



República Bolivariana de Venezuela
Universidad de los Andes
Facultad de Ingeniería
Postgrado de Ingeniería Vial



**COMPORTAMIENTO DE LAS LONGITUDES DE COLAS Y DEMORAS EN UNA
INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA**

www.bdigital.ula.ve

Autor:

Ing. Irmara Alexandra Peña Cote

Tutor:

MSC. Mary Isabel Díaz G.

Enero de 2026

Reconocimiento



República Bolivariana de Venezuela
Universidad de los Andes
Facultad de Ingeniería
Postgrado de Ingeniería Vial



COMPORTAMIENTO DE LAS LONGITUDES DE COLAS Y DEMORAS EN UNA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al Grado de Magister Scientiae en
Ingeniería Vial

Autor:

Ing. Irmara Alexandra Peña Cote

Tutor:

MSC. Mary Isabel Díaz G.

Enero de 2026

Reconocimiento



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA VIAL

VEREDICTO DE TRABAJO DE GRADO

Los suscritos Miembros del jurado designado por el Consejo Técnico del Postgrado de Ingeniería Vial y avalado por la División de Estudios de Postgrado de Ingeniería y por la Coordinación del Consejo de Estudios de Postgrado, para conocer y evaluar el Trabajo de grado titulado: **“COMPORTAMIENTO DE LAS LONGITUDES DE COLAS Y DEMORAS EN UNA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA”**, presentado por el Ingeniero **IRMARA ALEXANDRA PEÑA COTE**, titular de la cédula de identidad N° V-23.499.747, y desarrollado bajo la tutoría de la **Profesora Mary Isabel Díaz G., C.I. 8.036.851**, acuerdan según lo establecido en las Normas de Funcionamiento del Programa de Maestría en Ingeniería Vial, **APROBARLO** a los fines de la obtención del grado de **MAGÍSTER SCIENTIAE** en el área de **INGENIERÍA VIAL**.

Observaciones:


Prof. MSc. Mary Isabel Díaz G.
C.I. 8.036.851
Tutor


Prof. MSc. Leonardo Casanova
Matera
C.I. 3.763.380
Jurado


Prof. MSc. Ingrid Rujano
C.I. 16.934.195
Jurado



Mérida, 16 de enero de 2026

Reconocimiento

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme brindando la salud y la sabiduría necesaria para culminar con otra meta en mi vida.

A mi tutora la Profesora Mary Isabel Diaz, agradezco por su disponibilidad y constante apoyo, que me orientó en todo este proceso, fortaleciendo cada una de mis habilidades para poder culminar con éxito esta investigación.

A la ilustre Universidad de los Andes, Gracias por abrirme sus puertas una vez más y poder continuar con mi crecimiento profesional y personal.

A mi Madre, Dalia Peña y mi Hermana Mariam Peña, quienes son los pilares fundamentales en mi vida, Gracias por estar siempre presentes en cada paso que doy, por su apoyo inquebrantable y motivación en culminar este camino, este logro también es de ustedes.

A Jorge Moreno, por tu compañía, por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Gracias por caminar a mi lado en todo este trayecto de mi vida.

A mi familia y amigos, que estuvieron presentes y me motivaron constantemente, Gracias a todos.

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE CONTENIDO

ACTA VEREDICTO.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx
RESUMEN.....	xxvi
INTRODUCCIÓN.....	27
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	29
1.1 Planteamiento del Problema	29
1.2 Objetivos de la Investigación.....	30
1.2.1 Objetivo General	30
1.2.2 Objetivos Específicos	30
1.3 Justificación	31
1.4 Alcance	32
1.5 Hipótesis	32
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	33
2.1 Antecedentes	33
2.2 Bases Teóricas y conceptuales.....	36
2.2.1 Ingeniería de tránsito.....	36
2.2.2 Variables macroscópicas	37
2.2.3 Volumen	40
2.2.4 Intersecciones	44
2.2.5 Intersecciones reguladas con semáforos	46

