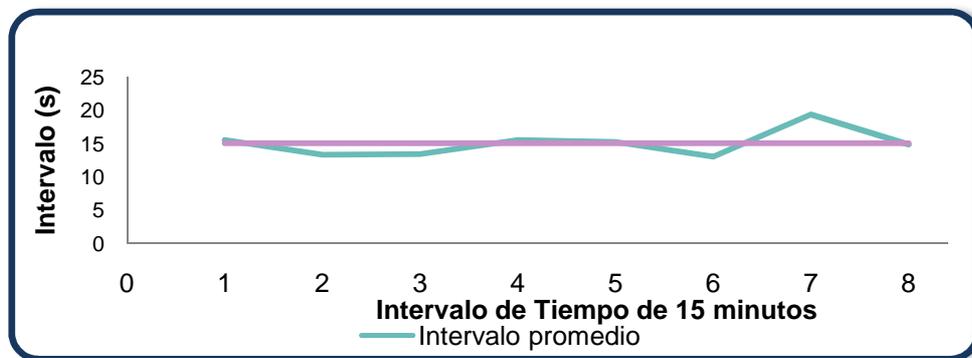
Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-112 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $62.63\text{veh/h}$ , y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el

intervalo de 16:45 – 17:00, 17:00 - 17:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 58.75veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:45 – 18:00 y de 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-113 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-113 se puede observar los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 15.04s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 16:45 – 17:00, 17:00 -17:15 y de 17:45 – 18:00.

**p. Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA**

**Tabla 2-iv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	16	0	0	16	64	56.25
16:45 - 17:00	20	0	5	25	100	36.00
17:00 - 07:15	32	0	2.5	34.5	138	26.09
17:15 - 17:30	30	0	0	30	120	30.00
17:30 - 17:45	31	0	2.5	33.5	134	26.87
17:45 - 18:00	31	0	2.5	33.5	134	26.87
18:00 - 18:15	38	0	0	38	152	23.68
18:15 - 18:30	31	0	2.5	33.5	134	26.87
<b>PROMEDIO</b>				30.50	122	31.58

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	106	26.38
17:30 - 18:30	139	34.63

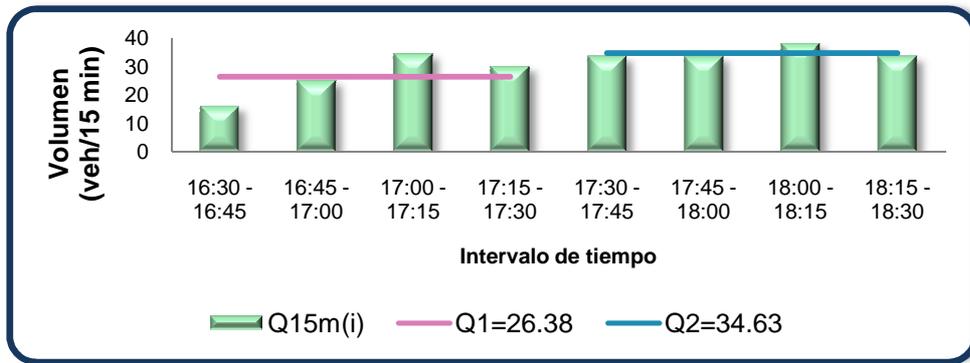
Fuente Propia: 2011-01-04

En base a los resultados obtenidos en la Tabla 2-iv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00 – 17:15 logrando  $q_{\max} = q_3 = 138\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 106\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 139\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 152\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-114 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA**

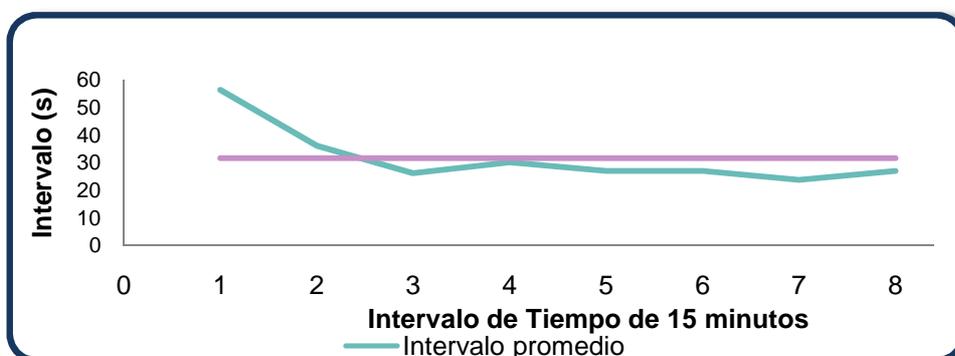


Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-114 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 26.38veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:00 - 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 34.63veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 18:15 – 18:30 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en el mencionado intervalo.

**Ilustración 2-115 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Pichincha: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-115 se puede observar los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 31.58s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en el intervalo de 16:45 – 17:00, 17:00 -17:15 y de 17:45 – 18:00.

**q. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**

**Tabla 2-lvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	153	0	0	153	612	5.88
16:45 - 17:00	131	0	2.5	133.5	534	6.74
17:00 - 17:15	188	0	2.5	190.5	762	4.72
17:15 - 17:30	201	0	2.5	203.5	814	4.42
17:30 - 17:45	232	0	2.5	234.5	938	3.84
17:45 - 18:00	190	0	2.5	192.5	770	4.68
18:00 - 18:15	203	0	2.5	205.5	822	4.38
18:15 - 18:30	199	0	2.5	201.5	806	4.47
<b>PROMEDIO</b>				189.31	757	4.89
				<b>Q</b>	<b>Q15</b>	
				16:30 - 17:30	681	170.13
				17:30 - 18:30	834	208.50

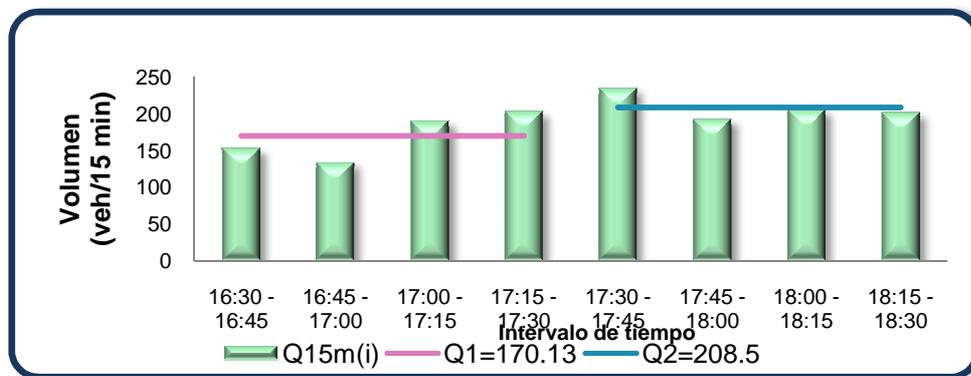
Fuente Propia: 2011-01-04

En base a los resultados obtenidos en la Tabla 2-lvi, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15- 17:30 logrando  $q_{max} = q_4 = 814 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 681 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 834 \text{ veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 938 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-116 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA**

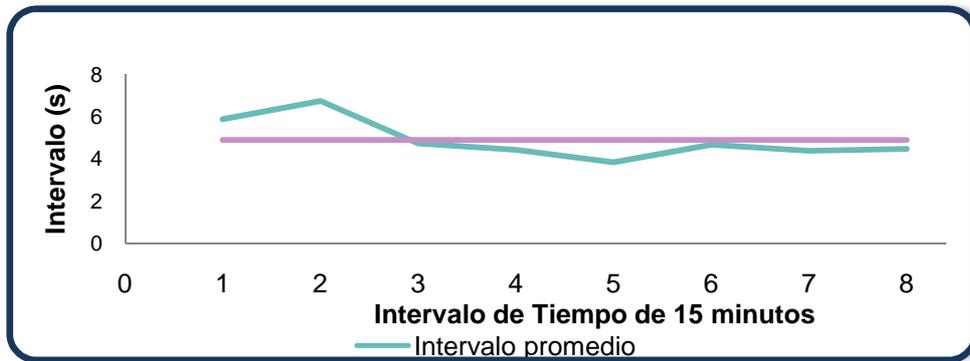


Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-116 muestra los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $170.13 \text{ veh/h}$ , y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:00 - 17:15 y el volumen de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de  $208.5 \text{ veh/h}$ , y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 – 17:45 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-117 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-117 se aprecia los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.89s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 -17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 – 17:45, 17:45 – 18:00, 18:00 – 18:15 y de 18:15 – 18:30.

**r. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**

**Tabla 2-1vii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	32	0	2.5	34.5	138	26.09
16:45 - 17:00	42	0	2.5	44.5	178	20.22
17:00 - 17:15	57	0	2.5	59.5	238	15.13
17:15 - 17:30	41	0	5	46	184	19.57
17:30 - 17:45	47	0	7.5	54.5	218	16.51
17:45 - 18:00	37	1	0	38	152	23.68
18:00 - 18:15	39	0	0	39	156	23.08
18:15 - 18:30	28	0	2.5	30.5	122	29.51
<b>PROMEDIO</b>				43.31	173	21.72

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	185	46.13
17:30 - 18:30	162	40.50

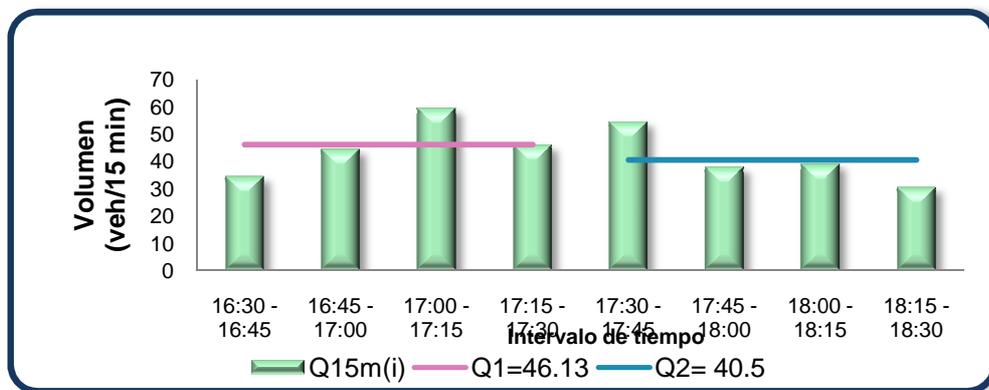
Fuente Propia: 2011-01-04

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-1vii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00- 17:15 logrando  $q_{\max} = q_3 = 238$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 185$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 162$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 218$  veh/h, por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-118 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB**



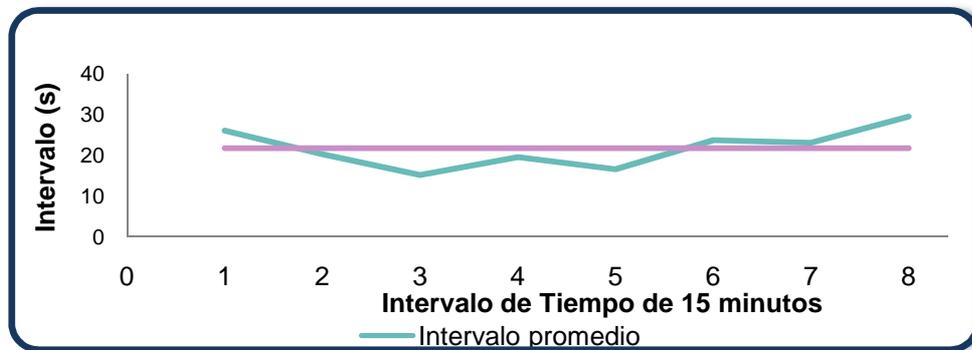
Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-118 refleja los distintos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 46.13 veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo

de 17:00 - 17:15 sobrepasa  $Q_1$ , lo que enuncia que existe la posibilidad de problemas de congestión en el mencionado intervalo.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 40.5 veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 – 17:45 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

**Ilustración 2-119 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-119 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 21.72 s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 -17:15, 17:15 – 17:30 y de 17:30 – 17:45.

**s. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DB**

**Tabla 2-lviii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	46	2.2	0	48.2	193	18.67
16:45 - 17:00	50	4.4	0	54.4	218	16.54
17:00 - 17:15	38	2.2	0	40.2	161	22.39
17:15 - 17:30	41	4.4	0	45.4	182	19.82
17:30 - 17:45	43	4.4	0	47.4	190	18.99
17:45 - 18:00	62	4.4	0	66.4	266	13.55
18:00 - 18:15	52	4.4	0	56.4	226	15.96
18:15 - 18:30	45	4.4	0	49.4	198	18.22
<b>PROMEDIO</b>				50.98	204	18.02

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	188	47.05
17:30 - 18:30	220	54.90

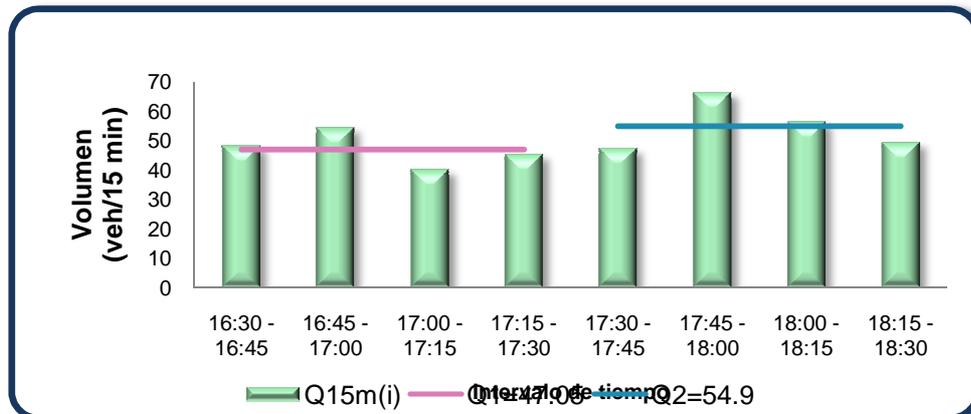
Fuente Propia: 2011-01-04

Refiriendo a los valores obtenidos en la Tabla 2-lviii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 - 17:00 logrando  $q_{\max} = q_2 = 218 \text{ veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 188 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 220 \text{ veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_6 = 266 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-120 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DB**

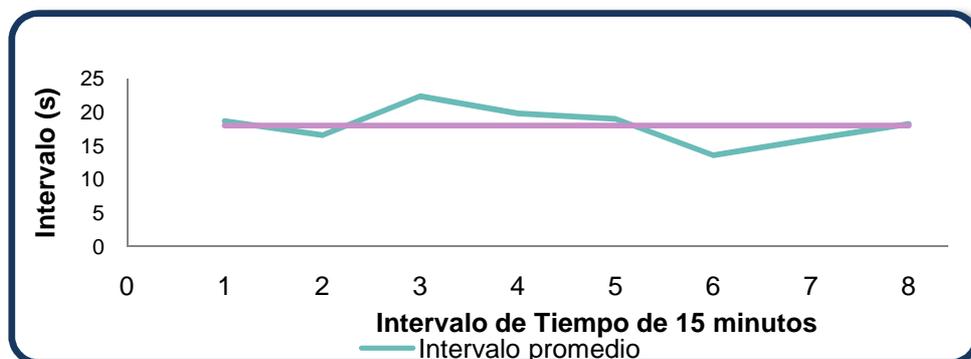


Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-120 indica los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 47.05 veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 16:45 - 17:00 sobrepasa  $Q_1$ , lo que delata que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 54.9 veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:45 – 18:00 y el volumen de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-121 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-121 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 18.02 s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:45 - 17:00, 17:45 - 18:00 y de 18:00 - 18:15

**t. Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**

**Tabla 2-lix Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	67	0	0	67	268	13.43
16:45 - 17:00	77	0	2.5	79.5	318	11.32
17:00 - 17:15	38	0	0	38	152	23.68
17:15 - 17:30	31	0	2.5	33.5	134	26.87
17:30 - 17:45	39	0	2.5	41.5	166	21.69
17:45 - 18:00	42	0	0	42	168	21.43
18:00 - 18:15	36	0	0	36	144	25.00
18:15 - 18:30	23	0	0	23	92	39.13
<b>PROMEDIO</b>				45.06	180	22.82

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	218	54.50
17:30 - 18:30	143	35.63

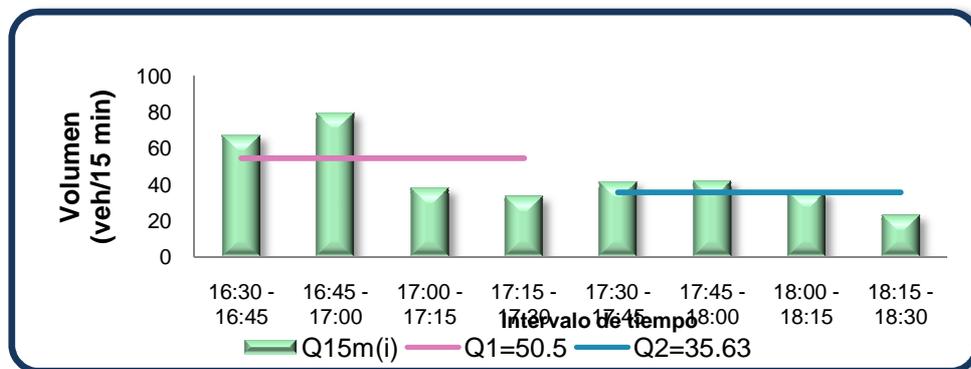
Fuente Propia: 2011-01-04

Refiriendo a los valores obtenidos en la Tabla 2-lix, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 - 17:00 logrando  $q_{max} = q_2 = 318 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 218 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 143 \text{ veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 - 18:00, logrando  $q_{\max} = q_6 = 168 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-122 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA**

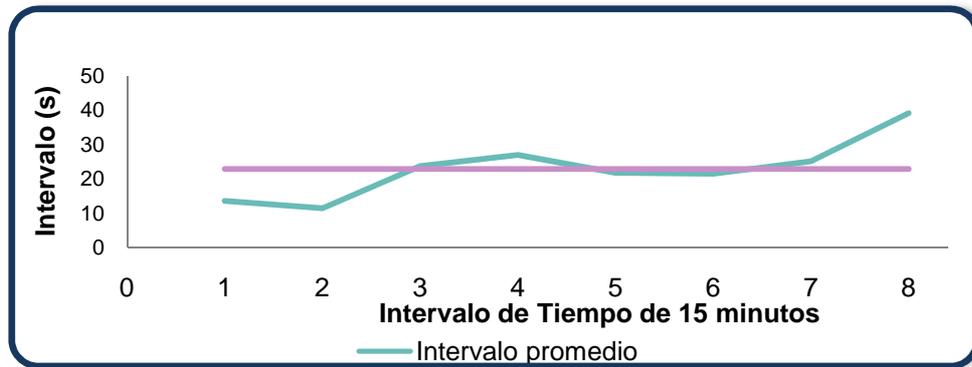


Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-122 indica los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 50.5 veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 16:30 – 16:45 y el volumen de 16:45 - 17:00 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 35.63 veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 – 17:45 y el volumen de 17:45 – 18:00 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-123 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-123 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 22.82s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 - 17:00 y ligeramente de , 17:30 - 17:45 y 17:45- 18:00

**u. Primera Constituyente y España: movimiento CA**

**Tabla 2-1x Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	154	0	2.5	156.5	626	5.75
16:45 - 17:00	137.5	0	2.5	140	560	6.43
17:00 - 17:15	192.5	0	5	197.5	790	4.56
17:15 - 17:30	198	0	5	203	812	4.43
17:30 - 17:45	221	0	7.5	228.5	914	3.94
17:45 - 18:00	182	0	2.5	184.5	738	4.88
18:00 - 18:15	213	0	2.5	215.5	862	4.18
18:15 - 18:30	194	0	5	199	796	4.52
<b>PROMEDIO</b>				190.56	762	4.84

	Q	Q15
16:30 - 17:30	697	174.25
17:30 - 18:30	828	206.88

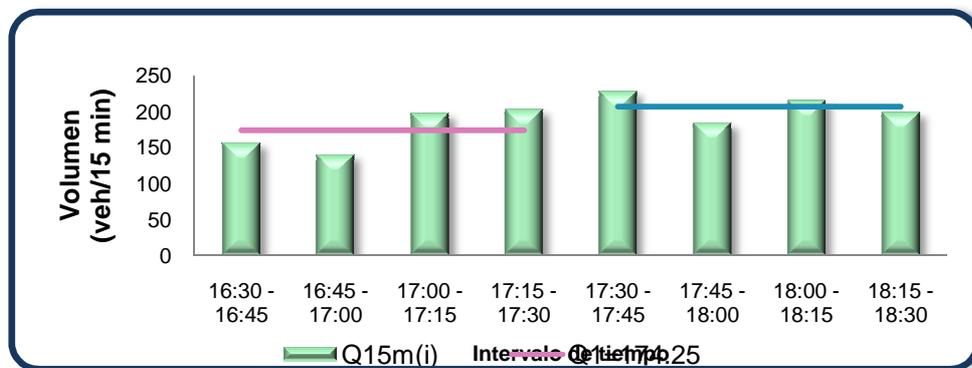
Fuente Propia: 2011-01-04

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-ix, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 - 17:30 logrando  $q_{\max} = q_4 = 812\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 697\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 828\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 862\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-124 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA**



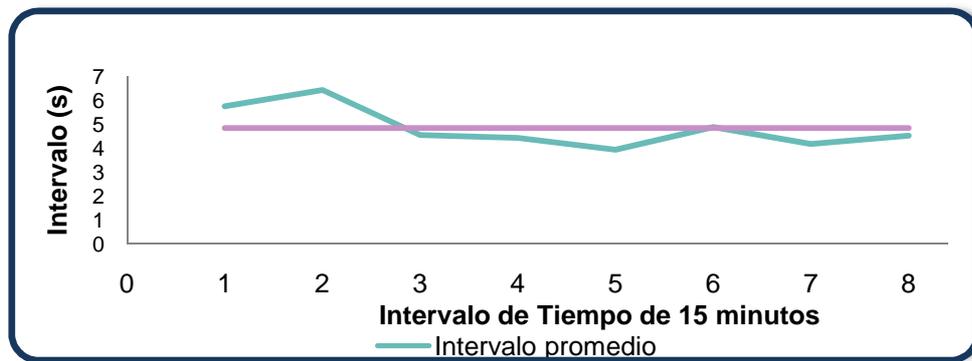
Fuente Propia: 2011-01-04

La Ilustración 2-124 representa los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $174.25\text{veh/h}$ , y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:00 – 17:15 y el volumen de 17:15 - 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que

sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 35.63veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 – 17:45 y el volumen de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos

**Ilustración 2-125 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-125 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.84s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 – 17:45, 18:00 – 18:15 y 18:15 – 18:30.