2.2.6	Congestión vehicular	47
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		55
3.1	Enfoque de la investigación	55
3.2	Diseño de la investigación.....	55
3.3	Población y Muestra.....	56
3.4	Descripción de variables	57
3.4.1	Variables Independientes	57
3.4.2	Variables Dependientes	57
3.4.3	Operacionalización de las variables	57
3.5	Instrumentos de recolección de datos.....	58
3.6	Descripción de la Intersección	62
3.7	Descripción del trabajo de campo	65
3.8	Procesamiento de datos.....	68
3.8.1	Medición de demoras por tiempo en cola.....	69
3.9	Técnicas de análisis.....	81
CAPÍTULO IV. PROCESAMIENTO DE DATOS		83
4.1	Longitud de Cola y Demora Total en Cola.....	83
4.1.1	Medición de Longitud de Colas y Demoras, en el acceso hacia el Norte, el día lunes desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m.	83
4.1.2	Indicadores de Eficiencia	105
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS		113
5.1	Longitud de Cola	113
5.1.1	Vehículos detenidos por horas de estudio para los cinco días de la semana.....	113
5.1.2	Vehículos detenidos en los cinco días de la semana	117
5.1.3	Disipación de la máxima longitud de cola.....	122
5.2	Demoras	125
5.2.1	Demora total por tiempo en cola por hora en los cinco días de la semana.....	125

5.2.2	Demora total por tiempo en cola en cada día de la semana.....	129
5.2.3	Demora promedio por vehículo detenido en cada día de la semana.....	132
5.3	Modelos de regresión entre el Volumen, Longitud de cola y Demoras.....	135
5.3.1	Volumen vs Longitud de cola del acceso hacia el Norte en cada día de la semana 135	
5.3.2	Volumen vs Longitud de cola en cada acceso de la intersección	138
5.3.3	Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Norte en cada día	141
5.3.4	Volumen vs Demoras totales en cada acceso de la intersección	143
5.3.5	Longitud de cola vs demoras totales	145
5.4	Curvas de llegada y salida	147
5.5	Indicadores de Eficiencia de la intersección	156
5.5.1	Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, en el periodo de estudio (CDP)	156
5.5.2	Porcentaje de vehículos detenidos entre los días de la semana	158
5.5.3	Demora por control.....	160
5.5.4	Comparación de indicadores de eficiencia en la intersección	163
CONCLUSIONES.....		166
RECOMENDACIONES		171
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		172
ANEXOS		174

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factor de corrección por demora de desaceleración y aceleración	50
Tabla 2 Niveles de servicio, según el HCM, en intersecciones reguladas por semáforos	50
Tabla 3. Operacionalización de variables Independientes.....	57
Tabla 4. Operacionalización de variables Dependientes	58
Tabla 5 Medición de demora por tiempo en cola usando la técnica de entrada-salida.....	70
Tabla 6 Vehículos que llegan a la intersección por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso de la intersección.....	71
Tabla 7 Longitud de cola en cada ciclo del semáforo por día, hora de análisis y por acceso. ...	72
Tabla 8 Vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso	72
Tabla 9 Promedio de vehículos detenidos en la hora, por día de la semana, para cada acceso.	73
Tabla 10. Disipación de la longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.	73
Tabla 11 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.	74
Tabla 12 Resumen de demora total, por día de la semana, para cada acceso.....	75
Tabla 13 Resumen de demora promedio por vehículo detenido por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.	75
Tabla 14 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, para cada acceso...76	
Tabla 15 Demora promedio por vehículo que llega por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso de la intersección.....	76
Tabla 16 Demora promedio por vehículo que llega, por día de la semana, para cada acceso. .77	
Tabla 17 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso de la intersección.....	78
Tabla 18 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día	78
Tabla 19 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.	79
Tabla 20 Demora por corrección por días de la semana, para cada acceso de la intersección.80	
Tabla 21 Demora por control, por día de la semana, para cada acceso.	80
Tabla 22 Comparación de los indicadores de eficiencia en la intersección	80

Tabla 23 Medición de demoras por tiempo en cola en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	84
Tabla 24 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio, acceso hacia el Norte	88
Tabla 25 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio en el acceso Oeste	89
Tabla 26 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio, en el acceso Sur	89
Tabla 27 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio en el acceso Este	89
Tabla 28 Longitud de cola por ciclo del semáforo en la intersección Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	90
Tabla 29 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección.....	92
Tabla 30 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Oeste.....	92
Tabla 31 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Sur.....	92
Tabla 32 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Este.	93
Tabla 33 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Norte de la Intersección.....	93
Tabla 34 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Oeste de la Intersección	94
Tabla 35 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Sur de la Intersección	94
Tabla 36 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Este de la Intersección	94
Tabla 37. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la intersección	95
Tabla 38. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la intersección	95