**v. Primera Constituyente y España: movimiento CD**

**Tabla 2-lxi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	29	0	0	29	116	31.03
16:45 - 17:00	31	0	2.5	33.5	134	26.87
17:00 - 17:15	51	0	0	51	204	17.65
17:15 - 17:30	44	0	2.5	46.5	186	19.35
17:30 - 17:45	63	0	2.5	65.5	262	13.74
17:45 - 18:00	42	0	0	42	168	21.43
18:00 - 18:15	62	0	0	62	248	14.52
18:15 - 18:30	59	0	0	59	236	15.25
<b>PROMEDIO</b>				48.56	194	19.98

	Q	Q15
16:30 - 17:30	197	49.13
17:30 - 18:30	212	52.89

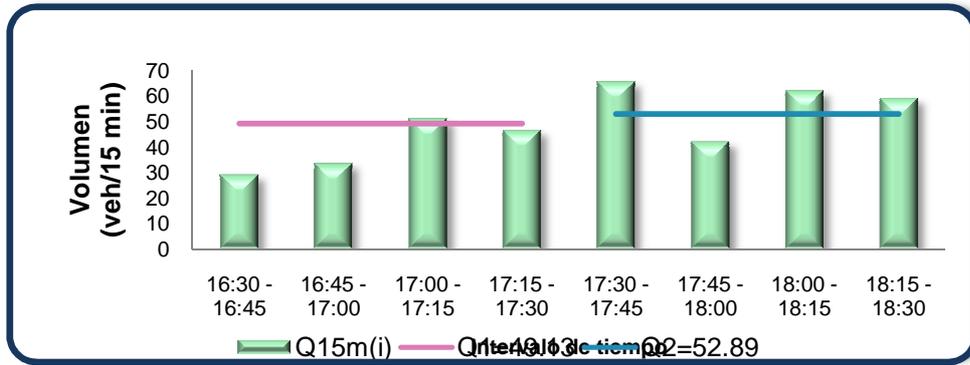
Fuente Propia: 2011-01-04

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxi, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00 - 17:15 logrando  $q_{\max} = q_3 = 204\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 197\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 212\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 - 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 262\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-126 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD**

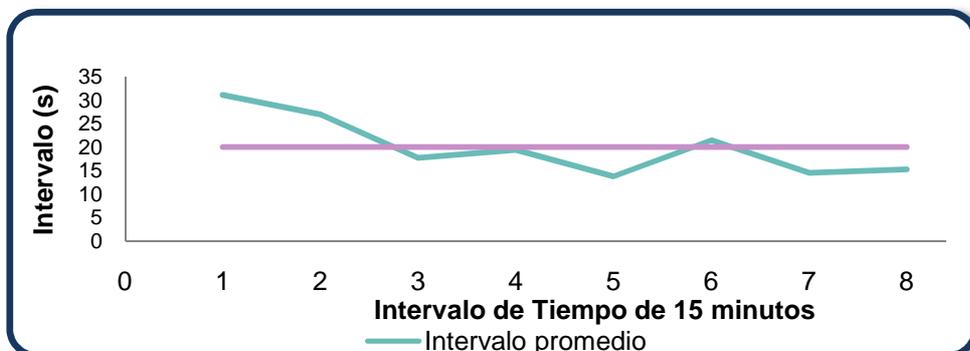


Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-126 se aprecia los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 49.13veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 17:00 – 17:15 sobrepasa  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 52.89veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 17:30 – 17:45, 18:00 – 18:15 y de 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-127 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-127 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 19.98s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:30 – 17:45, 18:00 – 18:15 y 18:15 – 18:30

**w. Primera Constituyente y España: movimiento BD**

**Tabla 2-lxii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	48	4.4	0	52.4	210	17.18
16:45 - 17:00	57	4.4	2.5	63.9	256	14.08
17:00 - 17:15	47	4.4	2.5	53.9	216	16.70
17:15 - 17:30	55	4.4	0	59.4	238	15.15
17:30 - 17:45	69	2.2	0	71.2	285	12.64
17:45 - 18:00	67	2.2	0	69.2	277	13.01
18:00 - 18:15	40	2.2	2.5	44.7	179	20.13
18:15 - 18:30	61	2.2	0	63.2	253	14.24
<b>PROMEDIO</b>				59.74	239	15.39

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	230	57.40
17:30 - 18:30	248	62.08

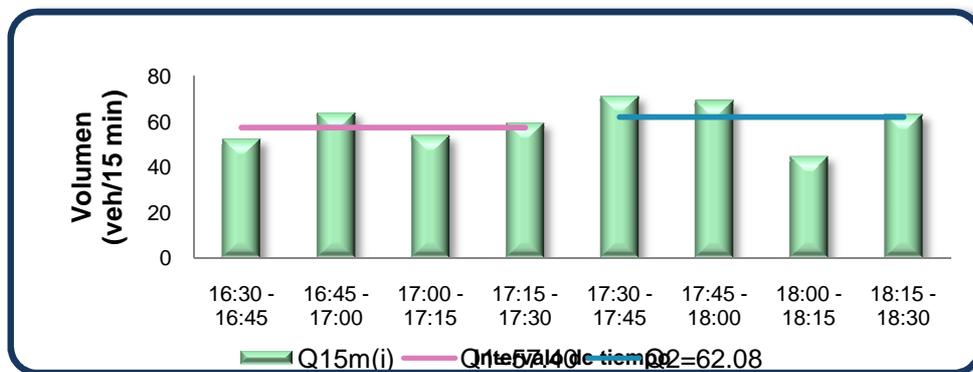
Fuente Propia: 2011-01-04

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 - 17:00 y se repite en el intervalo de 17:15 – 17:30 logrando  $q_{max} = q_2 = 256$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 230$  veh/h, por lo tanto,  $q_{max} > Q$ , indicando que las frecuencias con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 248 \text{ veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 285 \text{ veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

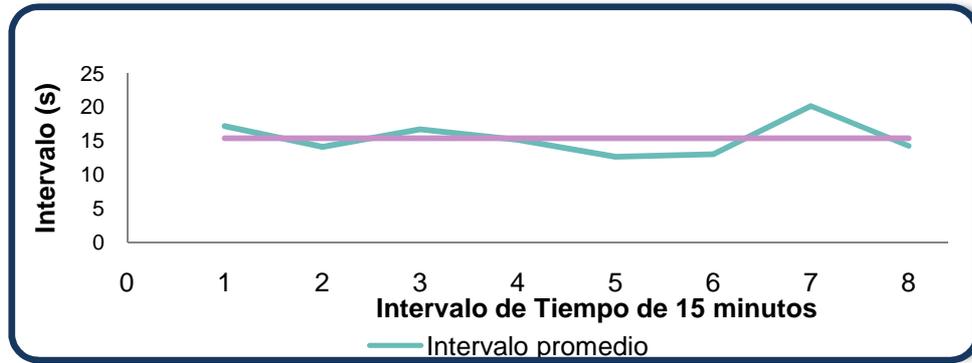
**Ilustración 2-128 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-128 se puede observar los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 57.40 veh/h, y los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 16:45 – 17:00 y 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que indica que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos. Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 62.08 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 17:30 – 17:45, 17:45 - 18:00 y de 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-129 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-129 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 15.39 s reflejan que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:30 – 17:45, 17:45 - 18:00 y 18:15 – 18:30.

**x. Primera Constituyente y España: movimiento BA**

**Tabla 2-1xiii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	37	0	0	37	148	24.32
16:45 - 17:00	47	0	0	47	188	19.15
17:00 - 17:15	41	0	0	41	164	21.95
17:15 - 17:30	34	0	0	34	136	26.47
17:30 - 17:45	45	0	0	45	180	20.00
17:45 - 18:00	47	0	0	47	188	19.15
18:00 - 18:15	30	0	0	30	120	30.00
18:15 - 18:30	35	0	0	35	140	25.71
<b>PROMEDIO</b>				39.50	158	23.34

	Q	Q15
16:30 - 17:30	159	39.75
17:30 - 18:30	157	39.25

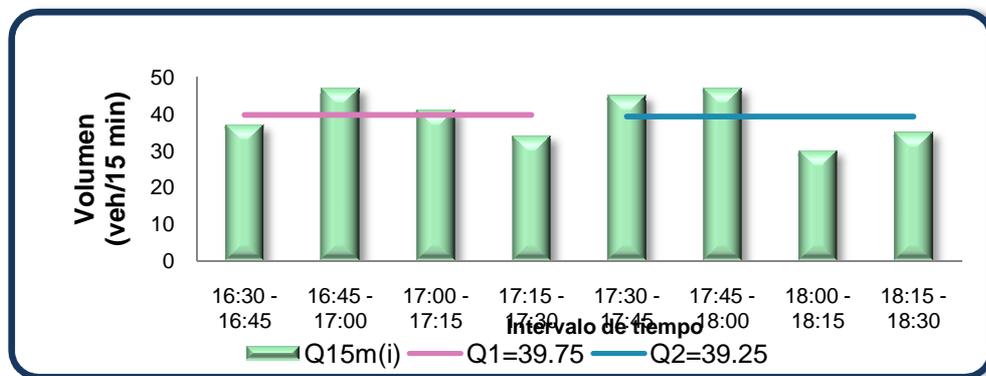
Fuente Propia: 2011-01-04

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-1xiii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 - 17:00, logrando  $q_{\max} = q_2 = 188\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 159\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 157\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 - 18:00, logrando  $q_{\max} = q_6 = 188\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-130 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y García Moreno: movimiento BA**



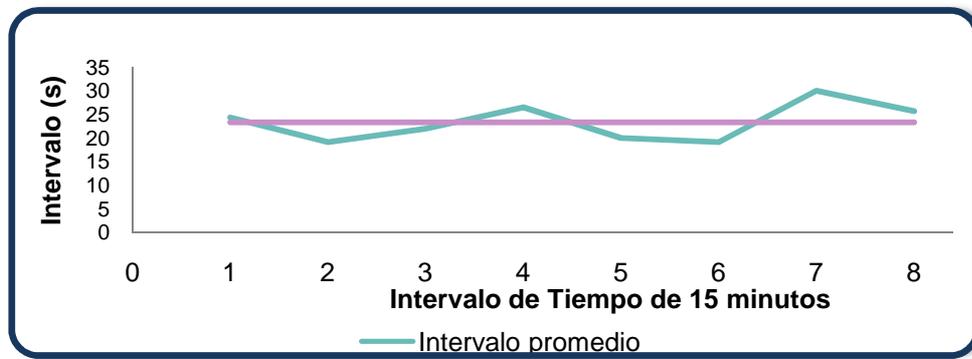
Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-130 se muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 - 17:30,  $Q_1$ , es de  $39.75\text{veh/h}$ , y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes

para el intervalo de 16:45 – 17:00, 17:00 – 17:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 39.25veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 17:30 – 17:45 y de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-131 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y España: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-131 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 23.24s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:45 - 17:00, 17:00– 17:15, 17:30 – 17:45, 17:45 - 18:00.

**y. Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**

**Tabla 2-ixiv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	173	0	5	178	712	5.06
16:45 - 17:00	157	0	2.5	159.5	638	5.64
17:00 - 17:15	232	0	7.5	239.5	958	3.76
17:15 - 17:30	235	0	2.5	237.5	950	3.79
17:30 - 17:45	275	0	5	280	1120	3.21
17:45 - 18:00	216	0	2.5	218.5	874	4.12
18:00 - 18:15	266	0	2.5	268.5	1074	3.35
18:15 - 18:30	252	0	2.5	254.5	1018	3.54
<b>PROMEDIO</b>				229.50	918	4.06

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	815	203.63
17:30 - 18:30	1022	255.38

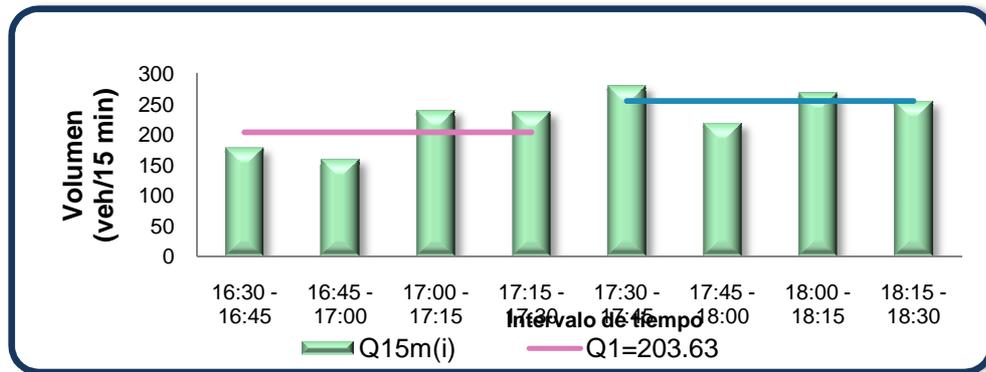
Fuente Propia: 2011-01-04

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-ixiv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 - 17:30, logrando  $q_{\max} = q_3 = 958 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 815 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 1022 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 1120 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-132 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**

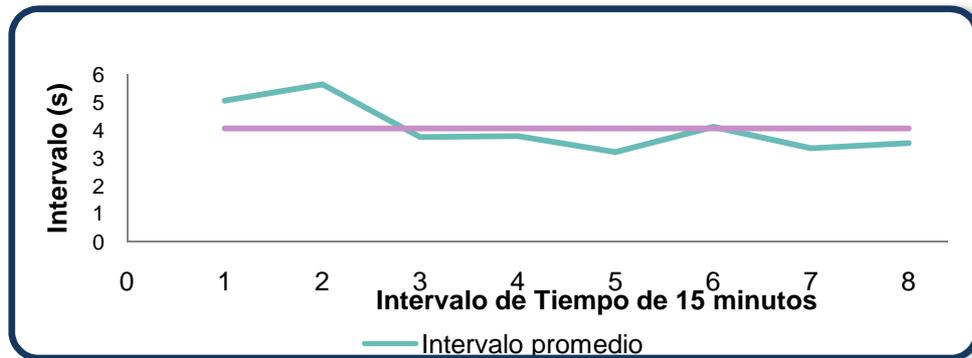


Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-132 se muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 203.63 veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 255.38 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares de los intervalos de 17:30 – 17:45 y de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-133 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-04

En la Ilustración 2-133 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.06s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00– 17:15, 17:15- 17:30, 17:30 – 17:45, 18:00 – 18:15 y de 18:15 – 18:30

**z. Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB**

**Tabla 2-lxv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	16	0	0	16	64	56.25
16:45 - 17:00	21	0	0	21	84	42.86
17:00 - 17:15	26	0	0	26	104	34.62
17:15 - 17:30	29	0	0	29	116	31.03
17:30 - 17:45	6	0	0	6	24	150.00
17:45 - 18:00	25	0	0	25	100	36.00
18:00 - 18:15	9	0	0	9	36	100.00
18:15 - 18:30	5	0	0	5	20	180.00
				<b>PROMEDIO</b>	69	78.84

	Q	Q15
16:30 - 17:30	92	23.00
17:30 - 18:30	45	11.25

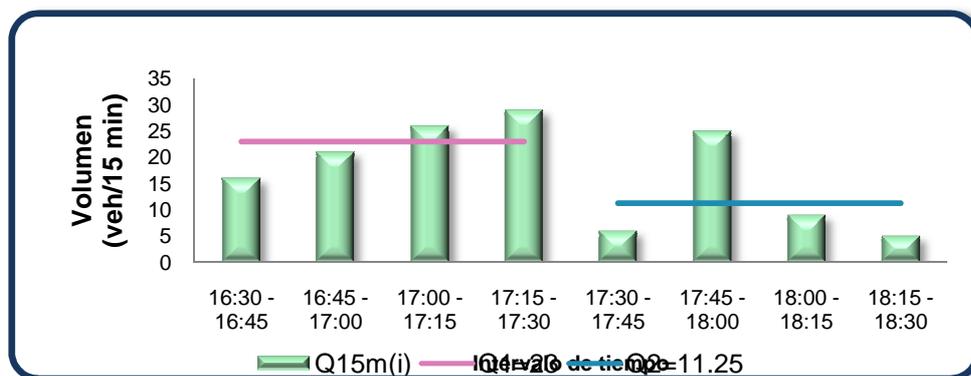
Fuente Propia: 2011-01-05

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 - 17:30, logrando  $q_{\max} = q_4 = 116\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 92\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 45\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_6 = 100\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-134 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB**



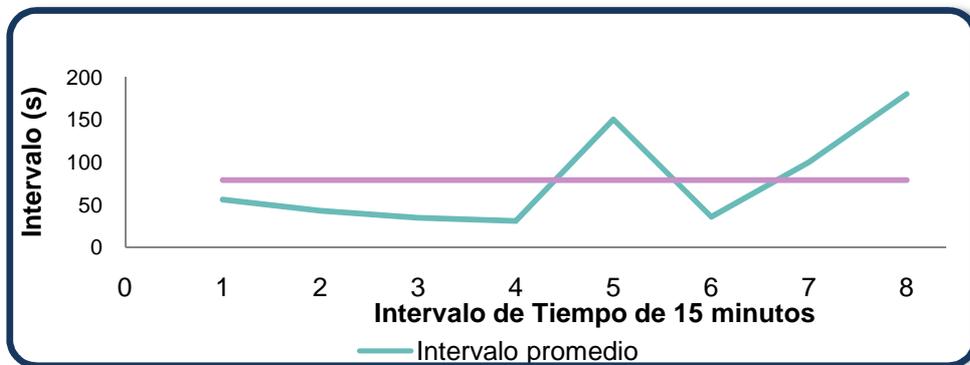
Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-134 se aprecia los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $23\text{veh/h}$ , y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para

el intervalo de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 11.25veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:45 –18:00 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en el mencionado intervalo.

**Ilustración 2-135 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-135 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 78.84s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 - 17:00, 17:00– 17:15, 17:30 – 17:45 y de 17:45 - 18:00.

**aa. Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**

**Tabla 2-1xvi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	29	0	0	29	116	31.03
16:45 - 17:00	31	0	2.5	33.5	134	26.87
17:00 - 17:15	32	0	2.5	34.5	138	26.09
17:15 - 17:30	28	0	2.5	30.5	122	29.51
17:30 - 17:45	25	0	2.5	27.5	110	32.73
17:45 - 18:00	52	0	5	57	228	15.79
18:00 - 18:15	33	0	7.5	40.5	162	22.22
18:15 - 18:30	29	0	5	34	136	26.47
<b>PROMEDIO</b>				<b>35.81</b>	<b>143</b>	<b>26.34</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	128	31.88
17:30 - 18:30	159	39.75

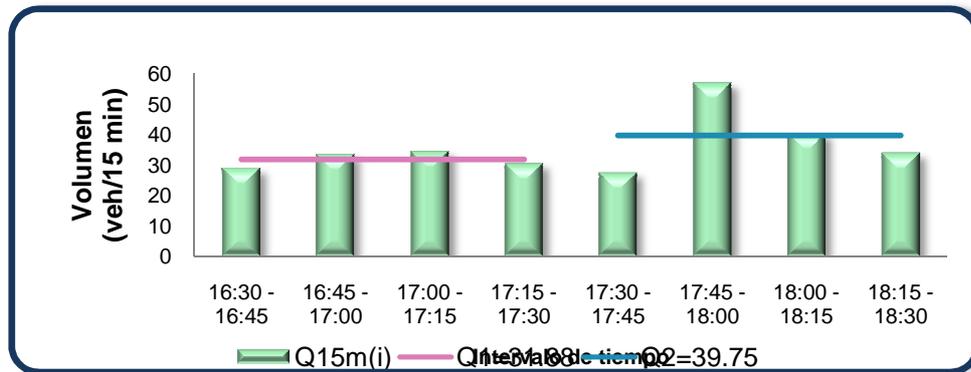
Fuente Propia: 2011-01-05

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-1xvi, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 - 17:30, logrando  $q_{\max} = q_3 = 138 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 128 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 159 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 – 18:00, logrando  $q_{\max} = q_6 = 228 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-136 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**

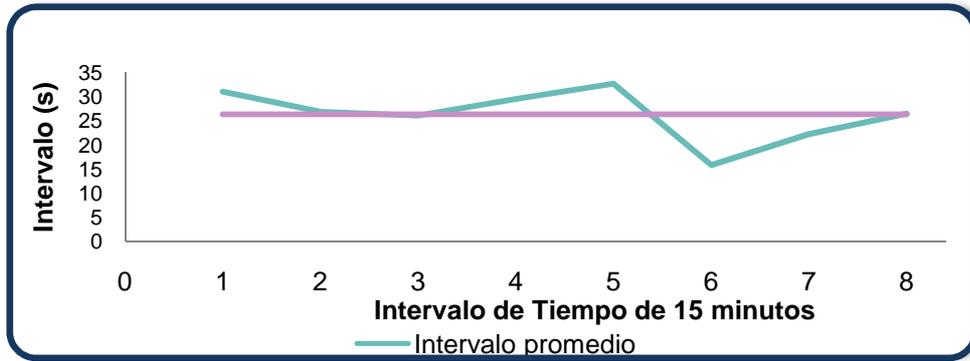


Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-136 se aprecia los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 31.88 veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 16:45 – 17:00 y de 17:00 – 17:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 39.75 veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:45 – 18:00 y ligeramente el volumen de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-137 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-137 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 26.34s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:45 - 18:00 y de 18:00 – 18:15.

**bb. Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**

**Tabla 2-1xvii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	13	0	0	13	52	69.23
16:45 - 17:00	15	0	2.5	17.5	70	51.43
17:00 - 17:15	14	0	2.5	16.5	66	54.55
17:15 - 17:30	11	0	5	16	64	56.25
17:30 - 17:45	12	0	5	17	68	52.94
17:45 - 18:00	10	0	0	10	40	90.00
18:00 - 18:15	12	0	0	12	48	75.00
18:15 - 18:30	3	0	0	3	12	300.00
<b>PROMEDIO</b>				13.13	53	93.67

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	63	15.75
17:30 - 18:30	42	10.50

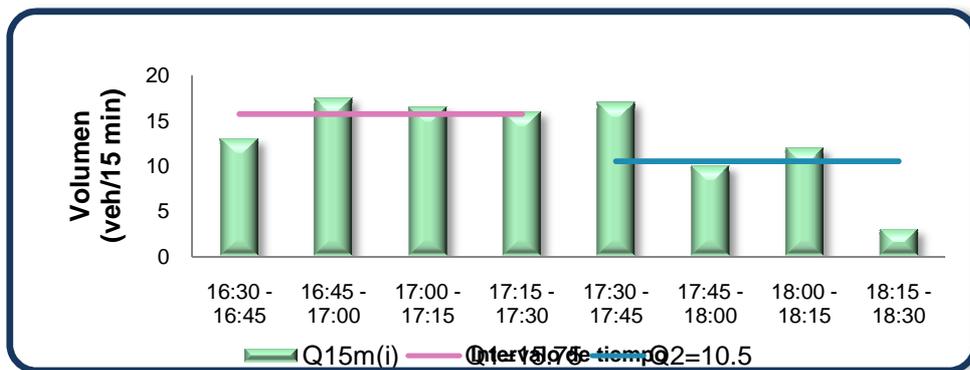
Fuente Propia: 2011-01-05

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxvii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00 - 17:15, logrando  $q_{\max} = q_3 = 66\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 63\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva, a pesar de que la diferencia sea apenas de 3 veh/h.

Mientras que en período de 17:30 – 18:30, el volumen horario  $Q' = 42\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 68\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-138 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**



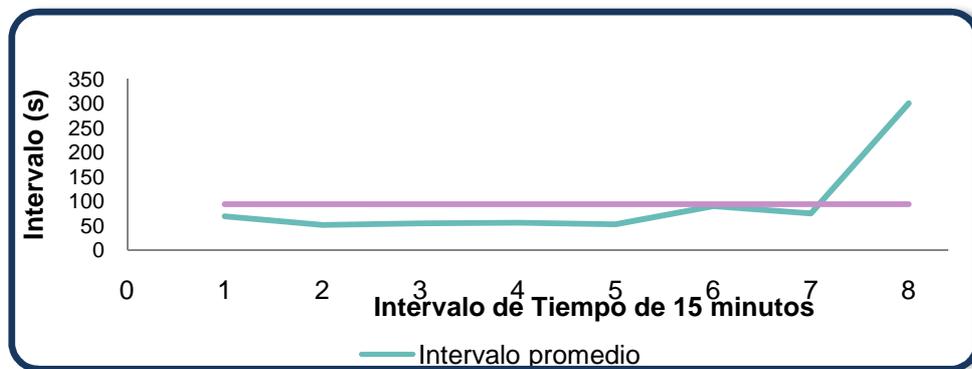
Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-138 se indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $15.75\text{veh/h}$ , y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes

para el intervalo de 16:45 – 17:00, 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 10.5veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17: 30 - 17:45, 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-139 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-139 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 101.18s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 – 17:00, 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 - 17:45 y de 18:00 – 18:15.

**cc. Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**

**Tabla 2-lxviii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	151	0	2.5	153.5	614	5.86
16:45 - 17:00	138	0	0	138	552	6.52
17:00 - 17:15	236	0	0	236	944	3.81
17:15 - 17:30	239	0	0	239	956	3.77
17:30 - 17:45	236	0	2.5	238.5	954	3.77
17:45 - 18:00	203	0	0	203	812	4.43
18:00 - 18:15	247	0	2.5	249.5	998	3.61
18:15 - 18:30	217	0	0	217	868	4.15
<b>PROMEDIO</b>				209.31	837	4.49

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	767	191.63
17:30 - 18:30	908	227.00

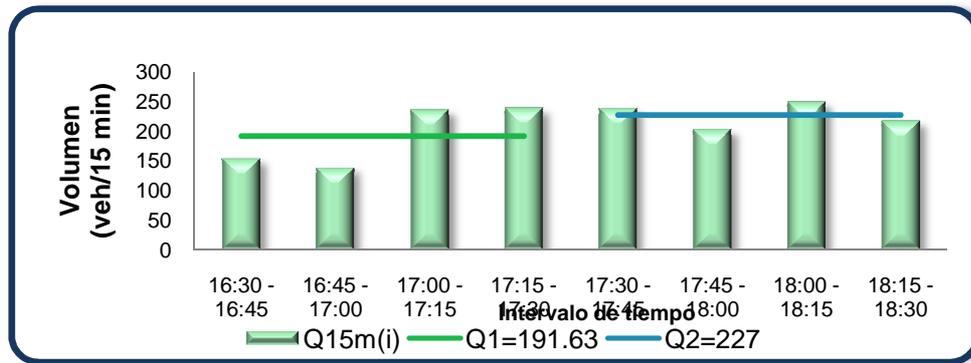
Fuente Propia: 2011-01-05

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxviii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 - 17:30, logrando  $q_{\max} = q_4 = 956 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 767 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:30 - 18:30, el volumen horario  $Q' = 908 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 - 18:15, logrando  $q_{\max} = q_7 = 998 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-140 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**

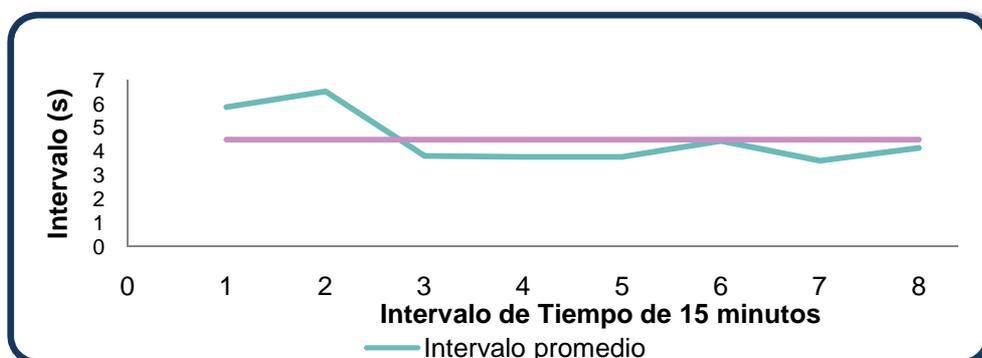


Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-140 se indica los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 191.63 veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 227 veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 - 17:45, 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-141 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-141 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.49s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 - 17:45 y de 18:00 – 18:15, 18:15 – 18:30.

**dd. Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**

**Tabla 2-lxix Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	22	0	5	27	108	33.33
16:45 - 17:00	16	0	2.5	18.5	74	48.65
17:00 - 17:15	11	0	2.5	13.5	54	66.67
17:15 - 17:30	11	0	5	16	64	56.25
17:30 - 17:45	9	0	5	14	56	64.29
17:45 - 18:00	15	0	0	15	60	60.00
18:00 - 18:15	8	0	2.5	10.5	42	85.71
18:15 - 18:30	5	0	2.5	7.5	30	120.00
<b>PROMEDIO</b>				15.25	61	66.86

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	75	18.75
17:30 - 18:30	47	11.75

Fuente Propia: 2011-01-05

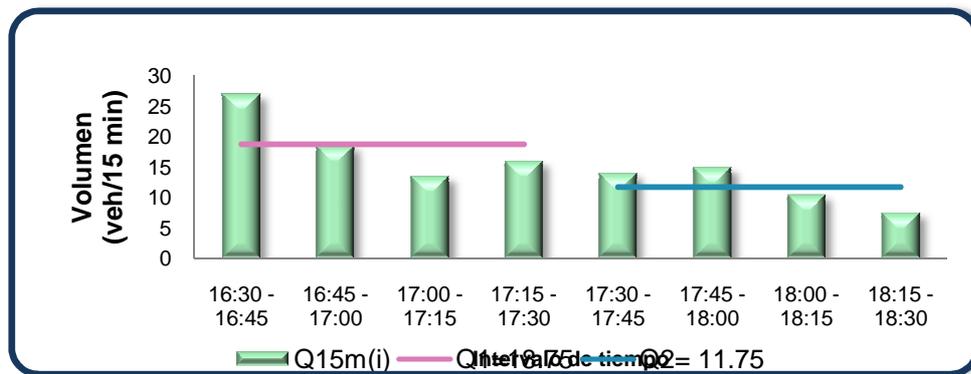
En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxix, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 - 17:00, logrando  $q_{max} = q_1 = 108 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 75 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_1 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 47 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 – 18:00, logrando  $q_{max} = q_6 = 60 \text{veh/h}$ , por

lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-142 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**

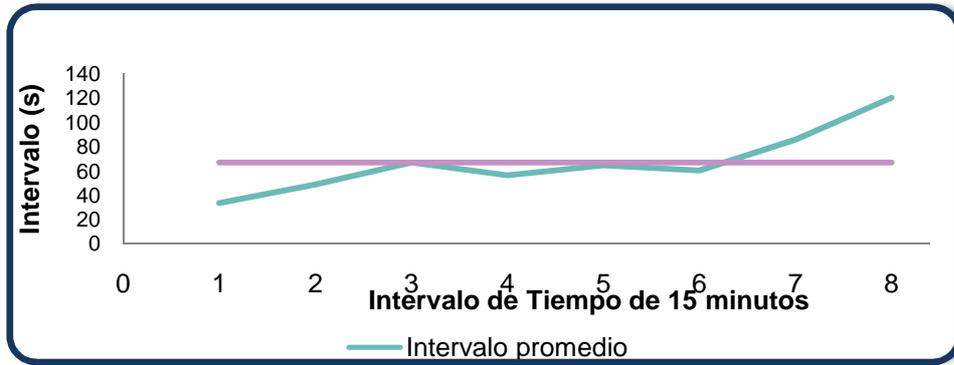


Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-142 se observa los diversos volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 18.75veh/h, y se puede observar que el volumen vehicular correspondiente para el intervalo de 16:30 – 16:45 sobrepasa  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalo.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 11.75veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares del intervalo de 17:30 - 17:45, y de 18:45 – 18:00 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-143 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-143 se observa los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 66.86s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 - 17:00, 17:15 – 17:30 y de 17:45 - 18:00.

**ee. Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**

**Tabla 2-1xx Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	68	4.4	0	72.4	290	12.43
16:45 - 17:00	73.5	6.6	0	80.1	320	11.24
17:00 - 17:15	86.5	4.4	0	90.9	364	9.90
17:15 - 17:30	51.5	6.6	0	58.1	232	15.49
17:30 - 17:45	48.5	4.4	0	52.9	212	17.01
17:45 - 18:00	60	4.4	0	64.4	258	13.98
18:00 - 18:15	48	2.2	0	50.2	201	17.93
18:15 - 18:30	45.5	4.4	0	49.9	200	18.04
<b>PROMEDIO</b>				64.86	259	14.50

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	302	75.38
17:30 - 18:30	217	54.35

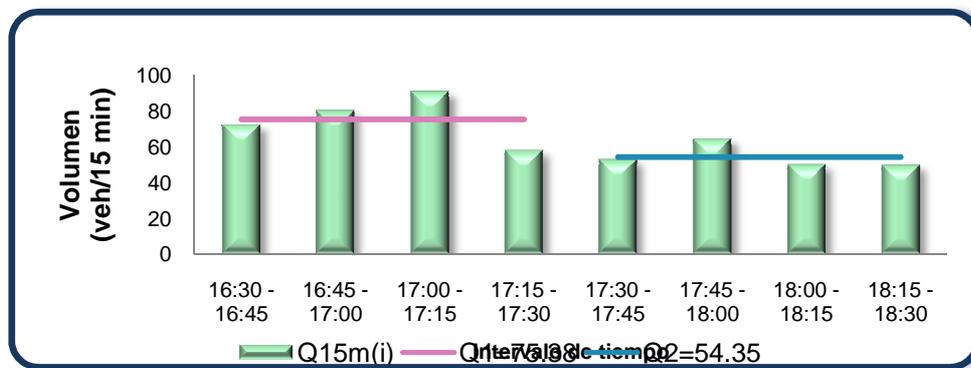
Fuente Propia: 2011-01-05

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxx, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00 – 17:15, logrando  $q_{\max} = q_3 = 364$  veh/h, y el correspondiente volumen horario,  $Q = 302$  veh/h, por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 217$  veh/h, la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:45 – 18:00, logrando  $q_{\max} = q_6 = 258$  veh/h, por lo tanto,  $q_6 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto refleja la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-144 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**



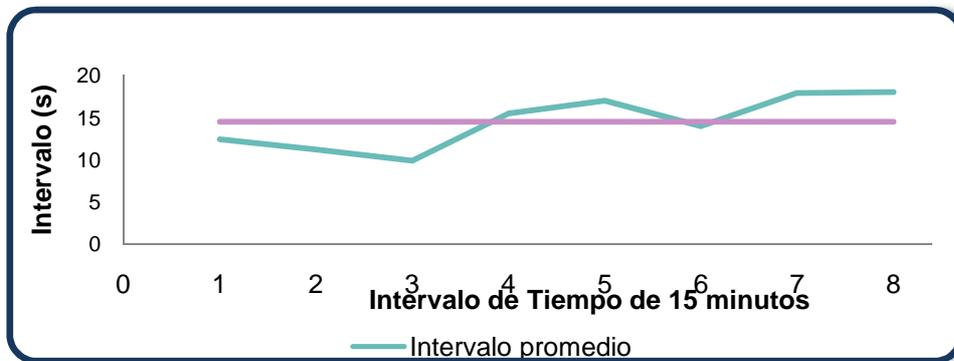
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-144 indica los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 72.38 veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para

el intervalo de 16:30 – 16:45 y de 17:00 - 17:15 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 54.35 veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:45 - 18:00 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en el mencionado intervalo

**Ilustración 2-145 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BD**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-145 se aprecia los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 14.50 s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 - 17:00, 17:00 - 17:15 y ligeramente de 17:45 - 18:00.

**ff. Primera constituyente y Colón: movimiento BA**

**Tabla 2-lxxi Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	40	0	0	40	160	22.50
16:45 - 17:00	43	0	2.5	45.5	182	19.78
17:00 - 17:15	26	0	5	31	124	29.03
17:15 - 17:30	30	0	2.5	32.5	130	27.69
17:30 - 17:45	48	0	2.5	50.5	202	17.82
17:45 - 18:00	41	0	2.5	43.5	174	20.69
18:00 - 18:15	31	0	0	31	124	29.03
18:15 - 18:30	36.5	0	2.5	39	156	23.08
<b>PROMEDIO</b>				39.13	157	23.70

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	149	37.25
17:30 - 18:30	164	41.00

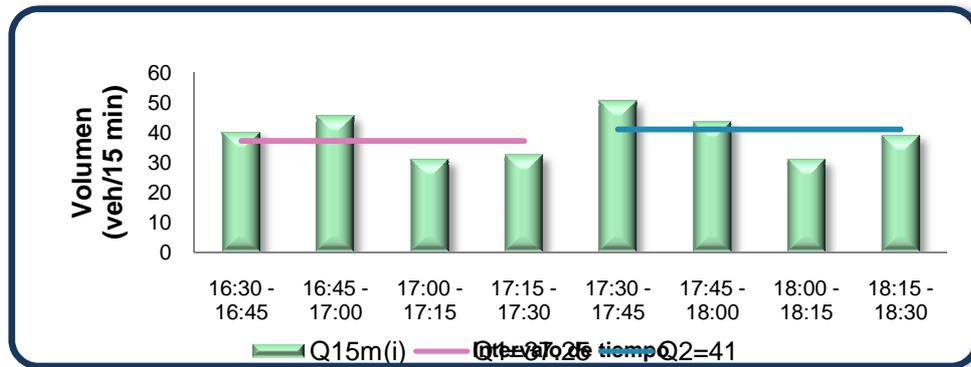
Fuente Propia: 2011-01-05

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxxi, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 16:45 - 17:00, logrando  $q_{\max} = q_2 = 182\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 149\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_2 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 164\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 - 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 202\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-146 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**

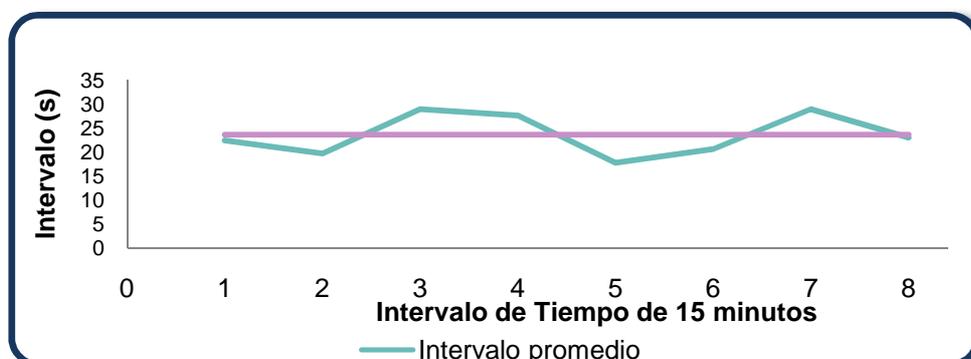


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-146 muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 37.25 veh/h, y se puede observar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 16:30 – 16:45 y de 16:45 - 17:00 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 41 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares del intervalo de 17:30 – 17:45 y de 17:45 - 18:00 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-147 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Colón: movimiento BA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-147 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 23.7s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 16:30 – 16:45, 16:45 - 17:00, 17:30 - 17:45 y ligeramente de 17:45 - 18:00.

**gg. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**

**Tabla 2-lxxii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	146	0	7.5	153.5	614	5.86
16:45 - 17:00	126	0	2.5	128.5	514	7.00
17:00 - 17:15	214	0	0	214	856	4.21
17:15 - 17:30	217	0	5	222	888	4.05
17:30 - 17:45	211	0	2.5	213.5	854	4.22
17:45 - 18:00	192	0	0	192	768	4.69
18:00 - 18:15	206	0	2.5	208.5	834	4.32
18:15 - 18:30	185	0	2.5	187.5	750	4.80
<b>PROMEDIO</b>				189.94	760	4.89

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	718	179.50
17:30 - 18:30	802	200.38

Fuente Propia: 2011-01-05

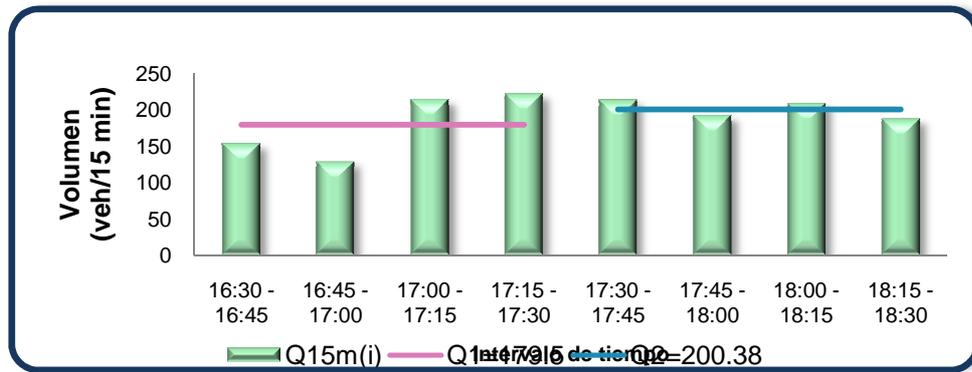
En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxxii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 – 17:30, logrando  $q_{max} = q_4 = 888 \text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 718 \text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 802 \text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{max} = q_5 = 249 \text{veh/h}$ ,

por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-148 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**

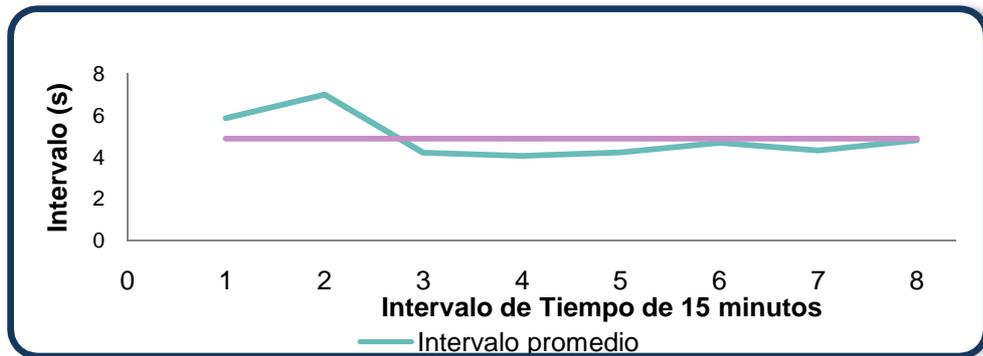


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-148 muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 179.5 veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 200.38 veh/h, y se observa que los volúmenes vehiculares del intervalo de 17:30 – 17:45 y de 18:00 – 18:15 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

**Ilustración 2-149 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-149 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 4.89s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 - 17:45, 17:45 – 18:00, 18:00 – 18:15 y de 18:15 – 18:30.

**hh. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD**

**Tabla 2-lxxiii Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	11	0	0	11	44	81.82
16:45 - 17:00	17	0	0	17	68	52.94
17:00 - 17:15	25	0	5	30	120	30.00
17:15 - 17:30	25	0	0	25	100	36.00
17:30 - 17:45	28	0	7.5	35.5	142	25.35
17:45 - 18:00	19	0	0	19	76	47.37
18:00 - 18:15	25	0	0	25	100	36.00
18:15 - 18:30	24	0	2.5	26.5	106	33.96
<b>PROMEDIO</b>				<b>23.63</b>	<b>95</b>	<b>42.93</b>

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	83	20.75
17:30 - 18:30	106	26.50

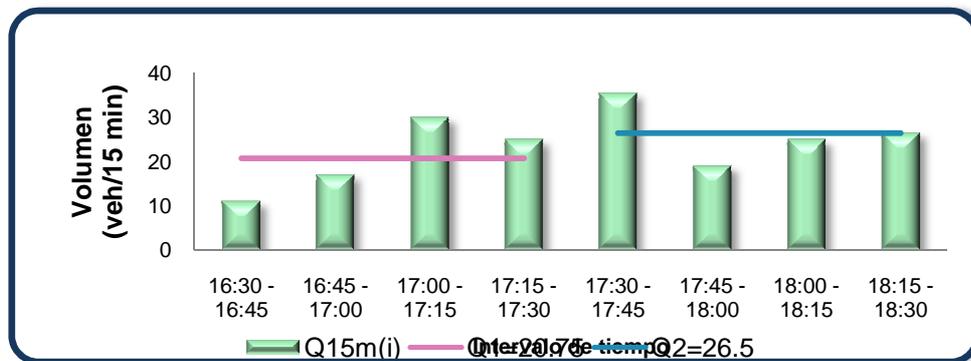
Fuente Propia: 2011-01-05

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxxiii, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:00 – 17:15, logrando  $q_{\max} = q_3 = 120\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 83\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_3 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 106\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 17:30 – 17:45, logrando  $q_{\max} = q_5 = 142\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_5 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-150 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD**



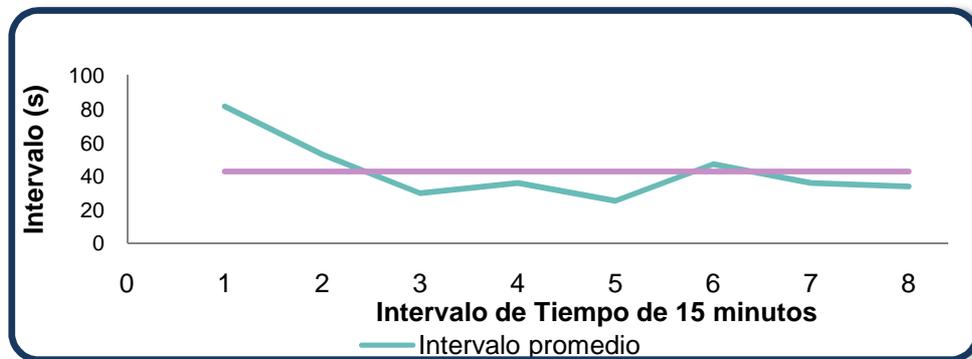
Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-150 muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de  $20.75\text{veh/h}$ , y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes

para el intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

Mientras que el volumen horario referido a 15 minutos de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 26.5veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 – 17:45 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en dicho intervalos.

**Ilustración 2-151 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CD**



Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-151 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 42.93s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 - 17:45, 18:00 – 18:15 y de 18:15 – 18:30.