Tabla 39. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la intersección	96
Tabla 40. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la intersección	96
Tabla 41 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la Intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela	97
Tabla 42 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la Intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela	97
Tabla 43 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la Intersección	98
Tabla 44 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso Este de la Intersección	98
Tabla 45 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Norte	98
Tabla 46 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Oeste de la Intersección	99
Tabla 47 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Sur de la Intersección	99
Tabla 48 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Este de la Intersección	99
Tabla 49 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la Intersección	100
Tabla 50 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la Intersección	100
Tabla 51 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la Intersección	100
Tabla 52 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la Intersección	101
Tabla 53 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Norte	101
Tabla 54 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Oeste	101
Tabla 55 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Sur	102
Tabla 56 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Este	102

Tabla 57 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Norte de la Intersección	103
Tabla 58 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Oeste de la Intersección.....	103
Tabla 59 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Sur de la Intersección.....	103
Tabla 60 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Este de la Intersección	104
Tabla 61 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Norte de la Intersección	104
Tabla 62 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Oeste de la Intersección	104
Tabla 63 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Sur de la Intersección	105
Tabla 64 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Este de la Intersección	105
Tabla 65 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección.....	106
Tabla 66 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Oeste de la Intersección	106
Tabla 67 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Sur de la Intersección.....	106
Tabla 68 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Este de la Intersección	107
Tabla 69 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección	107
Tabla 70 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso hacia el Oeste de la Intersección.....	108
Tabla 71 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso Sur de la Intersección.....	108
Tabla 72 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso Este de la Intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela	108

Tabla 73 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la Intersección.....	109
Tabla 74 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste.....	109
Tabla 75 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la Intersección.....	109
Tabla 76 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la Intersección	110
Tabla 77 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección	111
Tabla 78 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Oeste de la Intersección	111
Tabla 79 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Sur de la Intersección	112
Tabla 80 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Este de la Intersección	112
Tabla 81 Comparación de los indicadores de eficiencia en la intersección	112
Tabla 82 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	175
Tabla 83 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	176
Tabla 84 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	177
Tabla 85 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	178
Tabla 86 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	179

Tabla 87 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	180
Tabla 88 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	181
Tabla 89 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	182
Tabla 90 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	183
Tabla 91 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	184
Tabla 92 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	185
Tabla 93 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	186
Tabla 94 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	187
Tabla 95 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	188
Tabla 96 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	189
Tabla 97 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	190

Tabla 98 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	191
Tabla 99 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	192
Tabla 100 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	193
Tabla 101 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	194
Tabla 102 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	195
Tabla 103 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	196
Tabla 104 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	197
Tabla 105 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	200
Tabla 106 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	201
Tabla 107 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	202
Tabla 108 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	203

Tabla 109 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	206
Tabla 110 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	207
Tabla 111 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	208
Tabla 112 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	209
Tabla 113 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	212
Tabla 114 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	213
Tabla 115 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	214
Tabla 116 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	215
Tabla 117 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	218
Tabla 118 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	219
Tabla 119 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	220

Tabla 120 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	221
Tabla 121 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	224
Tabla 122 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	225
Tabla 123 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	226
Tabla 124 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	227
Tabla 125 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	230
Tabla 126 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	231
Tabla 127 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	232
Tabla 128 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	233
Tabla 129 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	236
Tabla 130 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	237

Tabla 131 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	238
Tabla 132 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	239
Tabla 133 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	242
Tabla 134 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	243
Tabla 135 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	244
Tabla 136 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	245
Tabla 137 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	248
Tabla 138 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	249
Tabla 139 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	250
Tabla 140 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	251
Tabla 141 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	254

Tabla 142 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	255
Tabla 143 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	256
Tabla 144 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	257
Tabla 145 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	260
Tabla 146 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	261
Tabla 147 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	262
Tabla 148 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	263
Tabla 149 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	266
Tabla 150 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.	267
Tabla 151 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.	268
Tabla 152 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	269

Tabla 153 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	272
Tabla 154 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	273
Tabla 155 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	274
Tabla 156 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	275
Tabla 157 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.....	278
Tabla 158 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.....	279
Tabla 159 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.....	280
Tabla 160 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.	281