**ii. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**

**Tabla 2-lxxiv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	32	0	0	32	128	28.13
16:45 - 17:00	36	0	0	36	144	25.00
17:00 - 17:15	49	0	2.5	51.5	206	17.48
17:15 - 17:30	65	0	2.5	67.5	270	13.33
17:30 - 17:45	56	0	2.5	58.5	234	15.38
17:45 - 18:00	48	0	0	48	192	18.75
18:00 - 18:15	42	0	2.5	44.5	178	20.22
18:15 - 18:30	59	0	2.5	61.5	246	14.63
<b>PROMEDIO</b>				49.94	200	19.12

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	187	46.75
17:30 - 18:30	213	53.13

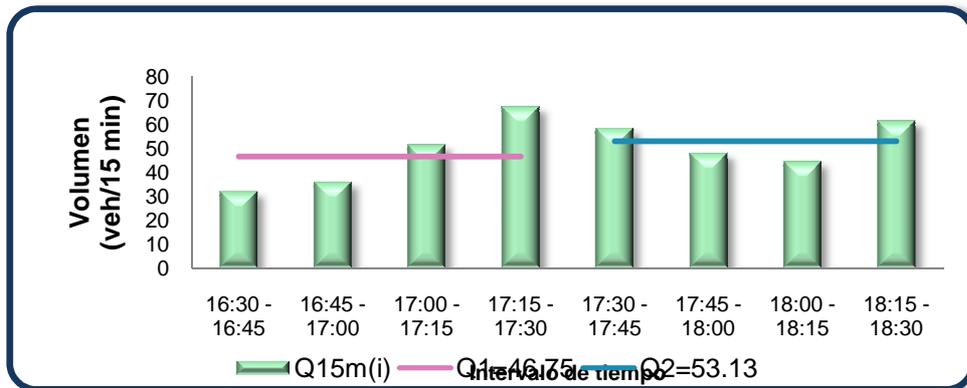
Fuente Propia: 2011-01-05

En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxxiv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 – 17:30, logrando  $q_{\max} = q_4 = 270\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 187\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 213\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:15 – 18:30, logrando  $q_{\max} = q_8 = 246\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_8 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

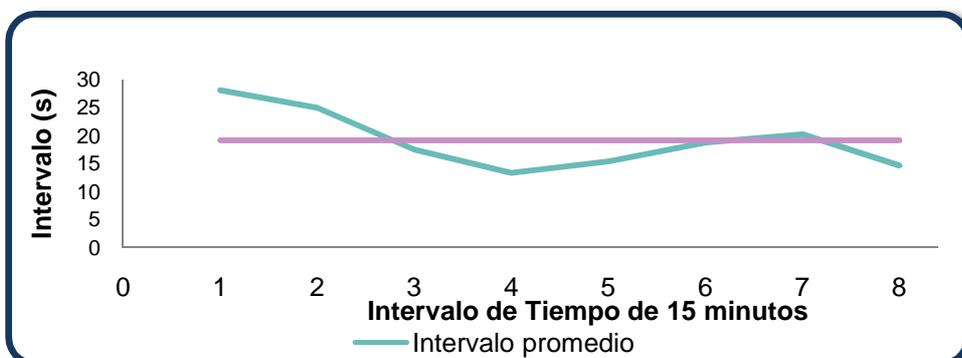
**Ilustración 2-152 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-152 muestra los volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 46.75veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos. Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 53.13veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 17:30 – 17:45 y el volumen de 18:15 – 18:30 sobrepasan  $Q_2$ , sugiriendo la posibilidad de problemas de congestión en los mencionados intervalos.

**Ilustración 2-153 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-153 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 19.12s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30, 17:30 - 17:45y de 18:15 – 18:30.

**jj. Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**

**Tabla 2-lxxv Resumen de Datos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**

INTERVALO DE TIEMPO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VOLUMEN CADA 15 MINUTOS	TASA DE FLUJO veh/h	INTERVALO PROMEDIO seg/veh
16:30 - 16:45	28	0	0	28	112	32.14
16:45 - 17:00	31	0	0	31	124	29.03
17:00 - 17:15	35	0	2.5	37.5	150	24.00
17:15 - 17:30	36	0	2.5	38.5	154	23.38
17:30 - 17:45	28	0	5	33	132	27.27
17:45 - 18:00	31	0	0	31	124	29.03
18:00 - 18:15	51	0	2.5	53.5	214	16.82
18:15 - 18:30	34	0	0	34	136	26.47
<b>PROMEDIO</b>				35.81	143	26.02

	<b>Q</b>	<b>Q15</b>
16:30 - 17:30	135	33.75
17:30 - 18:30	152	37.88

Fuente Propia: 2011-01-05

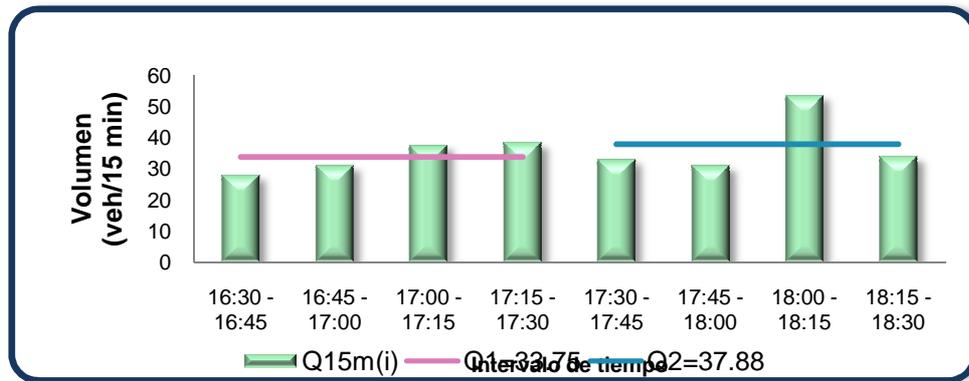
En base a los valores obtenidos en la Tabla 2-lxxv, la tasa de flujo máximo en el período de 16:30 - 17:30 ocurre en el intervalo de 17:15 – 17:30, logrando  $q_{max} = q_4 = 154\text{veh/h}$ , y el correspondiente volumen horario,  $Q = 135\text{veh/h}$ , por lo tanto,  $q_4 > Q$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en dicho intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Mientras que en período de 17:45 – 18:00, el volumen horario  $Q' = 152\text{veh/h}$ , la tasa de flujo máximo ocurrió en el intervalo de 18:00 – 18:15, logrando  $q_{max} = q_7 = 214\text{veh/h}$ ,

por lo tanto,  $q_7 > Q'$ , indicando que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el intervalo fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la segunda hora efectiva.

Esto indica la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo.

**Ilustración 2-154 Volúmenes en Períodos de 15 minutos en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**

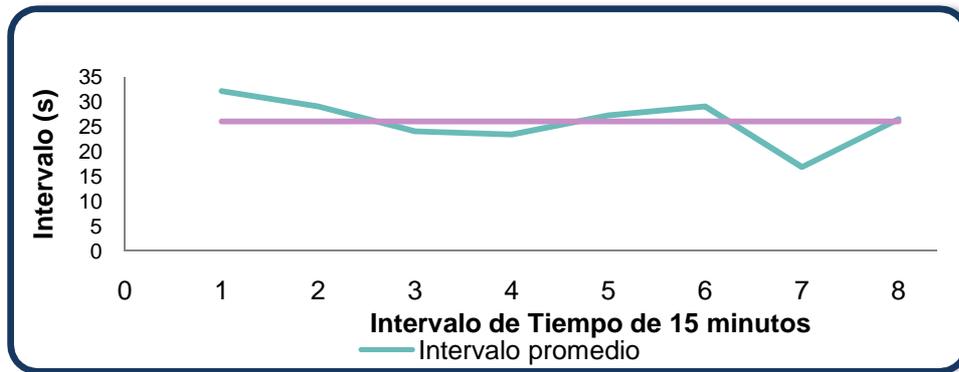


Fuente Propia: 2011-01-05

La Ilustración 2-154 muestra los diferentes volúmenes y los volúmenes horarios referidos a 15 minutos. El volumen horario referido a 15 minutos de 16:30 – 17:30,  $Q_1$ , es de 33.75veh/h, y se puede apreciar que los volúmenes vehiculares correspondientes para el intervalo de 17:00 – 17:15 y de 17:15 – 17:30 sobrepasan  $Q_1$ , lo que sugiere que existe la posibilidad de problemas de congestión en dichos intervalos.

Mientras que de 17:30 – 18:30,  $Q_2$ , es de 37.88veh/h, y se observa que el volumen vehicular del intervalo de 18:00 – 18:15 sobrepasa  $Q_2$ , sugiriendo problemas de congestión en el mencionado intervalo.

**Ilustración 2-155 Intervalos Promedio de Tiempo en la Tarde de la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA**



Fuente Propia: 2011-01-05

En la Ilustración 2-155 se indica los diferentes intervalos promedios para cada intervalo de 15 minutos y el tiempo medio transcurrido. Las partes que se encuentran por debajo de la línea de intervalo medio transcurrido de 26.02s indican que varios vehículos circulan a intervalos muy pequeños, formando grupos, indicando concentraciones vehiculares, esta situación se observa en los intervalos de 17:00 – 17:15, 17:15 – 17:30 y de 18:00 – 18:15.

# CAPÍTULO III

### **3 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Cálculos**

##### **3.1.1 Distribución de la tasa de llegada de vehículos**

Los arribos pueden ser descritos como una distribución determinística o probabilística. La distribución para el tráfico promedio la describe usualmente la distribución de Poisson y ésta es generalmente usada en teoría de colas relacionada al flujo de vehículos. Por lo tanto es necesario revisar si la tasa de de llegada de los vehículos que se registra cada 15 minutos tanto del período de la mañana como el de la tarde en cada intersección del caso de estudio se ajusta a la distribución de Poisson.

Para comprobar la procedencia del flujo vehicular se procede a realizar la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov<sup>18</sup> en el software estadístico SPSS.

La regla de decisión es la siguiente:

Si la probabilidad del estadístico Z es menor que el nivel de significancia de 0.1, ya que se trabajará con un nivel de confianza del 90%) se rechazara la hipótesis nula en cuestión y se dirá que la tasa de llegada de vehículos no se ajusta a la distribución de Poisson.

##### **3.1.1.1 Período de la Mañana**

###### **a. Primera Constituyente y Carabobo**

---

<sup>18</sup>La teoría acerca de la prueba no paramétrica de Kolmogorov.Smirnov se adjunta en el Anexo A.

**Tabla 3-i Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Carabobo**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	568.25	143.50	369.63	193.25
Diferencias más extremas	Absoluta	.475	.450	.517	.330
	Positiva	.366	.396	.367	.250
	Negativa	-.475	-.450	-.517	-.330
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.344	1.273	1.462	.934
Sig. asintót. (bilateral)		.272	.676	.462	.348

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos 0.54, 0.78, 0.28 y 0.348 obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1 por lo tanto con un nivel de confianza del 90% se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**b. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Tabla 3-ii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA
N	8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>				
Media	660.25	20.75	37.00	61.25
Diferencias más extremas				
Absoluta	.500	.250	.373	.429
Positiva	.457	.250	.373	.429
Negativa	-.500	-.226	-.364	-.243
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.414	.707	1.056	1.214
Sig. asintót. (bilateral)	.215	.699	.215	.105

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos 0.37, 0,699, 0.215 y 0.105 obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**c. Primera Constituyente y Rocafuerte**

**Tabla 3-iii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Rocafuerte**

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	591.75	141.00	254.75	95.25
Diferencias más extremas	Absoluta	.500	.498	.524	.373
	Positiva	.250	.483	.524	.373
	Negativa	-.500	-.498	-.250	-.372
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.414	1.407	1.482	1.055
Sig. asintót. (bilateral)		.237	.173	.526	.216

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos 0.37, 0.38, 0.25 y 0.216 obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**d. Primera Constituyente y Pichincha**

**Tabla 3-iv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Pichincha**

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	655.75	70.00	280.00	85.50
Diferencias más extremas	Absoluta	.500	.371	.419	.345
	Positiva	.369	.360	.254	.345
	Negativa	-.500	-.371	-.419	-.307
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.414	1.049	1.184	.977
Sig. asintót. (bilateral)		.37	.221	.121	.296

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.

$H_1$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.

Considerando los 4 valores críticos 0.37, 0.221, 0.121 y 0.296 obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1 por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**e. Primera Constituyente y García Moreno**

**Tabla 3-v Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y García Moreno**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.8938	42.9300	19.1150	26.0175
Diferencias más extremas	Absoluta	.563	.446	.502	.476
	Positiva	.239	.166	.230	.291
	Negativa	-.563	-.446	-.502	-.476
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.592	1.261	1.420	1.347
Sig. asintót. (bilateral)		.265	.560	.276	.557

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**f. Primera Constituyente y España**

Tabla 3-vi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y España

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y España: movimiento CA	Primera Constituyente y España: movimiento CD	Primera Constituyente y España: movimiento BD	Primera Constituyente y España: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	664.00	47.00	179.38	62.25
Diferencias más extremas	Absoluta	.500	.453	.443	.378
	Positiva	.478	.453	.443	.213
	Negativa	-.500	-.368	-.363	-.378
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.414	1.281	1.252	1.070
Sig. asintót. (bilateral)		.277	.212	.497	.203

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.

$H_1$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**g. Primera Constituyente y Larrea**

Tabla 3-vii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y Larrea

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA	Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	684.50	54.00	313.50	33.50
Diferencias más extremas	Absoluta	.500	.405	.491	.374
	Positiva	.443	.405	.491	.374
	Negativa	-.500	-.338	-.411	-.364
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.414	1.145	1.388	1.059
Sig. asintót. (bilateral)		.500	.145	.554	.212

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

#### **h. Primera Constituyente y Colón**

**Tabla 3-viii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo de la Primera Constituyente y Colón**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Colón: movimiento CA	Primera Constituyente y Colón: movimiento CD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	692.25	38.75	273.25	52.25
Diferencias más extremas	Absoluta	.500	.281	.488	.359
	Positiva	.436	.249	.488	.359
	Negativa	-.500	-.281	-.250	-.249
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.414	.794	1.381	1.016
Sig. asintót. (bilateral)		.488	.554	.249	.253

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**i. Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

Tabla 3-ix Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular de la Primera Constituyente y Eugenio Espejo

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA
N	8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>				
Media	759.75	94.50	199.75	143.25
Diferencias más extremas				
Absoluta	.496	.346	.365	.335
Positiva	.250	.346	.311	.335
Negativa	-.496	-.326	-.365	-.125
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.402	.979	1.033	.949
Sig. asintót. (bilateral)	.794	.293	.236	.329

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.

$H_1$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo en el período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.

Para el movimiento DB se rechaza la hipótesis nula

### 3.1.1.2 Período de la Tarde

**a. Primera Constituyente y Carabobo**

**Tabla 3-x Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Carabobo**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA	
N	8	8	8	8	
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup> Media	723.00	181.50	430.13	224.88	
Diferencias más extremas	Absoluta	.356	.283	.476	.289
	Positiva	.356	.273	.476	.289
	Negativa	-.299	-.283	-.320	-.174
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.006	.800	1.347	.819	
Sig. asintót. (bilateral)	.264	.545	.414	.514	

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**b. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Tabla 3-xi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	895.25	17.25	18.00	9.00
Diferencias más extremas	Absoluta	.337	.222	.158	.195
	Positiva	.337	.127	.158	.195
	Negativa	-.227	-.222	-.151	-.178
Z de Kolmogorov-Smirnov		.953	.628	.448	.552
Sig. asintót. (bilateral)		.323	.825	.988	.921

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**c. Primera Constituyente y Rocafuerte**

**Tabla 3-xii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Rocafuerte**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	792.25	142.50	222.75	118.75
Diferencias más extremas	Absoluta	.356	.276	.355	.371
	Positiva	.356	.220	.355	.371
	Negativa	-.125	-.276	-.281	-.362
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.008	.782	1.005	1.048
Sig. asintót. (bilateral)		.262	.574	.264	.222

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**d. Primera Constituyente y Pichincha**

Tabla 3-xiii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Pichincha

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA	
N		8	8	8	8	
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	806.00	125.50	242.75	122.00	
	Diferencias más ex <sup>4</sup>	Absoluta	.379	.413	.317	.476
		Positiva	.379	.413	.153	.227
	Negativa	-.125	-.268	-.317	-.476	
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.072	1.167	.897	1.346	
Sig. asintót. (bilateral)		.200	.131	.397	.453	

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**e. Primera Constituyente y García Moreno**

**Tabla 3-xiv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y García Moreno**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento CA	Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento CB	Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento DB	Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	757.25	173.25	203.13	180.25
Diferencias más extremas	Absoluta	.459	.400	.311	.559
	Positiva	.250	.400	.311	.559
	Negativa	-.459	-.249	-.218	-.250
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.299	1.131	.881	1.580
Sig. asintót. (bilateral)		.224	.155	.419	.283

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**f. Primera Constituyente y España**

Tabla 3-xv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y España

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Primera Constituyente y España: movimiento CA	Primera Constituyente y España: movimiento CD	Primera Constituyente y España: movimiento BD	Primera Constituyente y España: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	762.25	194.25	235.75	158.00
Diferencias más extremas	Absoluta	.463	.373	.248	.329
	Positiva	.250	.345	.248	.295
	Negativa	-.463	-.373	-.245	-.329
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.310	1.055	.702	.931
Sig. asintót. (bilateral)		.265	.216	.708	.351

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

$H_1$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90% se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**g. Primera Constituyente y Larrea**

**Tabla 3-xvi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Larrea**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA	Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	918.00	68.50	143.25	52.50
Diferencias más extremas	Absoluta	.476	.462	.400	.432
	Positiva	.300	.375	.400	.206
	Negativa	-.476	-.462	-.184	-.432
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.345	1.306	1.131	1.222	
Sig. asintót. (bilateral)		.754	.359	.155	.101

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

#### **h. Primera Constituyente y Colón**

**Tabla 3-xvii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Colón**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	Primera Constituyente y Colón: movimiento CA	Primera Constituyente y Colón: movimiento CD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BA
N	8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>				
Media	837.25	61.00	250.75	156.50
Diferencias más extremas				
Absoluta	.500	.244	.453	.358
Positiva	.250	.244	.453	.358
Negativa	-.500	-.192	-.279	-.286
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.414	.689	1.282	1.013
Sig. asintót. (bilateral)	.237	.730	.775	.256

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto con un nivel de confianza del 90% se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Colón en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

**i. Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Tabla 3-xviii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Flujo Vehicular en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro de Poisson <sup>a, b</sup>	Media	759.75	94.50	199.75	143.25
Diferencias más extremas	Absoluta	.496	.346	.365	.335
	Positiva	.250	.346	.311	.335
	Negativa	-.496	-.326	-.365	-.125
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.402	.979	1.033	.949
Sig. asintót. (bilateral)		.239	.293	.236	.329

a. La distribución de contraste es la de Poisson.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

$H_1$ : La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la tarde no se ajusta a la distribución de Poisson.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.02; por lo tanto con un nivel de confianza del 92% se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo en el período de la tarde se ajusta a la distribución de Poisson.

### 3.1.2 Distribución de los tiempos entre llegadas

Como la tasa de llegada de vehículos sigue una distribución de Poisson se debe cumplir que el tiempo entre llegadas del período de la mañana y el de la tarde deben seguir una distribución exponencial. Análogamente se procede a someter a los tiempos entre llegadas de cada intersección a la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov en el software estadístico SPSS para identificar su respectiva distribución.

La regla de decisión es la siguiente:

Si la probabilidad del estadístico Z es menor que el nivel de significancia de 0.1, ya que se trabajará con un nivel de confianza del 90%) se rechazará la hipótesis nula en cuestión y se dirá que el tiempo entre llegadas no se ajusta a la distribución de Exponencial.

#### 3.1.2.1 Período de la mañana

##### a. Primera Constituyente y Carabobo

Tabla 3-xix Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Carabobo

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	8.6213	29.9963	10.3325	20.4675
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.393	.420	.519	.470
	Positiva	.192	.171	.198	.203
	Negativa	-.393	-.420	-.519	-.470
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.111	1.189	1.469	1.331
Sig. asintót. (bilateral)		.169	.118	.375	.158

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Carabobo en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**b. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Tabla 3-xx Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA	
N	8	8	8	8	
Parámetro exponencial. <sup>a</sup> <sub>b</sub>	Media	7.3575	337.6413	155.3625	86.8150
Diferencias más extremas	Absoluta	.400	.264	.282	.272
	Positiva	.200	.264	.110	.126
	Negativa	-.400	-.215	-.282	-.272
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.132	.745	.797	.769	
Sig. asintót. (bilateral)	.154	.635	.549	.595	

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**c. Primera Constituyente y Rocafuerte**

**Tabla 3-xxi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Rocafuerte**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	8.4675	30.6750	15.4325	49.6287
Diferencias más extremas	Absoluta	.392	.425	.431	.344
	Positiva	.221	.161	.265	.103
	Negativa	-.392	-.425	-.431	-.344
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.110	1.202	1.219	.973
Sig. asintót. (bilateral)		.170	.111	.102	.300

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**d. Primera Constituyente y Pichincha**

**Tabla 3-xxii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Pichincha**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	7.7125	55.1625	15.6050	46.5025
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.391	.508	.400	.416
	Positiva	.205	.226	.239	.226
	Negativa	-.391	-.508	-.400	-.416
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.105	1.437	1.131	1.176
Sig. asintót. (bilateral)		.174	.232	.155	.126

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.02; por lo tanto, con un nivel de confianza del 92%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Pichincha en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**e. Primera Constituyente y García Moreno**

**Tabla 3-xxiii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y García Moreno**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CA	Primera Constituyente y García Moreno: movimiento CB	Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DB	Primera Constituyente y García Moreno: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	7.8863	112.3475	21.8900	63.1425
Diferencias más extremas	Absoluta	.386	.286	.423	.363
	Positiva	.217	.286	.247	.240
	Negativa	-.386	-.195	-.423	-.363
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.093	.808	1.196	1.028
Sig. asintót. (bilateral)		.184	.531	.114	.241

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1; por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y García Moreno en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**f. Primera Constituyente y España**

**Tabla 3-xxiv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y España**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y España: movimiento CA	Primera Constituyente y España: movimiento CD	Primera Constituyente y España: movimiento BD	Primera Constituyente y España: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	8.6063	96.3988	27.4138	61.4975
Diferencias más extremas	Absoluta	.349	.373	.328	.537
	Positiva	.250	.155	.164	.197
	Negativa	-.349	-.373	-.328	-.537
Z de Kolmogorov-Smirnov	.988	1.055	.928	1.519	
Sig. asintót. (bilateral)		.283	.216	.356	.20

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y España del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y España del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores o iguales que 0.1 por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y España en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**g. Primera Constituyente y Larrea**

**Tabla 3-xxv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Larrea**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA	Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	7.9400	86.4275	13.9175	228.3488
Diferencias más extremas	Absoluta	.364	.341	.382	.236
	Positiva	.238	.125	.154	.236
	Negativa	-.364	-.341	-.382	-.231
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.029	.964	1.079	.667	
Sig. asintót. (bilateral)		.240	.311	.194	.764

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores o iguales que 0.1 por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Larrea en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

#### h. Primera Constituyente y Colón

**Tabla 3-xxvi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Colón**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Colón: movimiento CA	Primera Constituyente y Colón: movimiento CD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	7.4988	107.3963	17.3200	121.1788
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.385	.449	.306	.226
	Positiva	.221	.187	.118	.226
	Negativa	-.385	-.449	-.306	-.219
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.088	1.270	.865	.639	
Sig. asintót. (bilateral)	.188	.304	.443	.809	

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que

son mayores que 0.1 por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, el tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Colón en el período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

**i. Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Tabla 3-xxvii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA	
N	8	8	8	8	
Parámetro exponencial. <sup>a</sup> Media <sup>b</sup>	7.1138	86.5900	19.5425	81.1800	
Diferencias más extremas	Absoluta	.412	.377	.406	.337
	Positiva	.188	.250	.239	.205
	Negativa	-.412	-.377	-.406	-.337
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.166	1.065	1.148	.952	
Sig. asintót. (bilateral)	.132	.207	.144	.325	

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: La tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la mañana no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la

hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la mañana se ajusta a la distribución Exponencial.