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo lineal de Greenshields. Velocidad vs. Densidad	38
Figura 2 Modelo lineal de Greenshields. Volumen vs. densidad	39
Figura 3 Modelo lineal de Greenshields. Volumen vs. velocidad	40
Figura 4 Intersección de Tres ramas.....	44
Figura 5 Intersección de cuatro ramas o intersección en cruz	45
Figura 6 Puntos de conflicto en intersección de cuatro ramas	45
Figura 7 Curvas de llegada A (t) y salida D (t).	52
Figura 8 Demoras entre vehículos	53
Figura 9 Salidas intermitentes. Caso de una intersección controlada por semáforo. Demanda baja.....	54
Figura 10 Salidas intermitentes. Caso de una intersección controlada por semáforo. Demanda alta.....	54
Figura 11 Cámaras GoPro	58
Figura 12 Cámaras GoPro sobre trípodes metálicos	59
Figura 13 Powers Bank en trípodes metálicos	59
Figura 14 Sistema inalámbrico de intercom	60
Figura 15 Observador en la cámara 1.....	60
Figura 16 Observador en la cámara 2.....	61
Figura 17 Observador en la cámara 3.....	61
Figura 18 Identificación de los accesos de la Intersección entre Av. las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida.	62
Figura 19 Identificación de los semáforos de la Intersección entre Av. las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida.	62
Figura 20 Fases de semáforos de la Intersección entre Avenida las Americas y calle 26 de la Ciudad de Mérida	63
Figura 21 Croquis de Intersecciones próximas a la intersección en estudio.	64
Figura 22 Ubicación de las cámaras en la intersección con su ángulo de visión e identificación de los semáforos.	65
Figura 23 Ángulo de visión de las cámaras en la intersección.	66
Figura 24 Vista desde la cámara 1 hacia la intersección	67
Figura 25 Vista desde la cámara 2 hacia la intersección	67
Figura 26 Vista desde la cámara 3 hacia la intersección	68

Figura 27 Sincronización de los videos en una misma pantalla	69
Figura 28 Vehículos detenidos por horas de medición del lunes, acceso hacia el Norte de la intersección	114
Figura 29 Vehículos detenidos por horas de medición del día martes, acceso hacia el Norte de la intersección.....	114
Figura 30 Vehículos detenidos por horas de medición del miércoles, acceso hacia el Norte de la intersección	115
Figura 31 Vehículos detenidos, por horas de medición del jueves, acceso hacia el Norte de la intersección	116
Figura 32 Vehículos detenidos, durante las horas del día viernes, acceso hacia el Norte de la intersección	116
Figura 33 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Norte ...	117
Figura 34 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Norte.....	118
Figura 35 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Oeste...	119
Figura 36 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Oeste	119
Figura 37 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Sur.....	120
Figura 38 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Sur	120
Figura 39 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Este	121
Figura 40 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Este	122
Figura 41 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Norte.....	123
Figura 42 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Oeste.....	123
Figura 43 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Sur.....	124
Figura 44 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Este	125
Figura 45 Demora total por horas, el día lunes, Acceso hacia el Norte.....	126
Figura 46 Demora total por horas, el día martes, Acceso hacia el Norte.	127
Figura 47 Demora total por horas, el día miércoles, Acceso hacia el Norte.	127

Figura 48 Demora total durante las horas del día jueves, Acceso hacia el Norte	128
Figura 49 Demora total durante las horas del día viernes, Acceso Norte	129
Figura 50 Demora total en cada día de la semana, acceso hacia el Norte de la intersección.	130
Figura 51 Demora total en cada día de la semana, acceso Oeste de la intersección	130
Figura 52 Demora total en cada día de la semana, acceso hacia el Sur de la intersección	131
Figura 53 Demora total en cada día de la semana, acceso Este de la intersección	132
Figura 54 Demora promedio por vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Norte.	133
Figura 55 Demora promedio por vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Oeste	133
Figura 56 Demora promedio vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Sur	134
Figura 57 Demora promedio vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Este	134
Figura 58 Volumen vs Longitud de cola, día lunes en el acceso hacia el Norte	136
Figura 59 Volumen vs Longitud de cola, día martes en el acceso hacia el Norte	136
Figura 60 Volumen vs Longitud de cola, día miércoles en el acceso hacia el Norte	137
Figura 61 Volumen vs Longitud de cola, jueves en el acceso hacia el Norte	137
Figura 62 Volumen vs Longitud de cola, viernes en el acceso hacia el Norte	138
Figura 63 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Norte	139
Figura 64 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Oeste	139
Figura 65 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Sur	140
Figura 66 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Este	140
Figura 67 Volumen vs Demora total en cola lunes en el acceso hacia el Norte	141
Figura 68 Volumen vs Demora total en cola día martes en el acceso hacia el Norte	141
Figura 69 Volumen vs Demora total en cola día, miércoles en el acceso hacia el Norte	142
Figura 70 Volumen vs Demora total en cola jueves en el acceso hacia el Norte	142
Figura 71 Volumen vs Demora total en cola día viernes en el acceso hacia el Norte	143
Figura 72 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Norte	143
Figura 73 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Oeste	144
Figura 74 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Sur	144
Figura 75 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Este	145
Figura 76 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Norte	145
Figura 77 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Oeste	146

Figura 78 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Sur.....	146
Figura 79 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Este	147
Figura 80 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso hacia el Norte de la intersección.	148
Figura 81 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso hacia el Norte de la intersección.	149
Figura 82 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso hacia el Oeste de la intersección.	150
Figura 83 Gráfico de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso hacia el Oeste de la intersección.	151
Figura 84 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso Oeste de la intersección.	152
Figura 85 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso Sur de la intersección.	153
Figura 86 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso Este de la intersección.....	154
Figura 87 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso Este de la intersección.	155
Figura 88 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Norte	156
Figura 89 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Oeste	157
Figura 90 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Sur	157
Figura 91 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Este	158
Figura 92 Proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Norte	159
Figura 93 Proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Oeste.....	159
Figura 94 Proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Sur	160
Figura 95 Proporción de vehículos detenidos en el acceso Este	160
Figura 96 Demora por control durante los días de la semana, acceso hacia el Norte.....	161
Figura 97 Demora por control durante los días de la semana, acceso hacia el Oeste.....	161
Figura 98 Demora por control durante los días de la semana, acceso hacia el Sur.....	162
Figura 99 Demora por control durante los días de la semana, acceso Este	163

Figura 100 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo en cada acceso de la intersección en estudio.	163
Figura 101 Porcentaje de vehículos detenidos en cada acceso de la intersección	164
Figura 102 Demoras por control en cada acceso de la intersección	165
Figura 103 Vehículos detenidos, durante las horas del día, Lunes, Acceso hacia el Oeste....	198
Figura 104 Demora total, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Oeste	198
Figura 105 Volumen vs Longitud de cola del día Lunes, en el acceso hacia el Oeste	199
Figura 106 Volumen vs Demora total del día Lunes, en el acceso hacia el Oeste	199
Figura 107 Vehículos detenidos, durante las horas del día, martes, Acceso hacia el Oeste...	204
Figura 108 Demora total, por horas del día Martes, Acceso hacia el Oeste.....	204
Figura 109 Volumen vs Longitud de cola del día martes, en el acceso hacia el Oeste	205
Figura 110 Volumen vs demora total del día martes, en el acceso hacia el Oeste	205
Figura 111 Vehículos detenidos, durante las horas del día Miércoles, Acceso hacia el Oeste.	210
Figura 112 Demora total, por horas del día Miércoles, Acceso hacia el Oeste	210
Figura 113 Volumen vs Longitud de cola del día Miércoles, acceso hacia el Oeste	211
Figura 114 Volumen vs demora total del día Miércoles, acceso hacia el Oeste.....	211
Figura 115 Vehículos detenidos, durante las horas del día, Jueves, Acceso hacia el Oeste. .	216
Figura 116 Demora total, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Oeste.....	216
Figura 117 Volumen vs Longitud de cola, día jueves, en el acceso hacia el Oeste	217
Figura 118 Volumen vs Demora total, día jueves, en el acceso hacia el Oeste	217
Figura 119 Vehículos detenidos, durante las horas del viernes, Acceso hacia el Oeste.....	222
Figura 120 Demora total, por horas del día Viernes, Acceso hacia el Oeste.	222
Figura 121 Volumen vs Longitud de cola, día viernes, en el acceso hacia el Oeste	223
Figura 122 Volumen vs demora total, día viernes, en el acceso hacia el Oeste	223
Figura 123 Vehículos detenidos, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Sur.....	228
Figura 124 Demora total, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Sur	228
Figura 125 Volumen vs Longitud de cola del día Lunes, acceso hacia el Sur	229
Figura 126 Volumen vs Demora total del día Lunes, acceso hacia el Sur	229
Figura 127 Vehículos detenidos, durante las horas del día, martes, Acceso hacia el Sur.	234
Figura 128 Demora total, por horas del día Martes, Acceso hacia el Sur	234
Figura 129 Volumen vs Longitud de cola del día Martes, acceso hacia el Sur.....	235
Figura 130 Volumen vs Demora total del día Martes, acceso hacia el Sur	235
Figura 131 Vehículos detenidos, durante las horas del día miércoles, Acceso hacia el Sur. .	240