### 3.1.2.2 Período de la tarde

#### a. Primera Constituyente y Carabobo

Tabla 3-xxviii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Carabobo

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CA	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento CD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BD	Primera Constituyente y Carabobo: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	5.0450	20.2575	9.2862	16.5225
Diferencias más extremas <sup>b</sup>	Absoluta	.543	.548	.437	.503
	Positiva	.315	.281	.214	.256
	Negativa	-.543	-.548	-.437	-.503
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.536	1.549	1.237	1.422
Sig. asintót. (bilateral)		.432	.281	.462	.187

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la

hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Carabobo del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**b. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Tabla 3-xxix Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CA	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento CB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DB	Primera Constituyente y Magdalena Dávalos: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.0763	288.2313	229.8213	496.8750
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.544	.360	.428	.364
	Positiva	.313	.228	.146	.163
	Negativa	-.544	-.360	-.428	-.364
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.538	1.018	1.212	1.030
Sig. asintót. (bilateral)		.218	.251	.106	.239

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección

Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**c. Primera Constituyente y Rocafuerte**

**Tabla 3-xxx Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Rocafuerte**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CA	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento CB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DB	Primera Constituyente y Rocafuerte: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.5988	26.5788	16.4350	32.7312
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.536	.525	.558	.465
	Positiva	.314	.199	.314	.198
	Negativa	-.536	-.525	-.558	-.465
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.516	1.485	1.579	1.314
Sig. asintót. (bilateral)		.931	.345	.295	.702

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Magdalena Dávalos del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Rocafuerte del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**d. Primera Constituyente y Pichincha**

**Tabla 3-xxxii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Pichincha**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CA	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento CD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BD	Primera Constituyente y Pichincha: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.4963	29.6463	15.0400	31.5788
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.560	.498	.580	.528
	Positiva	.333	.297	.276	.195
	Negativa	-.560	-.498	-.580	-.528
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.584	1.409	1.640	1.492
Sig. asintót. (bilateral)		.762	.158	.463	.250

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Pichincha del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**e. Primera Constituyente y García Moreno**

**Tabla 3-xxxii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y García Moreno**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento CA	Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento CB	Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento DB	Primera Constituyente y Gacia Moreno: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial, <sup>a</sup>	Media	4.8912	22.5550	18.1300	22.8188
<sup>b</sup>					
Diferencias más extremas	Absoluta	.544	.497	.526	.391
	Positiva	.252	.253	.291	.183
	Negativa	-.544	-.497	-.526	-.391
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.538	1.407	1.489	1.106
Sig. asintót. (bilateral)		.317	.413	.379	.173

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

$H_0$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

$H_1$ : El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y García Moreno del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**f. Primera Constituyente y España**

**Tabla 3-xxxiii Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y España**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y España: movimiento CA	Primera Constituyente y España: movimiento CD	Primera Constituyente y España: movimiento BD	Primera Constituyente y España: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.8363	19.9800	15.6363	23.3438
	<sup>b</sup>				
Diferencias más extremas	Absoluta	.557	.497	.554	.560
	Positiva	.265	.212	.276	.277
	Negativa	-.557	-.497	-.554	-.560
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.576	1.406	1.568	1.583
Sig. asintót. (bilateral)		.194	.373	.235	.329

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y España del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y España del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y España del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**g. Primera Constituyente y Larrea**

**Tabla 3-xxxiv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Larrea**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			Primera Constituyente y Larrea: movimiento CA	Primera Constituyente y Larrea: movimiento CB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DB	Primera Constituyente y Larrea: movimiento DA
N			8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media		4.0588	78.8450	26.3388	93.6750
Diferencias más extremas	Absoluta		.547	.325	.451	.422
	Positiva		.249	.115	.289	.258
	Negativa		-.547	-.325	-.451	-.422
Z de Kolmogorov-Smirnov			1.546	.920	1.275	1.195
Sig. asintót. (bilateral)			.368	.365	.615	.115

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Larrea del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

#### **h. Primera Constituyente y Colón**

**Tabla 3-xxxv Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Colón**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Colón: movimiento CA	Primera Constituyente y Colón: movimiento CD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BD	Primera Constituyente y Colón: movimiento BA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.4900	66.8625	15.0338	23.7025
Diferencias más extremas	Absoluta	.552	.393	.474	.528
	Positiva	.234	.166	.285	.294
	Negativa	-.552	-.393	-.474	-.528
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.563	1.110	1.342	1.495	
Sig. asintót. (bilateral)		.353	.170	.353	.615

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Colón del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

**i. Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Tabla 3-xxxvi Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Tiempo entre Llegadas en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CA	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento CB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DB	Primera Constituyente y Eugenio Espejo: movimiento DA
N		8	8	8	8
Parámetro exponencial. <sup>a</sup>	Media	4.8938	42.9300	19.1150	26.0175
Diferencias más extremas	Absoluta	.563	.446	.502	.476
	Positiva	.239	.166	.230	.291
	Negativa	-.563	-.446	-.502	-.476
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.592	1.261	1.420	1.347
Sig. asintót. (bilateral)		.367	.369	.462	.475

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente Propia: 2011-01-08

*H<sub>0</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.*

*H<sub>1</sub>: El tiempo entre llegadas de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la tarde no se ajusta a la distribución Exponencial.*

Considerando los 4 valores críticos obtenidos a partir de los datos correspondientes a cada uno de los movimientos que se efectúan en la intersección tratada, se observa que son mayores que 0.1, por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se acepta la hipótesis nula y se puede decir que en efecto, la tasa de flujo vehicular de la intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo del período de la tarde se ajusta a la distribución Exponencial.

### 3.1.3 Porcentaje de Maniobra

Las maniobras son las posibles direcciones que puede seguir un vehículo cuando sale de una intersección. Por lo general (y en el presente proyecto) existen tres maniobras típicas básicas que se presentan (algunas de ellas) en la mayoría de las intersecciones; éstas son: *de frente, giro a la derecha y giro a la izquierda.*

Los porcentajes de maniobra, pretenden indicar qué porcentaje del total del flujo que sale del semáforo o intersección sin semáforo toma una u otra dirección. A pesar de que en condiciones normales de tráfico, estos porcentajes son un promedio con poca varianza, y por tanto son buenos indicadores del reparto del flujo, el mayor problema se presenta, cuando alguna ruta se obstruye justo en el lugar donde el conductor toma la decisión de la maniobra; es decir el promedio se daña y el número de carros esperados en esa dirección cambia.

Los 4 movimientos posibles dependen de las calles transversales que conforman cada una de las diferentes intersecciones.

Como se mencionó en el capítulo II, los 4 movimientos permisibles en las intersecciones Primera Constituyente y Colón, Primera Constituyente y España, Primera Constituyente y Pichincha; y Primera Constituyente y Carabobo son:

CA: Sur → Norte

CD: Sur → Oeste

BD: Este → Oeste

BA: Oeste → Norte

Y en las 5 intersecciones: Primera Constituyente y Eugenio Espejo, Primera Constituyente y Larrea, Primera Constituyente y García Moreno, Primera Constituyente y Rocafuerte; y Primera Constituyente y Magdalena Dávalos se tienen los siguientes movimientos:

CA: Sur → Norte

CB: Sur → Oeste

DB: Oeste → Este

DA: Este → Norte

- ❖ **CA + CD = 100%** del flujo vehicular que transita calle Primera Constituyente, pueden seguir recto CA, Sur → Norte, o girar a la izquierda CD, Sur → Oeste, en la intersección que se señale.
  
- ❖ **BD + BA = 100%** del flujo vehicular que transita en las calles transversales cuya dirección es de derecha a izquierda en las 4 intersecciones anteriormente mencionadas; pueden seguir recto BD, Este → Oeste, o girar de Oeste → Norte, BA, que representa el ingreso a la calle Primera Constituyente.
  
- ❖ **DB + DA = 100%** del flujo vehicular que transita en las calles transversales cuya dirección es de izquierda a derecha en las 5 intersecciones predichas;

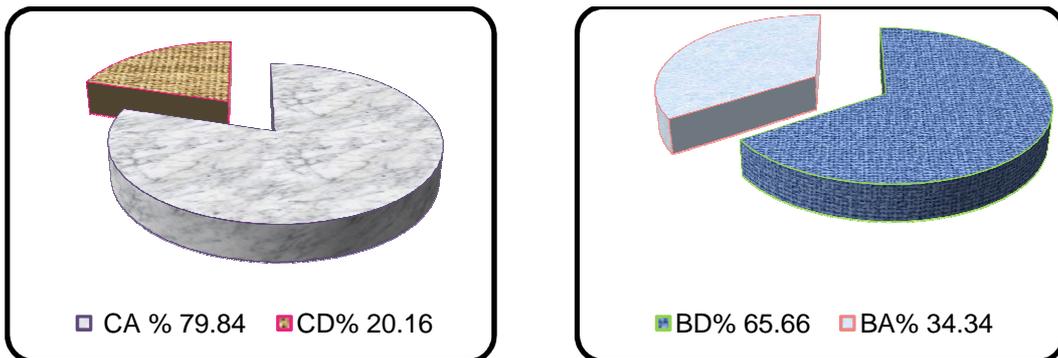
pueden seguir recto DB, Oeste → Este, o puede girar de Este → Norte, DA, que representa el ingreso a la calle Primera Constituyente.

A continuación se representa gráficamente los porcentajes de maniobra por cada una de las 9 intersecciones del caso de estudio, tanto para el período de la mañana como para el período de la tarde.

### 3.1.3.1 Período de la Mañana

#### a. Primera Constituyente y Carabobo

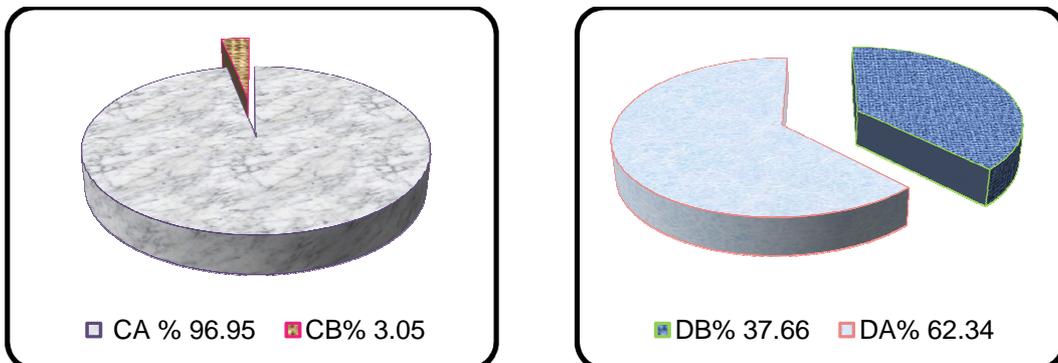
Ilustración 3-1 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Carabobo



Fuente Propia: 2011-01-19

#### b. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos

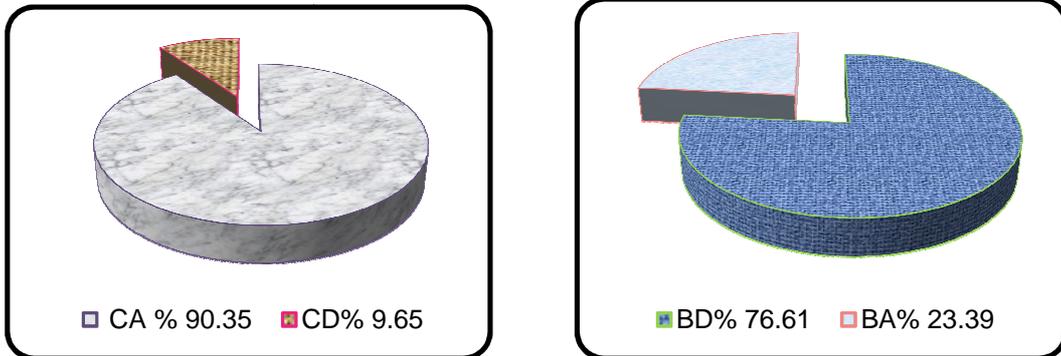
Ilustración 3-2 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos



Fuente Propia: 2011-01-19

**c. Primera Constituyente y Pichincha**

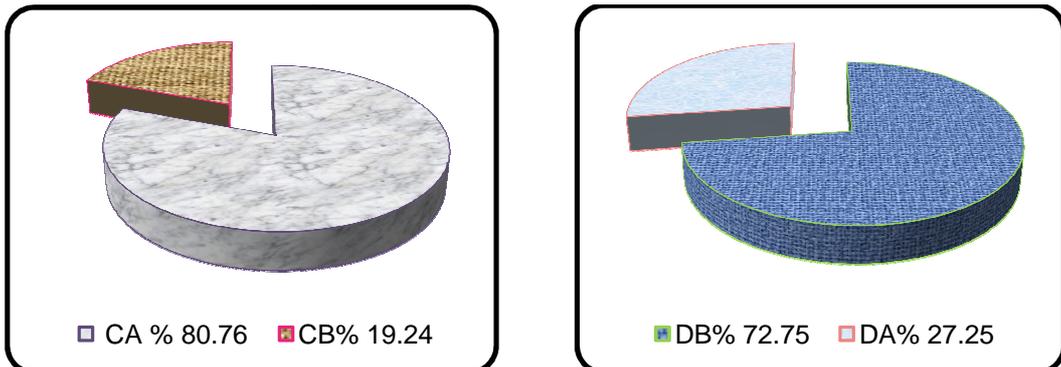
**Ilustración 3-3 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Pichincha**



Fuente Propia: 2011-01-19

**d. Primera Constituyente y Rocafuerte**

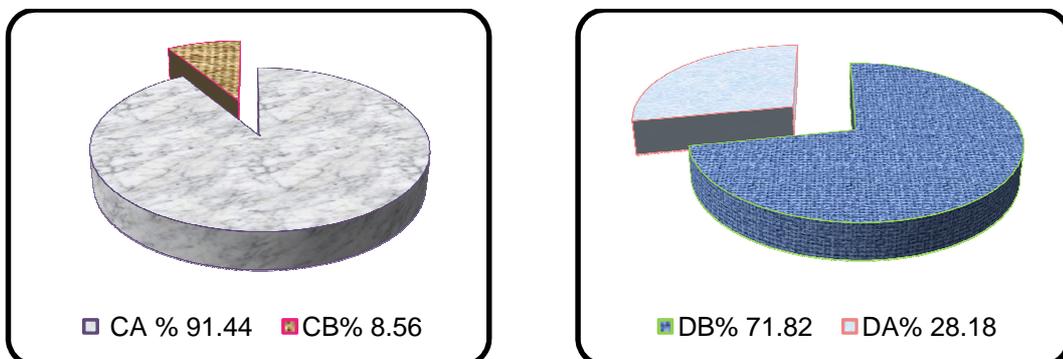
**Ilustración 3-4 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Rocafuerte**



Fuente Propia: 2011-01-19

**e. Primera Constituyente y García Moreno**

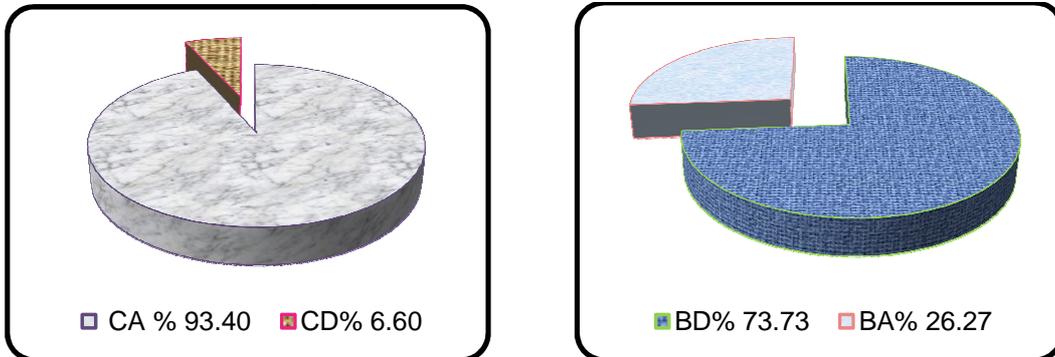
**Ilustración 3-5 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y García Moreno**



Fuente Propia: 2011-01-19

**f. Primera Constituyente y España**

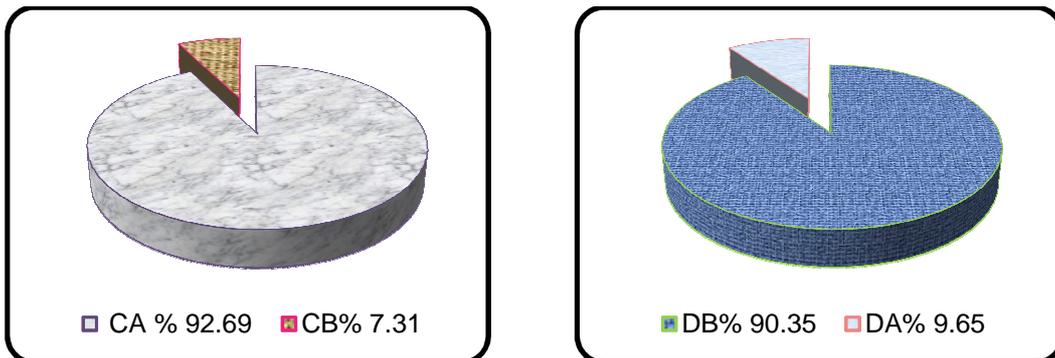
**Ilustración 3-6 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y España**



Fuente Propia: 2011-01-19

**g. Primera Constituyente y Larrea**

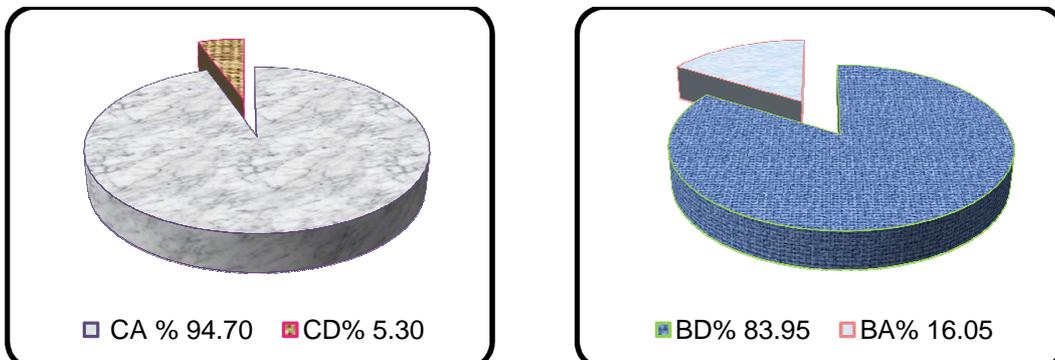
**Ilustración 3-7 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y España**



Fuente Propia: 2011-01-19

**h. Primera Constituyente y Colón**

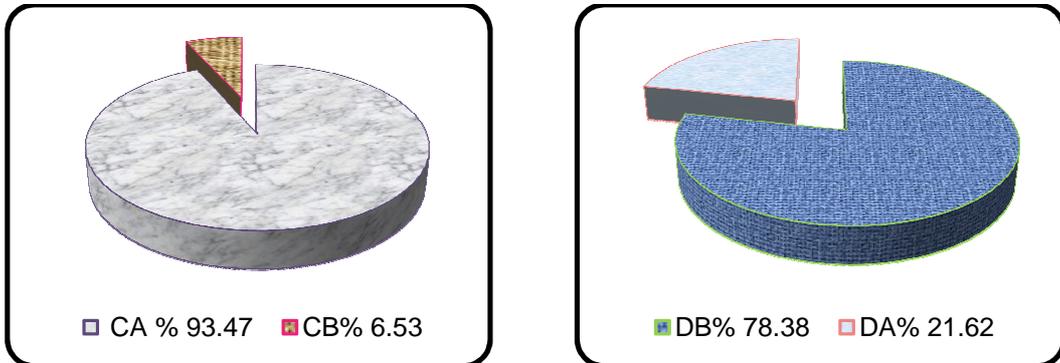
**Ilustración 3-8 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Colón**



Fuente Propia: 2011-01-19

**i. Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Ilustración 3-9 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

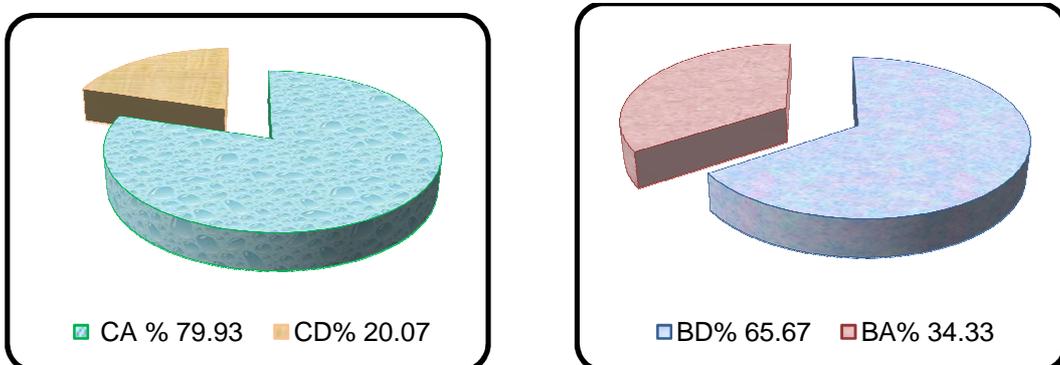


Fuente Propia: 2011-01-19

**3.1.3.2 Período de la Tarde**

**a. Primera Constituyente y Carabobo**

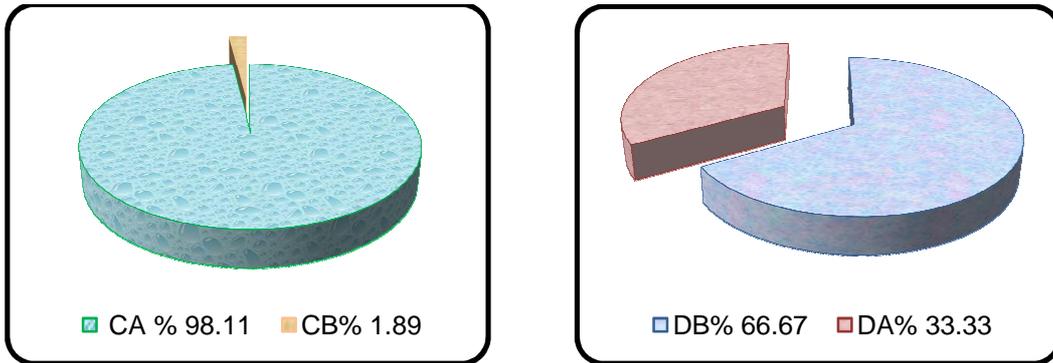
**Ilustración 3-10 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Carabobo**



Fuente Propia: 2011-01-19

**b. Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**

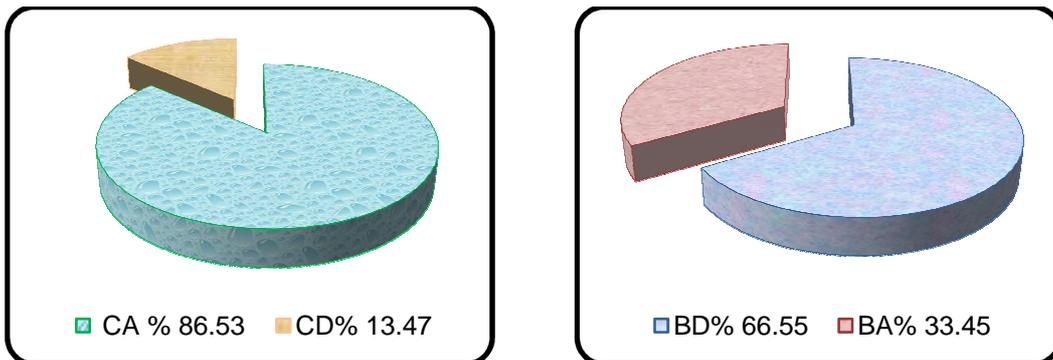
**Ilustración 3-11 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Magdalena Dávalos**



Fuente Propia: 2011-01-19

**c. Primera Constituyente y Pichincha**

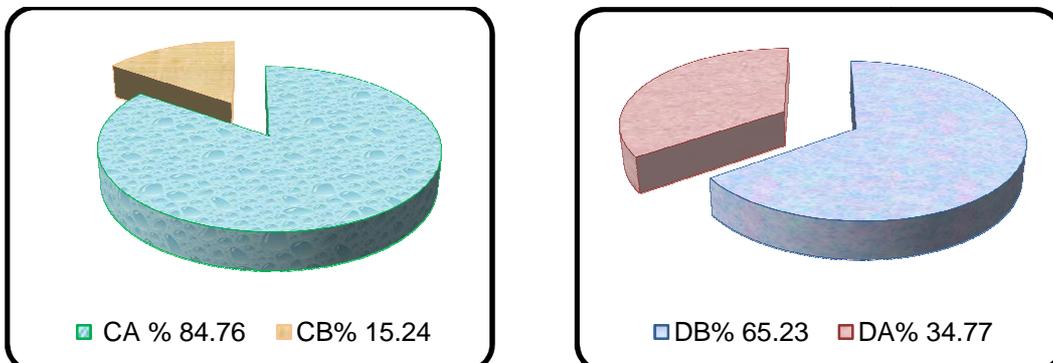
**Ilustración 3-12 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Rocafuerte**



Fuente Propia: 2011-01-19

**d. Primera Constituyente y Rocafuerte**

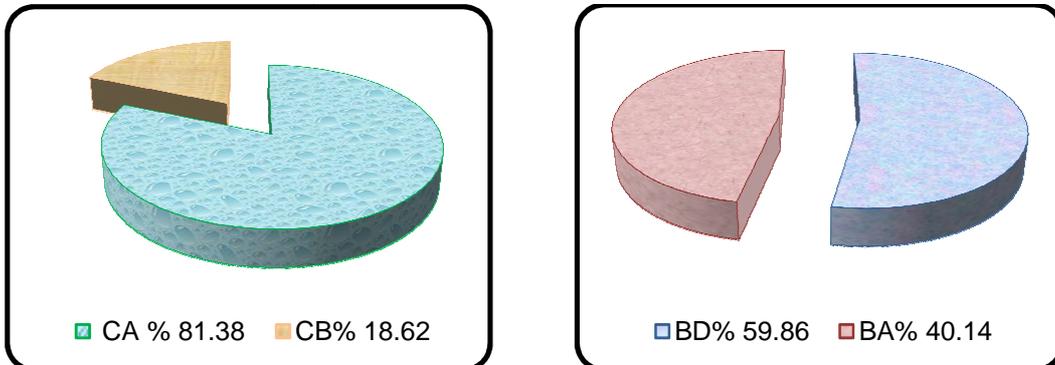
**Ilustración 3-13 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Rocafuerte**



Fuente Propia: 2011-01-19

**e. Primera Constituyente y García Moreno**

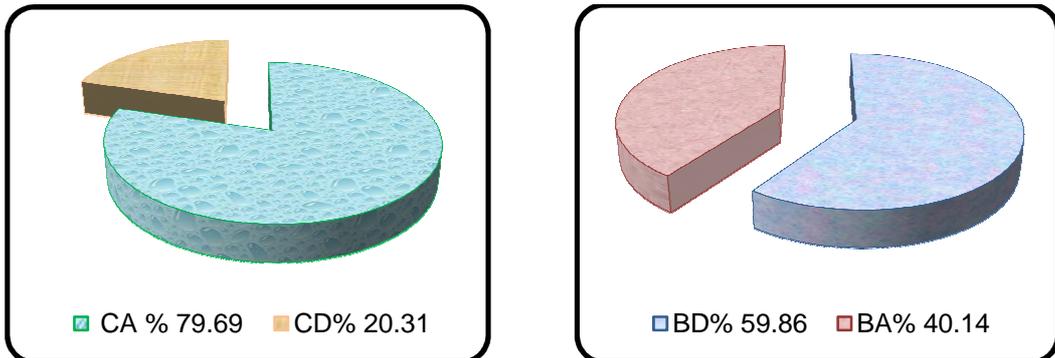
**Ilustración 3-14 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y García Moreno**



Fuente Propia: 2011-01-19

**f. Primera Constituyente y España**

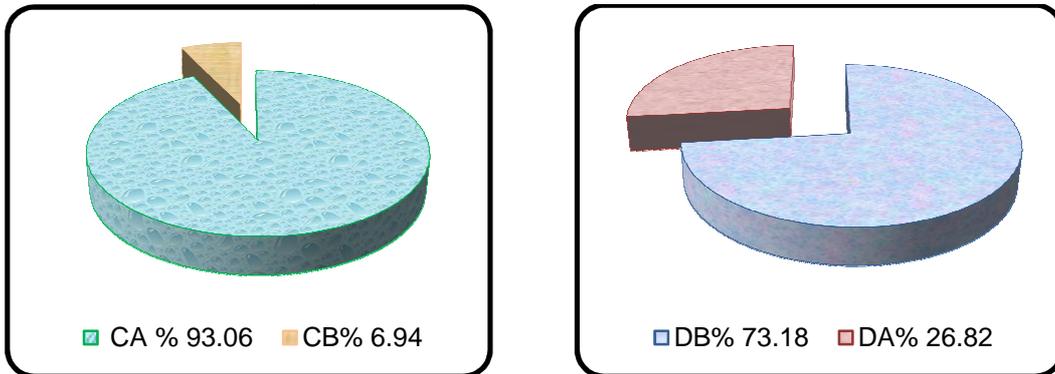
**Ilustración 3-15 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y España**



Fuente Propia: 2011-01-19

**g. Primera Constituyente y Larrea**

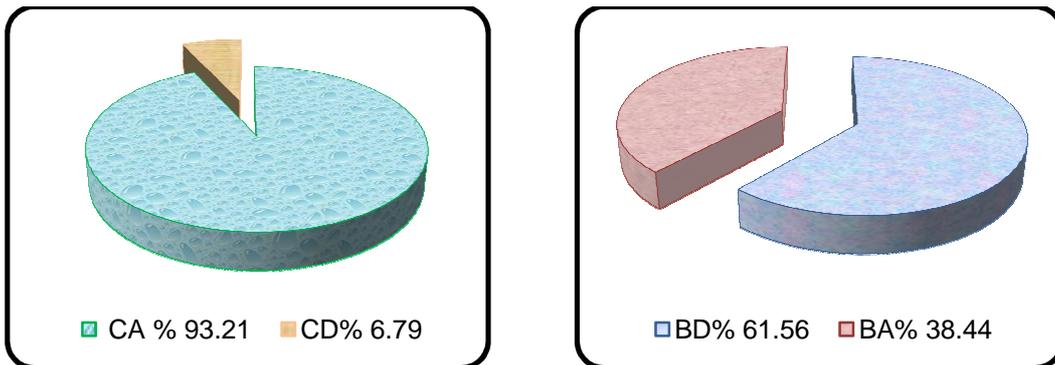
**Ilustración 3-16 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Larrea**



Fuente Propia: 2011-01-19

**h. Primera Constituyente y Colón**

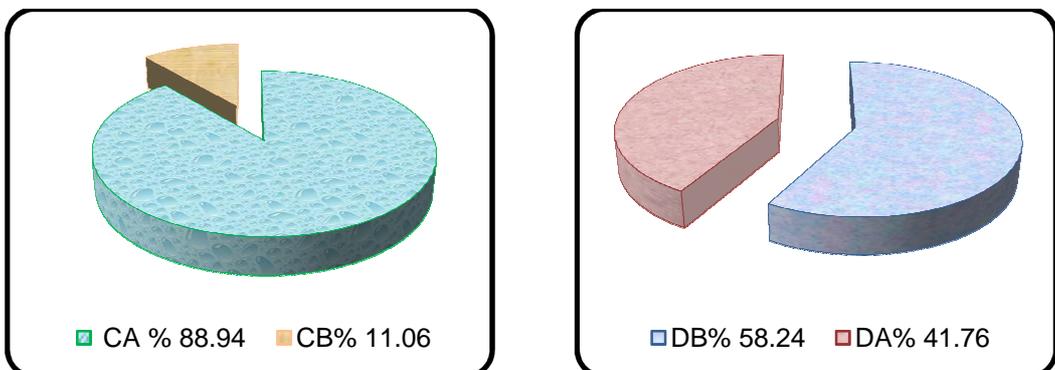
**Ilustración 3-17 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Colón**



Fuente Propia: 2011-01-19

**i. Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

**Ilustración 3-18 Porcentaje de Maniobra en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo**



Fuente Propia: 2011-01-19

### 3.1.4 Elementos del Sistema de Fila de Espera

Los vehículos llegan al sistema a una tasa de llegadas  $\lambda$ . Entran a la estación de servicio si está desocupada, donde son atendidos a una tasa media de servicio  $\mu$ , equivalente a la tasa de salidas. Si la estación de servicio está ocupada se forman en la cola a esperar ser atendidos.

#### 3.1.4.1 Características de Llegadas

Como se mencionó en el Capítulo I, las llegadas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo).

Las tasas de llegadas considerando el flujo vehicular tanto para las características de llegadas como en las de salidas siguen una Distribución de Poisson, mientras que las tasas de tiempo entre llegadas tanto para las características de llegadas como en las de salidas poseen una Distribución Exponencial.

Estas tasas comprenden los dos carriles.

Tabla 3-xxxvii Tasa de Llegadas Considerando el Flujo Vehicular veh/h

Intersecciones	Tasa de llegadas veh/h							
	Mañana				Tarde			
	CA	DA	BA	Total	CA	DA	BA	Total
Primera Constituyente y Carabobo	660.25	61.25	-	721.5	895.25	9	-	904.25
Primera Constituyente y Magdalena Dávalos	591.75	95.25	-	687	792.25	118.75	-	911
Primera Constituyente y Rocafuerte	655.75	-	85.5	741.25	806	-	122	928
Primera Constituyente y Pichincha	656.75	71.5	-	728.25	757.25	180.25	-	937.5
Primera Constituyente y García Moreno	664	-	62.25	726.25	762.25	-	158	920.25
Primera Constituyente y España	684.5	33.5	-	718	918	52.5	-	970.5
Primera Constituyente y Larrea	692.25	-	52.25	744.5	837.25	-	156.5	993.75
Primera Constituyente y Colón	676	59.5	-	735.5	759.75	143.25	-	903
Primera Constituyente y Espejo	663	-	49.75	712.75	738.25	-	123.75	862

Fuente Propia: 2011-02-01

**Tabla 3-xxxviii Tasa de Llegadas Considerando el Flujo Vehicular veh/s**

Intersecciones	Tasa de llegadas veh/s							
	Mañana				Tarde			
	CA	DA	BA	Total	CA	DA	BA	Total
Primera Constituyente y Carabobo	0.18	0.02	-	0.20	0.25	0.00	-	0.25
Primera Constituyente y Magdalena Dávalos	0.16	0.03	-	0.19	0.22	0.03	-	0.25
Primera Constituyente y Rocafuerte	0.18	-	0.02	0.21	0.22	-	0.03	0.26
Primera Constituyente y Pichincha	0.18	0.02	-	0.20	0.21	0.05	-	0.26
Primera Constituyente y García Moreno	0.18	-	0.02	0.20	0.21	-	0.04	0.26
Primera Constituyente y España	0.19	0.01	-	0.20	0.26	0.01	-	0.27
Primera Constituyente y Larrea	0.19	-	0.01	0.21	0.23	-	0.04	0.28
Primera Constituyente y Colón	0.19	0.02	-	0.20	0.21	0.04	-	0.25
Primera Constituyente y Espejo	0.18	-	0.01	0.20	0.21	-	0.03	0.24

Fuente Propia: 2011-02-01

**Tabla 3-xxxix Tasa de Llegadas Considerando el Tiempo entre Llegadas s/veh**

Intersecciones	Tasa de tiempo entre llegadas s/veh					
	Mañana			Tarde		
	CA	DA	BA	CA	DA	BA
Primera Constituyente y Carabobo	7.36	86.82	-	4.08	496.88	-
Primera Constituyente y Magdalena Dávalos	8.47	49.63	-	4.6	32.73	-
Primera Constituyente y Rocafuerte	7.71	-	46.5	4.5	-	31.58
Primera Constituyente y Pichincha	7.89	63.14	-	4.89	22.82	-
Primera Constituyente y García Moreno	8.61	-	61.5	4.84	-	23.34
Primera Constituyente y España	7.94	228.35	-	4.06	93.68	-
Primera Constituyente y Larrea	7.5	-	121.18	4.49	-	23.7
Primera Constituyente y Colón	7.11	81.18	-	4.89	26.02	-
Primera Constituyente y Espejo	7.04	-	80.06	4.73	-	23.2

Fuente Propia: 2011-02-01

### 3.1.4.2 Característica de Salida

Análogamente como se mencionó en el capítulo I, las salidas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo).

Las tasas de salida considerando el flujo vehicular tanto para las características de llegadas como en las de salidas siguen una Distribución de Poisson, mientras que las

tasas de tiempo entre llegadas tanto para las características de llegadas como en las de salidas poseen una Distribución Exponencial.

### 3.1.4.2.1 *Tasa de salida considerando flujo vehicular veh/h*

**Tabla 3-xI Tasa de Salida Considerando el Flujo Vehicular veh/h**

Intersecciones	Tasa de salida veh/h					
	Mañana			Tarde		
	CA	CD	CB	CA	CD	CB
Primera Constituyente y Carabobo	568.25	143.5	-	723	185.5	-
Primera Constituyente y Magdalena Dávalos	660.25	-	20.75	895.25	-	17.25
Primera Constituyente y Rocafuerte	591.75	-	141	792.25	-	142.5
Primera Constituyente y Pichincha	655.75	70	-	806	125.5	-
Primera Constituyente y García Moreno	656.75	-	61.5	757.25	-	166.5
Primera Constituyente y España	664	47	-	762.25	194.25	-
Primera Constituyente y Larrea	684.5	-	54	918	-	68.5
Primera Constituyente y Colón	692.25	38.75	-	837.25	61	-
Primera Constituyente y Espejo	676	-	47.25	759.75	-	94.5

Fuente Propia: 2011-02-01

**Tabla 3-xII Tasa de Salida Considerando el Flujo Vehicular veh/s**

Intersecciones	Tasa de salida veh/s					
	Mañana			Tarde		
	CA	CD	CB	CA	CD	CB
Primera Constituyente y Carabobo	0.16	0.04	-	0.20	0.05	-
Primera Constituyente y Magdalena Dávalos	0.18	-	0.01	0.25	-	0.005
Primera Constituyente y Rocafuerte	0.16	-	0.04	0.22	-	0.04
Primera Constituyente y Pichincha	0.18	0.02	-	0.22	0.03	-
Primera Constituyente y García Moreno	0.18	-	0.02	0.21	-	0.05
Primera Constituyente y España	0.18	0.01	-	0.21	0.05	-
Primera Constituyente y Larrea	0.19	-	0.02	0.26	-	0.02
Primera Constituyente y Colón	0.19	0.01	-	0.23	0.02	-
Primera Constituyente y Espejo	0.19	-	0.01	0.21	-	0.03

Fuente Propia: 2011-02-01

### 3.1.4.2.2 *Tasa de salida considerando intervalos s/veh*

**Tabla 3-xlii Tasa de Salida Considerando el Tiempo entre Llegadas s/veh**

Intersecciones	Tasa de tiempo entre salidas s/veh					
	Mañana			Tarde		
	CA	CD	CB	CA	CD	CB
Primera Constituyente y Carabobo	8.62	29.99	-	5.05	20.26	-
Primera Constituyente y Magdalena Dávalos	7.36	-	337.64	4.08	-	288.33
Primera Constituyente y Rocafuerte	8.47	-	8.47	4.6	-	26.58
Primera Constituyente y Pichincha	7.71	55.16	-	4.5	29.65	-
Primera Constituyente y García Moreno	7.89	-	112.35	4.89	-	22.56
Primera Constituyente y España	8.61	96.4	-	4.84	19.98	-
Primera Constituyente y Larrea	7.94	-	86.43	4.06	-	78.85
Primera Constituyente y Colón	7.5	107.4	-	4.49	66.86	-
Primera Constituyente y Espejo	7.11	-	86.59	4.89	-	42.93

Fuente Propia: 2011-02-01

### 3.1.4.3 Cola Inicial

En cada una de las intersecciones se contabilizó el número de vehículos que formaban una cola inicial al término del tiempo de estudio de 15 minutos durante los períodos de la mañana y de la tarde, es decir estos vehículos forman parte de una demanda insatisfecha.

**Tabla 3-xliii Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y Carabobo**

Probabilidad	Q
0.02	1
0.12	2
0.4	3
0.2	4
0.26	5

Fuente Propia: 2011-01-27

**Tabla 3-xliv Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y Pichincha**

<b>Probabilidad</b>	<b>Q</b>
0.05	1
0.15	2
0.3	3
0.15	4
0.15	5
0.1	6
0.1	7

Fuente Propia: 2011-01-27

**Tabla 3-xlv Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y García Moreno**

<b>Probabilidad</b>	<b>Q</b>
0.05	1
0.15	2
0.3	3
0.15	4
0.15	5
0.1	6
0.1	7

Fuente Propia: 2011-01-27

**Tabla 3-xlvi Número de Vehículos en Cola Inicial en la Intersección Primera Constituyente y Eugenio Espejo**

<b>Probabilidad</b>	<b>Q</b>
0.05	1
0.15	2
0.25	3
0.25	4
0.15	5
0.075	6
0.075	7

Fuente Propia: 2011-01-27

### 3.1.5 Análisis Probabilístico de Líneas de Espera para Intersecciones no Semaforzadas

Tabla 3-*xlvi* Análisis Probabilístico de Líneas de Espera en las Intersecciones no Semaforzadas

Período	Mañana					Tarde				
	Colón	Larrea	España	Rocafuerte	M. Dávalos	Colón	Larrea	España	Rocafuerte	M. Dávalos
Intersección										
Tasa media de llegadas (veh/h)	735.5	744.5	718	741.25	687	903.75	970.5	920.25	928	911
Tasa de Servicio: Capacidad (veh/h)	800	900	800	800	800	1000	1100	1000	1000	1000
Factor de utilización	0.92	0.83	0.90	0.93	0.86	0.90	0.88	0.92	0.93	0.91
Porcentaje de utilización (%)	91.94	82.72	89.75	92.66	85.88	90.38	88.23	92.03	92.80	91.10
Porcentaje de encontrar el sistema inactivo (%)	8.06	17.28	10.25	7.34	14.13	9.62	11.77	7.98	7.20	8.90
Número promedio de vehículos en el sistema (veh)	11	5	9	13	6	9	7	12	13	10
Longitud promedio de la línea de espera (veh)	10	4	8	12	5	8	7	11	12	9
Tiempo promedio gastado en el sistema (s)	55.81	23.15	43.90	61.28	31.86	37.40	27.80	45.14	50.00	40.45
Tiempo promedio de espera en la fila (s)	51.31	19.15	39.40	56.78	27.36	33.80	24.53	41.54	46.40	36.85
<b>n</b>	<b>p(n)</b>									
0	0.081	0.173	0.103	0.073	0.141	0.096	0.118	0.080	0.072	0.089
1	0.074	0.143	0.092	0.068	0.121	0.087	0.104	0.073	0.067	0.081
2	0.068	0.118	0.083	0.063	0.104	0.079	0.092	0.068	0.062	0.074
3	0.063	0.098	0.074	0.058	0.089	0.071	0.081	0.062	0.058	0.067
4	0.058	0.081	0.067	0.054	0.077	0.064	0.071	0.057	0.053	0.061
5	0.053	0.067	0.060	0.050	0.066	0.058	0.063	0.053	0.050	0.056
6	0.049	0.055	0.054	0.046	0.057	0.052	0.056	0.048	0.046	0.051
7	0.045	0.046	0.048	0.043	0.049	0.047	0.049	0.045	0.043	0.046
8	0.041	0.038	0.043	0.040	0.042	0.043	0.043	0.041	0.040	0.042
9	0.038	0.031	0.039	0.037	0.036	0.039	0.038	0.038	0.037	0.038
10	0.035	0.026	0.035	0.034	0.031	0.035	0.034	0.035	0.034	0.035
11	0.032	0.021	0.031	0.032	0.026	0.032	0.030	0.032	0.032	0.032
12	0.029	0.018	0.028	0.029	0.023	0.029	0.026	0.029	0.029	0.029
13	0.027	0.015	0.025	0.027	0.020	0.026	0.023	0.027	0.027	0.026
14	0.025	0.012	0.023	0.025	0.017	0.023	0.020	0.025	0.025	0.024
15	0.023	0.010	0.020	0.023	0.014	0.021	0.018	0.023	0.023	0.022
16	0.021	0.008	0.018	0.022	0.012	0.019	0.016	0.021	0.022	0.020
17	0.019	0.007	0.016	0.020	0.011	0.017	0.014	0.019	0.020	0.018
18	0.018	0.006	0.015	0.019	0.009	0.016	0.012	0.018	0.019	0.017
19	0.016	0.005	0.013	0.017	0.008	0.014	0.011	0.016	0.017	0.015
20	0.015	0.004	0.012	0.016	0.007	0.013	0.010	0.015	0.016	0.014

Fuente

La tabla 3-x1 muestra los resultados del análisis probabilístico de líneas de espera para los dos períodos en base a las fórmulas mencionadas en el Capítulo I. Se analizó el sistema de líneas de espera con una estación de servicio (en este caso se considera a la intersección una estación de servicio), llegadas distribuidas de acuerdo a una distribución de Poisson, tiempos de servicios exponenciales y disciplina de servicio “el que llega primero es servido primero”.

Este sistema de filas de espera se define bajo el régimen M/M/1. Las medidas que se muestran en la Tabla 3-x1, son los resultados que se observan después de que el sistema haya estado en operación por un largo tiempo, tal que los promedios y las probabilidades no cambian mientras que éste se mantenga en funcionamiento.

Es importante aclarar que las intersecciones no semaforizadas pertenecen a este tipo de análisis, ya que las intersecciones semaforizadas son de régimen D/D/1 ya que en este caso se trabaja con el flujo de saturación.