Figura 132	Demora total, por horas del día miércoles, Acceso hacia el Sur	240
Figura 133	Volumen vs Longitud de cola del día Miércoles, acceso hacia el Sur	241
Figura 134	Volumen vs Longitud de cola del día Miércoles, acceso hacia el Sur	241
Figura 135	Vehículos detenidos, durante las horas del día, Jueves, Acceso hacia el Sur.	246
Figura 136	Demora total, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Sur.....	246
Figura 137	Volumen vs Longitud de cola del día Jueves, acceso hacia el Sur	247
Figura 138	Volumen vs Demora total del día Jueves, acceso hacia el Sur	247
Figura 139	Vehículos detenidos, durante las horas del día viernes, Acceso hacia el Sur.....	252
Figura 140	Demora total, por horas del día viernes, Acceso hacia el Sur.	252
Figura 141	Volumen vs Longitud de cola del día viernes, acceso hacia el Sur	253
Figura 142	Volumen vs Demora total del día viernes, acceso hacia el Sur	253
Figura 143	Vehículos detenidos, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Este	258
Figura 144	Demora total, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Este.....	258
Figura 145	Volumen vs Longitud de cola del día Lunes, acceso hacia el Este	259
Figura 146	Volumen vs Demora total en cola del día Lunes, acceso hacia el Este	259
Figura 147	Vehículos detenidos, durante las horas del día, martes, Acceso hacia el Este.	264
Figura 148	Demora total, por horas del día Martes, Acceso hacia el Este	264
Figura 149	Volumen vs Longitud de cola del día martes, acceso hacia el Este.....	265
Figura 150	Volumen vs Demora del día Martes, acceso hacia el Este	265
Figura 151	Vehículos detenidos, durante las horas del día miércoles, Acceso hacia el Este.	270
Figura 152	Demora total, por horas del día miércoles, Acceso hacia el Este.....	270
Figura 153	Volumen vs Longitud de cola del día miércoles, acceso hacia el Este.....	271
Figura 154	Volumen vs Demora total del día miércoles, acceso hacia el Este	271
Figura 155	Vehículos detenidos, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Este.	276
Figura 156	Demora total, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Este	276
Figura 157	Volumen vs Longitud de cola del día jueves, acceso hacia el Este.....	277
Figura 158	Volumen vs Demora total del día jueves, acceso hacia el Este	277
Figura 159	Vehículos detenidos, durante las horas del viernes, Acceso hacia el Este	282
Figura 160	Demora total, por horas del día Viernes, Acceso hacia el Este.....	282
Figura 161	Volumen vs Longitud de cola del día viernes, acceso hacia el Este	283
Figura 162	Volumen vs Demora total del día viernes, acceso hacia el Este	283

COMPORTAMIENTO DE LAS LONGITUDES DE COLAS Y DEMORAS EN UNA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA.

Autor: Ing. Irmara A. Peña C.

Tutora: MSC. Mary Isabel Díaz G

Fecha: Mérida, octubre de 2025

RESUMEN

El comportamiento de longitudes de colas y demoras en una intersección semaforizada permite analizar e identificar las posibles deficiencias del sistema vial, para así proponer soluciones que garanticen el confort de los usuarios al minimizar los retrasos en sus tiempos de viaje. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar dichos parámetros, con la finalidad de obtener indicadores que permitan determinar la eficiencia de la intersección. El enfoque del estudio fue del tipo cuantitativo con un diseño no experimental, ya que se midieron longitudes de colas y demoras directamente en el sitio. Para ello, se utilizó el método de filmación, en una intersección semaforizada de cuatro ramas, entre la Avenida las Américas y la calle 26 de la ciudad de Mérida, Estado Mérida, Venezuela. Las observaciones se hicieron durante cuatro horas del día y cinco días de la semana. Posteriormente se realizó el trabajo de oficina, donde se aplicó la técnica de entrada y salida para registrar los datos y obtener las demoras totales por tiempo en cola. Los resultados arrojaron que las longitudes de cola y demoras se comportan de forma similar en determinadas horas del día, así como en algunos días de la semana. Por otra parte, se obtuvo que la cantidad de vehículos detenidos es significativa para cada uno de los accesos, generando una alta proporción con relación a los vehículos que llegan a la intersección. Sin embargo, la máxima longitud de cola se disipó en más del 90% de los ciclos, durante el intervalo verde del semáforo. Este porcentaje representa uno de los indicadores de eficiencia del estudio. Por otra parte, al determinar las demoras totales fue posible calcular las demoras promedio por vehículo detenido, donde sus rangos mostraron que los vehículos permanecían detenidos en la mayor parte del intervalo rojo. Igualmente, se calcularon las demoras por control como otro indicador de eficiencia que valoró el nivel de servicio de la intersección entre E y D debido a las altas demoras obtenidas. Esto demuestra que al analizar longitudes de colas y demoras se pudo determinar que la intersección no trabaja eficientemente. A pesar de que el intervalo verde del semáforo si resultó ser suficiente para disipar las colas, existen otros factores que aumentan las demoras como el alto número de vehículos detenidos a causa de progresiones desfavorables en dos de los accesos, problemas en el diseño geométrico que afecta en la capacidad de uno de los accesos y una longitud de ciclo que puede perjudicar a la intersección en general. Como solución, puede ser conveniente la sincronización de semáforos cercanos a la intersección, que los accesos trabajen con la capacidad que fueron diseñados y plantear una longitud del ciclo de menor duración.