### 3.1.6 Tasa de Flujo de Saturación

Tabla 3-xlvi Tasa de Flujo de Saturación de las Intersecciones del Caso de Estudio

Intersección	Carabobo		Magdalena Dávalos		Rocafuerte		Pichincha		García Moreno		España		Larrea		Colón		Eugenio Espejo	
	CA	BD	CA	DB	CA	DB	CA	BD	CA	DB	CA	BD	CA	DB	CA	BD	CA	DB
Sentido del flujo vehicular																		
Ancho de carril	0.94	1.10	0.94	1.02	0.94	1.00	0.94	1.00	0.94	1.05	0.94	1.18	0.94	0.89	0.94	1.27	0.94	0.98
Vehículos pesados	0.99	0.97	0.98	0.85	0.98	0.93	0.99	0.96	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.93	0.99	0.95	0.98	0.97
Pendiente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estacionamiento	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Bloqueo de buses	1	0.92	1	1	1	0.99	1	1	1	0.99	1	0.99	1	1	1	0.96	1	1
Tipo de área	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Giro a la izquierda	0.99	1	1	0.98	1	0.98	0.99	1	1	0.98	0.99	1	1	0.99	1	1	1	0.98
Giro a la derecha	1	0.95	1	1	0.97	1	1	0.96	0.98	1	1	0.95	0.99	1	1	0.96	0.99	1
Flujo de saturación	1148.02	1160.69	1146.17	1058.11	1119.79	1126.10	1151.87	1142.12	1120.91	1239.91	1144.43	1363.53	1131.40	1022.53	1149.10	1390.51	1130.68	1167.42

Fuente Propia: 2011-03-17

Como se enunció en el Capítulo I la forma de obtener la tasa de flujo de saturación (veh/h) es en base a la fórmula

$$S_i = s_0(N)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$$

En el presente proyecto, observando las tasas de salida se ha determinado que el flujo de saturación base por carril,  $s_0$ , es de 360 veh/h; el número de carriles,  $N$ , existentes es de 2 para todas las calles que intervienen en el caso de estudio, salvo la calle Magdalena Dávalos, ésta se consideró como de un solo carril. Los factores de ajuste de ancho de carril ( $f_W$ ), vehículos pesados ( $f_{HV}$ ), pendiente ( $f_g$ ), estacionamiento ( $f_p$ ), bloqueo de buses ( $f_{bb}$ ), tipo de área ( $f_a$ ), giro a la izquierda ( $f_{LT}$ ) y giro a la derecha ( $f_{RT}$ ) fue determinado de acuerdo a las fórmulas expuestas en la Tabla 1-i del Capítulo I. Para el factor de utilización de carril ( $f_{LU}$ ) para un grupo de 2 carriles con movimientos rectos o compartidos se utilizó el valor sustitutivo por omisión del Highway Capacity Manual que es de 0.952. Los valores sustitutivos se encuentran en el Anexo C.

### 3.1.7 Análisis Determinístico para Intersecciones Semaforzadas

Tabla 3-xlixii Análisis Determinístico para las Intersecciones Semaforzadas

Período	Mañana				Tarde			
	Eugenio Espejo	García Moreno	Pichincha	Carabobo	Eugenio Espejo	García Moreno	Pichincha	Carabobo
Intersección								
Tasa media de llegadas (veh/h)	712.75	726.25	728.25	721.5	862	920.25	937.5	904.25
Flujo de saturación (veh/h)	1130.68	1120.91	1151.87	1148.02	1130.68	1120.91	1151.87	1148.02
Longitud de ciclo (s)	62	62	62	66	62	62	62	66
Verde efectivo (s)	30	30	30	30	30	30	30	30
Rojo	32	32	32	36	32	32	32	36
Tiempo para que se disipe la cola después de empezar el verde efectivo (s)	54.57	58.89	55.01	60.90	102.66	146.76	139.94	133.54
Factor de utilización	0.63	0.65	0.63	0.63	0.76	0.82	0.81	0.79
Proporción del ciclo con cola	1.40	1.47	1.40	1.47	2.17	2.88	2.77	2.57
Proporción de vehículos detenidos	1.40	1.47	1.40	1.47	2.17	2.88	2.77	2.57
Longitud máxima de cola (veh)	6	6	6	7	8	8	8	9
Longitud promedio de la cola por ciclo (veh)	4	5	5	5	8	12	12	12
Demora máxima que experimenta un vehículo (s)	32	32	32	36	32	32	32	36
Demora total para todo el tránsito por ciclo (s)	274.24	293.36	281.63	349.56	515.91	731.12	716.43	766.54
Demora promedio del tránsito por ciclo (s/veh)	22.34	23.45	22.45	26.43	34.75	46.13	44.37	46.24

Fuente Propia: 2011-03-24

En la Tabla s-xliiii se detalla el análisis determinístico para las intersecciones que cuentan con semáforo en el caso de estudio en base a las ecuaciones expuestas en el Capítulo I.

### 3.1.8 Grado de Saturación

Tabla 3-liv Grado de Saturación de las intersecciones Semaforzadas

SENTIDO VEHICULAR	Carabobo				Pichincha				García Moreno				Eugenio Espejo			
	CA		BD		CA		BD		CA		DB		CA		DB	
	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm
<b>V</b>	355.88	433.25	281.44	327.51	362.88	438.00	182.75	182.38	359.13	409.38	126.82	191.69	361.63	403.50	361.63	403.50
<b>S</b>	1148.02		1160.694		1151.87		1142.119		1120.91		1239.913		1130.68		1167.416	
<b>g</b>	29		27		29		24		29		24		29		24	
<b>C</b>	66		66		62		62		62		62		62		62	
<b>V/S</b>	0.31	0.38	0.24	0.28	0.32	0.38	0.16	0.16	0.32	0.37	0.10	0.15	0.32	0.36	0.31	0.35
<b>g/C</b>	0.44		0.41		0.47		0.39		0.47		0.39		0.47		0.39	
<b>X</b>	0.71	0.86	0.59	0.69	0.67	0.81	0.41	0.41	0.68	0.78	0.26	0.40	0.68	0.76	0.80	0.89
<b>c</b>	504.43		474.83		538.78		442.11		524.30		479.97		528.87		451.90	

Fuente Propia: 2011-03-24

En el Capítulo I se describió el análisis de capacidad en una intersección semaforizada y su respectivo grado de saturación. La capacidad  $c_i$  está dada en veh/h, mientras que el grado de saturación  $X_i$  es una medida adimensional.

Como se puede observar en la Tabla 3-xliv, se ha obtenido el grado de saturación  $X_i$  en cada una de las intersecciones semaforizadas del caso de estudio tanto para el período de la mañana como para el de la tarde, ya que se ha considerado sus respectivos flujos vehiculares de salida por cada carril de los dos períodos (mañana y tarde). La tasa de flujo de saturación de saturación del grupo de carriles  $S$  es la misma para la mañana y tarde. Los ciclos de los semáforos,  $C$ , son iguales para ambos períodos análogamente el tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles  $g_i$  pero a cada verde efectivo se le ha restado 1 segundo para que sea equivalente al verde actual (4 segundos perdidos en el arranque, menos 3 segundos de amarillo ganados al final). Finalmente el período de la tarde y el de la mañana comparten la misma capacidad.

CA y BD describen el sentido del movimiento vehicular. Los valores de  $X_i$  son superiores a 1, lo que indican un exceso de demanda sobre la capacidad.

Es esencial recordar que los grados de saturación se obtienen únicamente en intersecciones semaforizadas ya que está en función del ciclo del semáforo.

### 3.1.9 Demoras y Nivel de Servicio

Tabla 3-liv Demoras y Nivel de Servicio

Intersección	Carabobo				Pichincha				García Moreno				Eugenio Espejo			
	CA		BD		CA		BD		CA		BD		CA		BD	
	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm
Demora Uniforme	26.3	26.3	27.2	27.2	23.9	23.8	26.2	26.2	23.9	23.9	26.3	26.2	23.9	23.9	26.0	26.0
Demora Incremental	2.5	6.2	4.1	5.3	4.4	6.7	2.6	2.6	4.7	5.8	1.2	2.3	4.6	5.2	7.4	8.8
Demora por cola Inicial Caso I, II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demora por cola Inicia Caso III	2.40	5.01	5.02	6.59	3.72	6.50	3.08	3.07	4.07	5.86	2.08	2.55	3.99	5.32	11.29	21.07
Demora por cola Inicia Caso IV	16.75	16.25	29.89	32.25	24.48	23.02	26.00	31.19	22.53	26.16	26.08	24.74	21.76	21.78	30.26	31.33
Demora por cola Inicia Caso V	35.68	35.68	60.65	60.65	46.77	46.77	57.00	57.00	48.06	48.06	52.50	52.50	47.65	47.65	63.73	63.73
Demora por Control I, II (s/veh)	28.83	32.46	31.38	32.47	28.25	30.56	28.81	28.81	28.59	29.63	27.49	28.48	28.53	29.08	33.42	34.82
Demora por Control III (s/veh)	31.23	37.48	36.40	39.06	31.98	37.06	31.89	31.88	32.67	35.48	29.57	31.03	32.52	34.40	44.71	55.89
Demora por Control IV (s/veh)	45.57	48.71	61.27	64.72	52.73	53.59	54.82	60.00	51.12	55.79	53.57	53.22	50.29	50.87	63.68	66.16
Demora por Control V (s/veh)	64.51	68.15	92.04	93.13	75.03	77.33	85.81	85.80	76.66	77.69	79.99	80.98	76.18	76.73	97.15	98.55
Nivel de Servicio I, II	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nivel de Servicio III	C	D	D	D	C	D	C	C	C	D	C	C	C	C	D	E
Nivel de Servicio IV	D	D	E	E	D	D	D	E	D	E	D	D	D	D	E	E
Nivel de Servicio V	E	E	F	F	E	E	F	F	E	E	E	F	E	E	F	F

Fuente Propia: 2011-03-28

En la Tabla 3-xlv, en base a las fórmulas expuestas anteriormente en el Capítulo 1, donde se detalló la obtención de demoras y el análisis de los niveles de servicio, se puede apreciar la Demora por Control I, II, en la cual no existe una cola inicial; mientras que la Demora por Control III, toma en cuenta la presencia de una cola inicial pero esta es compensada al final de 0.25 h, la Demora por Control IV, considera una cola inicial y al final del tiempo de estudio  $T = 0.25$  h existe una demanda insatisfecha decreciente; y la Demora por Control V considera una cola inicial y al final del tiempo de estudio  $T = 0.25$  h existe una demanda insatisfecha que se incrementa.

Los niveles de servicio descritos en el Capítulo I en la Tabla 1-ii que presenta cada intersección por cada demora de control son C (sincronía regular o ciclos largos, los ciclos individuales empiezan a fallar) D (sincronía desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen), E (es el límite aceptable de la demora. Indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos son frecuentes) y F (El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, los flujo excede la capacidad de la intersección o cuando hay relaciones  $v/c < 1$  pero con una sincronía muy deficiente y/o ciclos demasiados largos)

Se obtuvo demoras de control tanto para el período de la mañana como para el de la tarde.

Es importante mencionar que anteriormente en el Capítulo I se describió que la demora por control se obtenía en base a la Ecuación 43 que es

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

El factor de coordinación PF bajo la Ecuación 45 para el caso de estudio es:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} = \frac{\left[1 - Rp\left(\frac{g}{C}\right)\right]f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} = \frac{\left[1 - 1\left(\frac{g}{C}\right)\right]1}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} = 1$$

El factor de coordinación para las 4 intersecciones semaforizadas es 1, el factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde,  $f_{PA}$ , es 1 y la relación de grupo de vehículos,  $R_p$ , es 1, ya que el tipo de llegadas en el caso de estudio es de Tipo 3, porque las llegadas en las intersecciones coordinadas con beneficios mínimos en el avance, también puede describirse mediante este tipo de llegada. Los valores del factor de ajuste suplementario,  $f_{PA}$ , para el factor de ajuste y los factores de demora incremental,  $k$ , y el factor de ajuste por entrada,  $l$ , que están en base a los grados de saturación se puede observar en el Anexo D.

### 3.1.5.1 Tiempo de Despeje

Tabla 3-liivi Tiempo de Despeje

Intersección Sentido vehicular Período	Carabobo				Pichincha				García Moreno				Eugenio Espejo			
	CA		BD		CA		BD		CA		BD		CA		BD	
	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm
<b>Tiempo de Despeje</b>																
Caso I	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Caso II	10.58	12.88	8.89	10.35	10.10	12.19	6.20	6.19	10.27	11.71	3.96	5.99	10.26	11.44	12.00	13.39
Caso III	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Caso IV	15.34	15.26	15.21	15.40	15.11	15.54	15.02	15.69	15.42	15.72	15.59	15.49	15.13	15.41	15.32	15.38
<b>Tiempo Extra Caso IV</b>	20.42	15.73	12.53	24.03	6.84	32.11	1.30	41.25	25.46	43.05	35.34	29.48	8.09	24.90	19.36	23.10

Fuente Propia: 2011-03-28

El tiempo de despeje  $T_c$  (minutos) enunciado en el Capítulo I, en el Caso I, donde no existe una cola inicial, es de 15 minutos en cada una de las intersecciones, en el Caso II es menor que el tiempo de estudio de 15 minutos, en el Caso III contempla una cola inicial pero ésta se disipa dentro de los 15 minutos, para el Caso IV donde al final de los 15 minutos existe una demanda insatisfecha pero decreciente experimentará un tiempo extra (segundos), finalmente en el Caso V el tiempo de despeje va a ser mayor que el tiempo de despeje del Caso IV. La Demora por Cola Inicial tipo V se da en condiciones excepcionales en el caso de estudio de la Primera Constituyente limitado entre Eugenio Espejo y Carabobo, como en el cierre de una de las arterias que rodean el tramo. ésta se disipa dentro de los 15 minutos, para el Caso IV donde al final de los 15 minutos existe una demanda insatisfecha pero decreciente experimentará un tiempo extra (segundos), finalmente en el Caso V el tiempo de despeje va a ser mayor que el tiempo de despeje del Caso IV. La Demora por Cola Inicial tipo V se da en condiciones excepcionales en el caso de estudio de la Primera Constituyente limitado entre Eugenio Espejo y Carabobo, como en el cierre de una de las arterias que rodean el tramo.

### 3.1.10 SIMULACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Ilustración 3-19 Simulación del Caso de Estudio



Fuente Propia: 2011-04-08

Con el uso de SIMUL8<sup>199</sup>, se simula la situación real del caso de estudio, utilizando las tasas de llegadas y capacidades de las vías. Se simuló las 9 intersecciones, donde 4 son semaforizadas y se indican por las esferas verdes. Los cuadros rojos indican las colas que se forman en los dos carriles en las intersecciones. Los números en las intersecciones son aquellos que han salido del sistema durante el verde efectivo.

<sup>199</sup> Ref. Bibliogr. Entrenamiento básico SIMUL8 2010 guía de estudio, ejemplos y ejercicios. Págs.: 12-137

### 3.2 Propuesta

En esta sección se procederá a detallar la formación y funcionamiento de los modelos de optimización para el Caso IV y caso V; de demora por cola inicial. Los modelos que se obtienen están basados en los resultados apreciados en el numeral 3.1 del presente Capítulo III.

La Ecuación 43 mostrada en el Capítulo I,  $d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$ , tomada para la obtención de las demoras por control por cada caso (los casos se encuentran también en el Capítulo I en el numeral 1.7.5) es la base para el modelo de optimización.

La Ecuación 48, enunciada en el Capítulo I, que expresa la demora por cola inicial es:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT}$$

Donde:

$Q_b$ : cola inicial al principio del período T (veh).

c: capacidad (veh/h).

T: duración del período de análisis (0.25 h).

t: duración de la demanda insatisfecha (h).

u: parámetro de demora

Para el Caso IV y Caso V, donde existe una demanda aún insatisfecha al final del tiempo de estudio  $T = 0.25$  h, pero decreciente en el caso IV y creciente en el Caso V.

En base a la Tabla 1-iii del Capítulo I, se observa que  $t = T$  en el Caso IV y Caso V.

Entonces la demora por cola inicial se puede expresar de la siguiente manera:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)t}{cT} = \frac{1800Q_b(1+u)}{c}$$

La capacidad de servicio,  $c$ , de acuerdo a la Ecuación 40, del Capítulo I, se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{V_i}{c_i} = X_i = \frac{V_i}{s_i \left( \frac{g_i}{c} \right)}$$

Donde:

$X_i$  = grado de saturación.

$V_i$  = flujo vehicular.

Si se toma la primera parte de la Ecuación 40 la demora por cola inicial se puede también expresar como sigue:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)}{c} = \frac{1800Q_b(1+u)}{\frac{V_i}{X_i}}$$

Para el Caso IV, el parámetro de demora,  $u$ , se obtiene en base a la Ecuación 50 del Capítulo I; y para el Caso V  $u = 1$ . (Obsérvese la Tabla 1-iii en el Capítulo I). Por lo tanto, la demora por cola inicial para el Caso IV es:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)}{\frac{V_i}{X_i}}$$

Y para el Caso V:

$$d_3 = \frac{3600Q_b}{\frac{V_i}{X_i}}$$

Para el flujo vehicular se considera la tasa de llegada por carril de la mañana y tarde promediado.

Los grados de saturación se encuentran en la Tabla 3-xliv del Capítulo III, pero para el modelo se realiza una Simulación de Montecarlo (véase Anexo E), de los grados de saturación para cada intersección, y así se da la oportunidad que estos valores puedan variar.

Para el Caso IV, también se realiza una Simulación de Montecarlo para el parámetro de demora,  $u$ . La teoría acerca de la Simulación de Montecarlo se encuentra en el Anexo E. Se hace en base a la demora por cola inicial puesto que es ésta la demora que se puede controlar en la realidad.

En base a programación lineal, se debe formar una función objetivo lineal (F.O) y restricciones detallando cada una de las variables que intervienen en la función objetivo.

La función en cuestión para el Caso IV y V es:

$$\left(1800 \frac{Q_C X_C (1 + u)}{V_C}\right) + \left(1800 \frac{Q_P X_P (1 + u)}{V_P}\right) + \left(1800 \frac{Q_G X_G (1 + u)}{V_G}\right) + \left(1800 \frac{Q_E X_E (1 + u)}{V_E}\right)$$

Donde:

$Q_i$  = número de vehículos en cola inicial en la intersección  $i$ ,  $i$  = Carabobo, Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo.

$X_i$  = grado de saturación en la intersección  $i$ ,  $i$  = Carabobo, Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo.

$V_i$  = tasa de llegada por carril en la intersección  $i$ ,  $i$  = Carabobo, Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo.

Pero la función objetivo debe ser una función lineal, entonces:

$$w = \frac{Q_C X_C}{V_C}$$

$$x = \frac{Q_P X_P}{V_P}$$

$$y = \frac{Q_G X_G}{V_G}$$

$$z = \frac{Q_E X_E}{V_E}$$

Donde w, x, y, z son las relaciones que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y el parámetro de demora; con la tasa de llegada en sus respectivas intersecciones. Es lógico pensar que si el numerador es mayor que el denominador ésta relación será grande, caso contrario será pequeña.

Para la simulación de Montecarlo se utilizó los datos de las tablas de la sección 3.1.4.3 para construir los respectivos intervalos y los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-iiii Resultados de la Simulación de Montecarlo**

<b>VARIABLES</b>	<b>INTERSECCIÓN</b>	<b>V</b>	<b>Q</b>	<b>X</b>	<b>RELACIÓN *</b>	<b>u</b>
w	Carabobo	338.89	4	0.8	0.00828958	0.343716556
x	Pichincha	353.5	4	0.8	0.008222504	0.155139153
y	García Moreno	356.56	4	0.7	0.00804618	0.169161092
z	Espejo	350.31	4	0.8	0.00831193	0.141248675

Fuente Propia: 2011-04-06

Los valores simulados fueron la cola inicial, Q y el grado de saturación, X; este último para el Caso IV. La Relación\* hace referencia a  $\frac{QX}{V}$ . El parámetro de demora, u, es para el Caso V.

### 3.2.1 Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial

**Variables:**

w = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y Carabobo.

x = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y Pichincha.

y = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y García Moreno.

z = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo.

Como se dijo anteriormente el grado de saturación y el parámetro de demora serán simulados mediante Montecarlo.

**Función Objetivo:**

$$F.O = \text{Min } 2418.69w + 2079.25x + 2104.49y + 2054.25z$$

**Restricciones:**

$$2418.69w + 2079.25x + 2104.49y + 2054.25z \leq 204.3$$

$$2418.69w \geq 28.83$$

$$2079.25x \geq 28.25$$

$$2104.49y \geq 28.59$$

$$2054.25z \geq 28.53$$

$$w \geq 0.00828958$$

$$x \geq 0.00822504$$

$$y \geq 0.00804618$$

$$z \geq 0.00831193$$

Los coeficientes objetivos son el producto de 1800 por los parámetros de demora u simulados.

El recurso de la primera restricción es el valor correspondiente a la sumatoria de las 4 demoras por control del Caso IV actual. Como la idea es minimizar, el valor óptimo debe ser menor que dicho valor.

Los recursos de las restricciones 2, 3, 4 y 5 que son 38 están dados en segundos son las Demoras por Control del Caso I) en las intersecciones Carabobo. Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo respectivamente (obsérvese la Tabla 3-xlv del presente Capítulo. La razón por la cual se consideran es porque la demora uniforme y demora incremental son parte de la demora por control, la primera comprende la llegada uniforme de los vehículos y la segunda la llegada al azar de algún vehículo y la demora por control por la demora por cola inicial es mayor que la sumatoria de la demora uniforme más la demora incremental. En este modelo  $w$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $z$  van a ser mayores que

sus respectivos recursos, ya que bajo las condiciones del Caso IV la demanda insatisfecha de vehículos es decreciente, entonces la relación entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y el parámetro de demora; con la tasa de llegada en sus respectivas intersecciones varía de acuerdo al número de vehículos que se encuentran en el sistema, y si se pone que es mayor o igual se da la oportunidad de que la cola inicial puede estar formada por más de 4 carros.

Los recursos de las 4 últimas restricciones 0.00828958, 0.00822504, 0.00804618 y 0.00831193 se obtienen en base a la simulación de Montecarlo.

### ***Solución***

De acuerdo a la herramienta Solver de Exel:

**Tabla 3-liv Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial**

**Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas**  
**Hoja de cálculo: [min caso IV.xlsx]min caso IV**  
**Informe creado: 11/04/2011 18:26:30**

Celda objetivo (Mínimo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$G\$4	Función Objetivo	71.17	114.20

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$C\$3	w	0.008290584	0.011907273
\$D\$3	x	0.00822604	0.013610674
\$E\$3	y	0.008047183	0.013589991
\$F\$3	x	0.008312926	0.013873693

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$G\$13		114.20	\$G\$13<=\$I\$13	Opcional	90.1
\$G\$5	Restricciones	28.80	\$G\$5>=\$I\$5	Obligatorio	0.00
\$G\$6		28.30	\$G\$6>=\$I\$6	Obligatorio	0.00
\$G\$7		28.60	\$G\$7>=\$I\$7	Obligatorio	0.00
\$G\$8		28.50	\$G\$8>=\$I\$8	Obligatorio	0.00
\$G\$9		0.011907273	\$G\$9>=\$I\$9	Opcional	0.003617689
\$G\$10		0.013610674	\$G\$10>=\$I\$10	Opcional	0.005385634
\$G\$11		0.013589991	\$G\$11>=\$I\$11	Opcional	0.005543808
\$G\$12		0.013873693	\$G\$12>=\$I\$12	Opcional	0.005561766

Fuente Propia: 2011-04-11

El tiempo mínimo de la demora por control para el caso IV de demora por cola inicial de es de 114.20 s, donde se cumple las condiciones que es menor que el tiempo actual de 204.3 s.

Los valores de w, x, y, z son menores a los recursos, lo que significa que la cola inicial i = Carabobo, Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo.

Las tasas de llegada son:

$$V_C = 338.89$$

$$V_P = 353.5$$

$$V_G = 356.56$$

$$V_E = 350.31$$

Los grados de saturación:

$$X_C = 0.8$$

$$X_P = 0.8$$

$$X_G = 0.7$$

$$X_E = 0.8$$

La cola inicial:

$Q_i = 4$  i = Carabobo, Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo.

Los parámetros de demora son:

$$u_C = 0.3417$$

$$u_P = 0.1551$$

$$u_G = 1691$$

$$u_E = 0.1412$$

Las 4 variables son básicas, ya que todas toman valores distintos de 0.