Palabras Claves: Longitudes de cola, demoras totales, demoras promedio por vehículo detenidos, demoras por control, eficiencia de la intersección, disipación de la máxima longitud de cola, nivel de servicio.

INTRODUCCIÓN

La longitud de cola es un parámetro relevante en el análisis de intersecciones reguladas por semáforos, ya que permite determinar situaciones en las que existe una acumulación significativa de vehículos, que se detienen en cola durante el intervalo rojo del semáforo y que en ocasiones no es posible disipar en un solo ciclo. Debido a esto, los usuarios perciben demoras en sus tiempos de viaje, generando a su vez deficiencias en el sistema vial.

Por esta razón, estudiar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras en una intersección semaforizada resulta fundamental para reducir los retrasos en los desplazamientos de los usuarios y en optimizar el funcionamiento de los dispositivos de control. De esta manera, se evitan las molestias en los conductores, se ahorra el consumo de combustible y se garantiza que la circulación del tránsito en las intersecciones sea lo más segura y fluida posible.

El presente estudio se basa en la medición directa en campo de las longitudes de colas y demoras que se generan en una intersección semaforizada. Las observaciones y registros se realizan durante las diferentes horas del día y en distintos días de la semana, abarcando cada uno de los accesos que conforman la intersección. Este enfoque permite efectuar un análisis detallado de las colas y demoras en función de las variaciones temporales, con la finalidad de obtener indicadores que permitan evaluar la eficiencia de la intersección. Dichos indicadores se fundamentan en la disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo de verde, así como en las demoras por control, que permiten estimar el nivel de servicio de la intersección.

La investigación se presenta en 5 capítulos estructurados de la siguiente manera:

Capítulo I: comprende el planteamiento del problema a estudiar en las intersecciones reguladas por semáforos, se indican los objetivos tanto generales como específicos. Además, de la justificación del por qué es importante la investigación, el alcance y la hipótesis.

Capítulo II: lo conforman los antecedentes y fundamentación teórica sobre la cual se desarrolla la investigación.

Capítulo III: desarrolla el enfoque y diseño de la investigación. Además, establece la población y muestra sobre la cual se realizará el estudio y describe las variables a estudiar. Por otra parte, se mencionan los instrumentos y/o métodos utilizados para medir las demoras y longitudes de colas, así como el procesamiento de datos detallado con cada formato de tabla a utilizar en el capítulo IV. Por último, se mencionan las técnicas de análisis que se emplearán en el capítulo V.

Capítulo IV: aplica el procedimiento explicado en el capítulo anterior para la recolección de datos, se realizan los cálculos necesarios y los resultados se muestran de forma tabulada.

Capítulo V: se compone por los análisis de los gráficos de longitudes de colas y demoras generados a partir de los resultados tabulados en el capítulo anterior.

Por último, se presentan las conclusiones, donde se destaca la relevancia del estudio y se exponen los resultados en función de los objetivos establecidos. Además, se proponen recomendaciones pertinentes relacionadas a temas para investigaciones futuras.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

En este apartado se presentan los elementos que definen el problema de investigación. El mismo se compone del planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, la justificación y el alcance.