Con respecto a la divergencia (indica cuan cerca está en unidades de “agotar” la restricción asociada, cumplirla en igualdad, si es de tipo  $\leq$  será carencia y si es de tipo  $\geq$

será excedente) para agotar la restricción 1 se necesita 90.1 s. Las restricciones 2, 3, 4 y 5 se cumplen en igualdad es decir se agotan los segundos permisibles de cada una.

Mientras que en la restricción 6 se utiliza 0.00362 unidades menos de las permitidas, en la restricción 7 se utiliza 0.00539 menos de las permitidas, en la restricción 8 y 9 se utilizan 0.0056 menos de las permitidas cada una.

### **3.2.2 Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial**

#### ***Variables:***

$w$  = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y Carabobo.

$x$  = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y Pichincha.

$y$  = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y García Moreno.

$z$  = relación que existe entre la cola inicial combinada con el grado de saturación y la tasa de llegada en la Primera Constituyente y Eugenio Espejo.

Como se dijo anteriormente los grados de saturación serán simulados mediante Montecarlo. El parámetro de demora en el Caso V es 1.

#### ***Función Objetivo:***

$$F.O = \text{Min } 3600w + 3600x + 3600y + 3600z$$

**Restricciones:**

$$3600w + 3600x + 3600y + 3600z \leq 296.14$$

$$3600w \geq 28.83$$

$$3600x \geq 28.25$$

$$3600y \geq 28.59$$

$$3600z \geq 28.53$$

$$w \geq 0.00828958$$

$$x \geq 0.00822504$$

$$y \geq 0.00804618$$

$$z \geq 0.00831193$$

Los coeficientes objetivos son el producto de 1800 por los parámetros de demora  $u$ , que en el caso V son 1.

El recurso de la primera restricción es el valor correspondiente a la sumatoria de las 4 demoras por control del Caso V actual. Como la idea es minimizar, el valor óptimo debe ser menor que dicho valor.

Los recursos de las restricciones 2, 3, 4 y 5 que son están dados en segundos son las Demoras por Control del Caso I) en las intersecciones Carabobo. Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo respectivamente (obsérvese la Tabla 3-xlv del presente Capítulo. La razón por la cual se consideran es porque la demora uniforme y demora incremental son parte de la demora por control, la primera comprende la llegada uniforme de los vehículos y la segunda la llegada al azar de algún vehículo; y si se

pretende disminuir la demora por control la demora por cola inicial debe ser menor que la sumatoria de la demora uniforme más la demora incremental.

Los recursos de las 4 últimas restricciones 0.00828958, 0.00822504, 0.00804618 y 0.00831193 se obtienen en base a la simulación de Montecarlo, en este modelo w, x, y, z van a ser mayores que sus respectivos recursos, ya que bajo las condiciones del Caso V la demanda insatisfecha de vehículos es creciente, y análogamente que en el caso anterior se da la oportunidad que la cola inicial pueda ser mayor que 4.

***Solución:***

De acuerdo a la herramienta Solver de Exel:

**Tabla 3-iv Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas  
 Hoja de cálculo: [min Función Objetivo.xlsx]caso V  
 Informe creado: 08/04/2011 20:55:57

Celda objetivo (Mínimo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$G\$4	Función Objetivo	0	118.3418398

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$C\$3	w	0	0.008289584
\$D\$3	x	0	0.00822504
\$E\$3	y	0	0.008046183
\$F\$3	z	0	0.008311926

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$G\$5	Restricciones	29.84250201	\$G\$5>=\$H\$5	Opcional	1.042502007
\$G\$6		29.61014277	\$G\$6>=\$H\$6	Opcional	1.310142767
\$G\$7		28.96626041	\$G\$7>=\$H\$7	Opcional	0.366260408
\$G\$8		29.92293458	\$G\$8>=\$H\$8	Opcional	1.422934584
\$G\$9		0.008289584	\$G\$9>=\$H\$9	Obligatorio	0
\$G\$10		0.00822504	\$G\$10>=\$H\$10	Obligatorio	0
\$G\$11		0.008046183	\$G\$11>=\$H\$11	Obligatorio	0
\$G\$12		0.008311926	\$G\$12>=\$H\$12	Obligatorio	0
\$G\$13		118.3418398	\$G\$13<=\$H\$13	Opcional	177.7581602

Fuente Propia: 2011-04-08

El tiempo mínimo de la demora por control para el caso V de demora por cola inicial de es de 118.34 s, donde se cumple las condiciones que es menor que el tiempo actual de 296.14 s y los valores de w, x, y, z son iguales a los recursos, lo que significa que la cola inicial empieza en 4 en cada intersección:

$Q_i = 4$  i = Carabobo, Pichincha, García Moreno y Eugenio Espejo.

Las tasas de llegada son:

$$V_C = 338.89$$

$$V_P = 353.5$$

- 348 -

$$V_G = 356.56$$

$$V_E = 350.31$$

Las 4 variables son básicas ya que sus valores son distintos de 0.

El valor de  $w$  excede en 1.043 s.

El valor de  $x$  excede en 1.3101 s.

El valor de  $y$  excede en 0.3662 s.

El valor de  $z$  excede en 1.4229 s.

Las restricciones 5, 6, 7 y 8 se cumplen en igualdad.

Y para agotar la última restricción hace falta 177.76 s.

### **3.1 *Análisis y Discusión de Resultados***

#### **3.1.1 *Análisis de Sensibilidad***

El análisis de sensibilidad es una de las partes más importantes en la programación lineal, especialmente para la toma de decisiones; pues permite determinar cuando una solución sigue siendo óptima, dados algunos cambios ya sea en el entorno del problema o en los datos del problema mismo.

Este análisis consiste en determinar que tan sensible es la respuesta óptima, al cambio de algunos datos como los recursos (términos independientes de las restricciones).

### 3.1.5.2 Análisis de Sensibilidad del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial

Tabla 3-lvi Análisis de Sensibilidad de la Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso IV de Demora por Cola Inicial

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad  
Hoja de cálculo: [min caso IV.xlsx]min caso IV  
Informe creado: 11/04/2011 18:26:32

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido
\$C\$3	w	0.011907273	0
\$D\$3	x	0.013610674	0
\$E\$3	y	0.013589991	0
\$F\$3	z	0.013873693	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Multiplicador de Lagrange
\$G\$13		114.20	0.00
\$G\$5	Restricciones	28.80	1.00
\$G\$6		28.30	1.00
\$G\$7		28.60	1.00
\$G\$8		28.50	1.00
\$G\$9		0.011907273	0
\$G\$10		0.013610674	0
\$G\$11		0.013589991	0
\$G\$12		0.013873693	0

Fuente Propia: 2011-04-11

Para este modelo no existen precios sombras asociados con las restricciones, lo que indica que no hay la posibilidad de aumentar o disminuir en una unidad los recursos para mejorar la función objetivo.

Los gradientes reducidos son 0 para los 4 coeficientes objetivos. El gradiente reducido o costo reducido es la cantidad en que se tendría que mejorar (disminuir en este caso) el coeficiente objetivo de la variable asociada para mejorar la función objetivo.

### 3.1.5.3 Análisis de Sensibilidad del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial

Tabla 3-ivii Análisis de Sensibilidad de la Solución del Modelo de Optimización de la Demora por Control para el Caso V de Demora por Cola Inicial

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad  
 Hoja de cálculo: [min caso V.xlsx]min caso V  
 Informe creado: 11/04/2011 21:19:39

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$C\$8	w	0.008289584	0	3600	1E+30	3600
\$D\$8	x	0.00822504	0	3600	1E+30	3600
\$E\$8	y	0.008046183	0	3600	1E+30	3600
\$F\$8	z	0.008311926	0	3600	1E+30	3600

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Disminución permisible
\$G\$10	Restricciones Solución	29.84	0.00	28.8	1.042502007	1E+30
\$G\$11	Solución	29.61	0.00	28.3	1.310142767	1E+30
\$G\$12	Solución	28.97	0.00	28.6	0.366260408	1E+30
\$G\$13	Solución	29.92	0.00	28.5	1.422934584	1E+30
\$G\$14	Solución	0.00828958	3600	0.008289584	0.049377267	0.000289584
\$G\$15	Solución	0.00822504	3600	0.00822504	0.049377267	0.000363929
\$G\$16	Solución	0.00804618	3600	0.008046183	0.049377267	0.000101739
\$G\$17	Solución	0.00831193	3600	0.008311926	0.049377267	0.00039526
\$G\$18	Solución	118.34	0.00	296.1	1E+30	177.7581602

Fuente Propia: 2011-04-11

Los gradientes reducidos son cero para los 4 coeficientes objetivos.

Para las 4 primeras restricciones y en la última restricción los precios sombras son 0, lo que indica que si a sus respectivos recursos se aumenta o disminuye 1 segundo, la solución objetivo no cambiará siempre y cuando que no se aumente o disminuya el recurso asociado de acuerdo a la Tabla 3-xxviii.

Para las 4 siguientes restricciones los precios sombras son de 3600, lo que indica que si los recursos se hacen 0, la función objetivo disminuiría 3600 s. pero

Finalmente, el precio dual (o precio sombra) toma un valor de 3600 en las restricción5, lo que significa que la demora hasta 30 unidades más por disminuir a 0 esta restricción siempre que las demás restricciones sigan fijas.

# CAPÍTULO IV

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- ❖ Se identificó, mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, que las tasas de llegadas de las 4 movimientos permisibles en cada una de las 9 intersecciones de los períodos de la mañana y tarde siguen una distribución de Poisson y los tiempos entre llegadas de vehículos provienen de una distribución Exponencial, era esencial que se cumpliera la naturaleza de las distribuciones porque los sistemas de línea de espera se encuentran bajo esos principios.
  
- ❖ Se comprobó que los flujos vehiculares del tráfico en las horas pico de las tarde es un poco más elevado que el período de las mañanas. Como lo indica los grados de saturación y los niveles de servicio que describen la actual realidad del área de estudio.
  
- ❖ Se observó que, después de que el sistema haya estado en operación por un largo tiempo en las intersecciones no semaforizadas, los promedios y probabilidades no cambian mientras que éste se mantenga en funcionamiento, y por esa razón se describe bajo un análisis probabilístico M/M/1. Mientras que en las intersecciones semaforizadas se utilizó el análisis determinístico de régimen D/D/1 donde se calcula el valor de una variable en función de ciertos valores específico que toman otras variable, además en este análisis intervienen las tasas de saturación que se calculan en base a los ciclos de los semáforos.

- ❖ Se identificó los casos de demora prevalecientes en el caso de estudio y así se construyó los parámetros que intervienen en los 2 modelos de minimización. Los coeficientes objetivos, recursos y las restricciones de los 2 modelos obtenidos tanto para el Caso IV y Caso V, están en base a al análisis del grado de saturación y al análisis de nivel de servicio y demoras, ya que éstos dos análisis intervienen en la obtención de la demora por cola inicial.
  
- ❖ Se interpreta la solución matemática y se da una solución real y factible para el problema de largas demoras en tramos cortos de la ciudad de Riobamba como el caso de estudio del presente documento; que consiste en aumentar la capacidad vial, y esto se conseguiría habilitando 3 carriles en la Primera Constituyente, esto se conseguiría reubicando el parqueadero implantado por el municipio, puesto que se podría construir un estacionamiento en la Plaza Roja, lo que ayudaría a descongestionar el centro de la ciudad. No se puede poner un reglamento para la formación de colas en la ciudad, sería algo absurdo, pero como la relación que se mostró en la propuesta en el Capítulo 3, si la capacidad es mayor no habría sobresaturación.
  
- ❖ Evidentemente el actual volumen vehicular en la ciudad de Riobamba aumentará en los próximos años, y como se dijo que el Caso V únicamente se daba en circunstancias de cierre de arterias que rodean al caso de estudio, también describiría la demora futura, puesto que si existe más vehículos en la ciudad, las colas iniciales, que son la demanda insatisfecha, también aumentaría.

## 4.2 **Recomendaciones**

- ❖ Para poder aplicar el modelo en otros casos de estudio se debe cambiar los datos de entrada: flujo vehicular, grado de saturación, cola inicial y el parámetro de demora identificando el caso de demora por cola inicial.
  
- ❖ La Escuela de Física y Matemática debería poseer softwares con licenciad. La programación lineal de los modelos se pueden realizar en el programa LINGO y para modelar las situaciones de cola en el software SIMUL8.

## BIBLIOGRAFIA

- CAL Y MAYOR, R y CÁRDENAS., Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones.,  
8va. Ed., México-México., Alfaomega., 2007., Pp: 275-277-278-283-327-329-338-353-363-415-417.
2. GARBER, N., Ingeniería de tránsito y carreteras., 2a ed., México México., Thomson.,  
2002., Pp: 47-63-65-67-68.
3. HANDY, T., Investigación de operaciones., 2a. ed., México-México., Pearson Prentice  
Hall.,2002., Pp: 17-21-23-24-25-28.
4. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE., Sistema integral de transporte.,  
México-México., 1992., Pp: 47-52.
5. INTEL8., Entrenamiento básico SIMUL8 2010 guía de estudio, ejemplos y ejercicios.,  
Quito-Ecuador., 2010., Pp: 12-137.
6. MINTRATEL., Manual de señalización de tránsito., México-México., 1998., Pp: 78
7. SAATY., Teoría de colas., 2a ed., México-México., Alfaomega.,1997., Pp: 322-325.
8. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD., Highway capacity manual., 2a. ed., Washington-EstadosUnidos., National Research Council., 2000., Pp: 309-312.
9. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD., Fundamentals of transportation system analysis., 2a. ed., Washington- Estados Unidos., NationalResearch Council., 1999., Pp: 45.

## BIBLIOGRAFÍA INTERNET

1. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES  
[http://www.civ.cl/academico/asignaturas/asignaturas/investigacion\\_operaciones/UnidadI.htm](http://www.civ.cl/academico/asignaturas/asignaturas/investigacion_operaciones/UnidadI.htm).

2010-09-21

# **ANEXOS**

## **Anexo A**

### **Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra se considera un procedimiento de "bondad de ajuste", es decir, permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada.

Mediante la prueba se compara la distribución acumulada de las frecuencias teóricas ( $f_t$ ) con la distribución acumulada de las frecuencias observadas ( $f_{obs}$ ), se encuentra el punto de divergencia máxima y se determina qué probabilidad existe de que una diferencia de esa magnitud se deba al azar.

En las tareas de investigación se pudo obtener un conjunto de observaciones, en las cuales se supone que tienen una distribución normal, binomial, de Poisson, etc. Para el caso, las frecuencias de las distribuciones teóricas deben contrastar con las frecuencias observadas, a fin de conocer cuál distribución se adecua mejor al modelo.

Pasos:

1. Calcular las frecuencias esperadas de la distribución teórica específica por considerar para determinado número de clases, en un arreglo de rangos de menor a mayor.
2. Arreglar estos valores teóricos en frecuencias acumuladas.
3. Arreglar acumulativamente las frecuencias observadas.

4. Aplicar la ecuación  $D = f_t - f_{obs}$ , donde D es la máxima discrepancia de ambas.
5. Comparar el valor estadístico D de Kolmogorov-Smirnov en la tabla de valores críticos de D.
6. Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis.

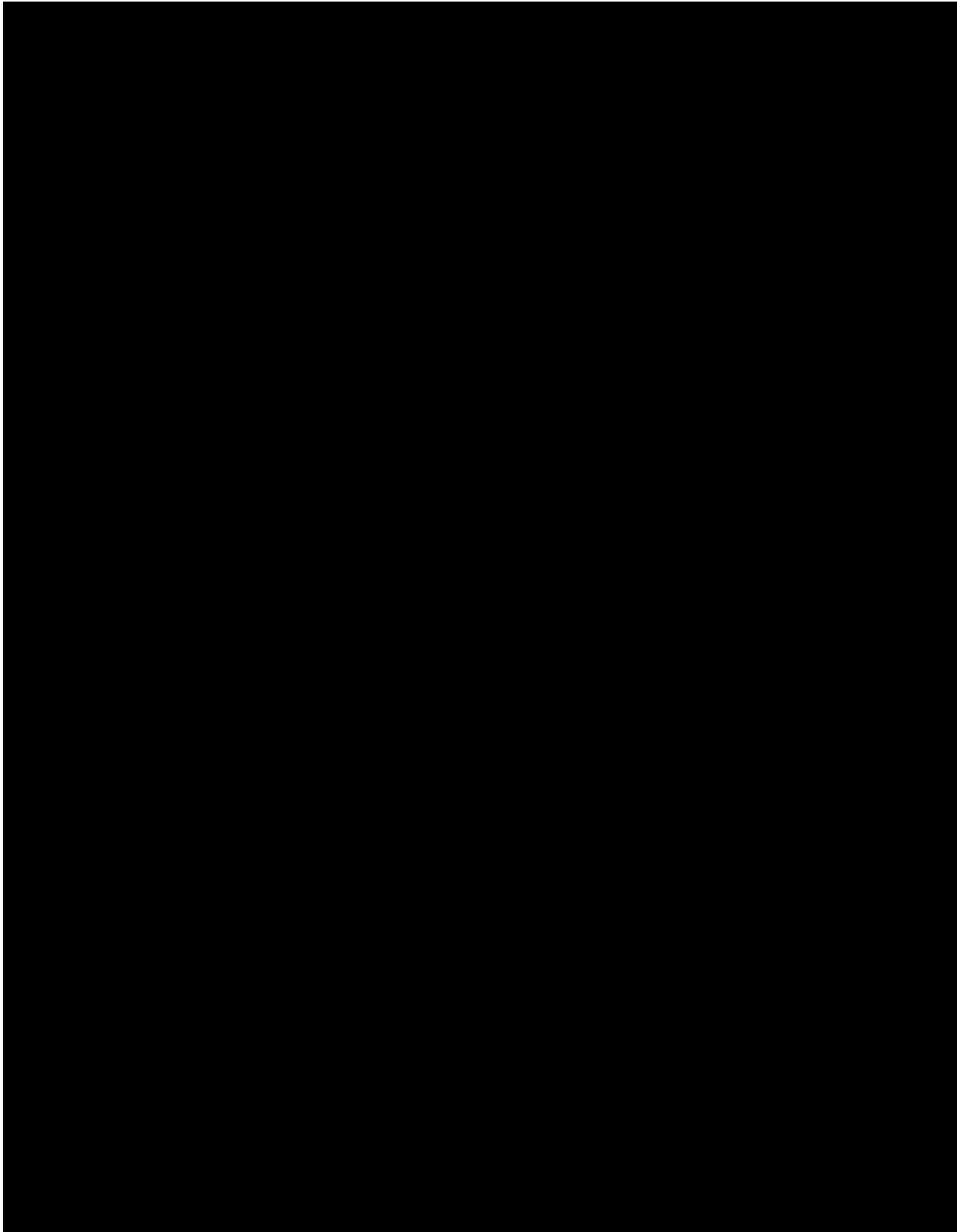
Ecuación:

$$D = f_t - f_{obs}$$

En esta ecuación se aprecia que el procedimiento es muy simple y quizá lo que parezca más complicado corresponde al cálculo de la frecuencia esperada de cada tipo de distribución teórica.

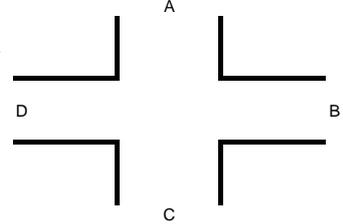
**Anexo B**

**Formato de aforo para el estudio de volumen vehicular en intersecciones en el período de la mañana**



### Formato de aforo para el estudio de volumen vehicular en intersecciones en el período de la tarde

INTERSECCIÓN .....  
 FECHA .....  
 DIA .....  
 AFORADOR .....



HORA	MOVIMIENTO					MOVIMIENT				
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	BICICLETAS	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	BICICLETAS	MOTOS
16:30 - 16:45										
17:45 - 17:00										
17:00 - 17:15										
17:15 - 17:30										
17:30 - 17:45										
17:45 - 18:00										
18:00 - 18:15										
18:15 - 18:30										

**Anexo C**

<b>Característica</b>	<b>Valor sustitutivo por omisión</b>
Flujo de saturación base	1900 veh/h/carril
Porcentaje de vehículos pesados	2%
Factor horario de máxima demanda	0.92
Maniobras de parqueo por hora - 1 sentido	16
Maniobra de parqueo por hora - 2 sentidos	8
Parada de buses por hora (CBD)	12
Parada de buses por hora (otros)	2
Pendiente de accesos	0%
Factor de utilización de carril para un grupo de 2 carriles con movimientos rectos o compartidos	0.952
Factor de utilización de carril para un grupo de 3 carriles con movimientos rectos o compartidos	0.908
Ancho de carriles (m)	3.6

**Algunos Valores Sustitutivos por Omisión**

Fuente: Transportation Research Board

**Anexo D**

**Factor de Ajuste Suplementario**

Proporción de verde disponible g/C	Tipo de Llegada					
	1	2	3	4	5	6
<b>0.20</b>	1.167	1.007	1.000	1.000	0.833	0.750
<b>0.30</b>	1.286	1.063	1.000	0.986	0.714	0.571
<b>0.40</b>	1.445	1.136	1.000	0.895	0.555	0.333
<b>0.50</b>	1.667	1.240	1.000	0.767	0.333	0.000
<b>0.60</b>	2.001	1.395	1.000	0.576	0.000	0.000
<b>0.70</b>	2.556	1.653	1.000	0.256	0.000	0.000
<b>F<sub>PA</sub></b>	1.000	0.93	1.00	1.15	1.00	1.00
<b>RP por defecto</b>	0.333	0.667	1.00	1.333	1.667	2.000

Notas:

$$PF = (1 - P)f_{PA}/(1 - g/C).$$

$$P = R_p * g/C \text{ (no puede exceder de 1)}$$

Fuente: HighwayCapacity Manual 2000

**Factor de Ajuste por Entradas de la Intersección Corriente Arriba**

Grado de Saturación	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	≥ 1
<b>I</b>	0.922	0.858	0.769	0.650	0.500	0.314	0.090

Nota:

$$I = 1.0 - 0.91 X^{268} \text{ y } X \leq 1.0.$$

Fuente: HighwayCapacity Manual 2000

**Factor de Demanda Incremental**

Unidad de extensión	Grado de Saturación					
	≤ 0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	≥ 1
≤ 0.2	0.04	0.13	0.22	0.32	0.41	0.50
<b>2.5</b>	0.08	0.16	0.25	0.33	0.42	0.50
<b>3.0</b>	0.11	0.19	0.27	0.34	0.42	0.50
<b>3.5</b>	0.13	0.20	0.28	0.35	0.43	0.50
<b>4.0</b>	0.15	0.22	0.29	0.36	0.43	0.50
<b>4.5</b>	0.19	0.25	0.31	0.38	0.44	0.50
<b>5.0<sup>a</sup></b>	0.23	0.28	0.34	0.39	0.45	0.50

<b>Pretimed or Nonactuated Movement</b>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
---	------	------	------	------	------	------

Fuente: HighwayCapacity Manual 2000

## **Anexo E**

### **Simulación de Montecarlo**

Todo método de simulación pretende comprender el comportamiento de la realidad en base al estudio de un modelo simplificado que represente el comportamiento de la parcela objeto de estudio.

El método Monte Carlo de simulación permite estudiar el comportamiento de las variables de salida del modelo en base a dar valores a las variables de entrada, teniendo en cuenta sus distribuciones de probabilidad.

Cuanto mayor sea el número de iteraciones más estables serán los valores obtenidos. Mejor 10.000 iteraciones que 1.000, y aun mejor un millón. Por tanto se precisa de un ordenador que realice los cálculos, y en este sentido Excel es una magnífica herramienta.