1.1 Planteamiento del Problema

El crecimiento de las poblaciones y la necesidad de movilización para su desarrollo socioeconómico y cultural han generado un incremento en la utilización del vehículo automotor. Debido a esto, constantemente deben proyectarse redes de calles y carreteras, en entornos urbanos y rurales. En las ciudades, comúnmente se cruzan dos o más vías conformando las intersecciones y, existe mayor interacción entre los vehículos, por lo que es necesario el uso de dispositivos de control ubicados en dichas intersecciones, que permitan regular el tránsito. Como resultado, los vehículos se ven obligados a reducir su velocidad y en ocasiones a detenerse mientras esperan en cola, para poder pasar la intersección. Por lo tanto, los usuarios que desean desplazarse de un lugar a otro perciben una demora, incrementando sus tiempos de viajes.

En el caso de las intersecciones reguladas por semáforos, las salidas de los vehículos son intermitentes, ya que por medio de un intervalo de rojo se impide la salida del flujo de tráfico donde los vehículos se detienen y esperan en cola; luego durante un intervalo de verde, se opera en forma continua. Por esta razón, existe una demora causada por el tiempo de detención durante el ciclo del semáforo. Mientras transcurre el intervalo de verde, la cola puede ser disipada o no, según la demanda de vehículos (Andueza, 2013). Si la demanda es mayor al volumen de vehículos que el semáforo puede atender, se genera una congestión vehicular.

Es importante resaltar que, el semáforo cumple una función de control para evitar accidentes entre los vehículos que realizan movimientos conflictivos y, por lo tanto, su uso es de gran relevancia. No obstante, se deben evaluar las condiciones de uso para que el impacto de su colocación sea lo más pequeño posible. Andueza (2013), establece que la teoría de colas estudia el fenómeno de la formación de las colas y las demoras que se genera cuando un servicio no puede atender inmediata y simultáneamente a todos los usuarios que pretenden ser atendidos. En el caso de una intersección semaforizada, los usuarios serían los vehículos que pretenden ser servidos durante un tiempo, que pudiera no ser suficiente para despejar los accesos de la intersección. Es allí donde el Ingeniero de tránsito debe emplear los métodos de análisis pertinentes para la evaluación del problema.

La ingeniería de tránsito trabaja para garantizar la eficiencia en el sistema vial. Por esta razón, es importante estudiar los tiempos de demoras y las longitudes de colas en las vías de interés. Dichas variables están relacionadas con la eficiencia del sistema. Es fundamental que los desplazamientos vehiculares se realicen de forma fluida y segura. Debido a ello, se debe evaluar el comportamiento de estos parámetros, con la finalidad que los retrasos inducidos a los usuarios y las influencias negativas al ambiente urbano sean mínimas.

Dada la importancia que tiene el análisis de estos parámetros en la eficiencia del sistema vial, se plantea evaluar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras de una intersección semaforizada con fases predeterminadas por la que transita un flujo vehicular significativo con llegadas aleatorias durante las diferentes horas del día y los días de la semana. En dicha intersección se cruzan la Avenida las Américas con la calle 26, ubicadas en la ciudad de Mérida, Venezuela. En función de lo anteriormente descrito se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué tan altas son las demoras y longitudes de colas en la intersección en estudio?

¿Cuál es la variación de las demoras y longitudes de colas durante las horas del día y días de la semana?

¿Las demoras y longitudes de colas por accesos son similares?

¿Qué tan eficiente está trabajando la intersección en estudio?

Estas son las preguntas que se desean responder con el desarrollo del presente proyecto investigativo.

1.2 Objetivos de la Investigación

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos que se deben cumplir con la presente investigación.

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras en una intersección semaforizada.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Medir longitudes de colas y demoras en el periodo de estudio, en la intersección seleccionada.

- Comparar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras entre las horas del día.
- Analizar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras en diferentes días de la semana.
- Estudiar la disipación de la máxima longitud de cola por ciclo del semáforo, durante los días de la semana.
- Obtener indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan medir la eficiencia de la intersección en estudio.

1.3 Justificación

En vías de circulación discontinua las detenciones y los cambios de velocidad de los vehículos forman parte de lo habitual. En intersecciones reguladas por semáforos, los vehículos se detienen en el intervalo de rojo y continúan operando durante el intervalo de verde. Sin embargo, cuando la demanda supera el volumen que puede ser atendido en el intervalo de verde, parte de los vehículos deben esperar en cola durante otras fases de verde, induciendo retrasos en los tiempos de los usuarios.

La demanda de vehículos que puede llegar a una intersección es variable y depende del tránsito que circula por las vías que se cruzan. Esto, está relacionado con el uso del suelo de dichas vías, que puede generar distintos viajes durante las horas del día y en los días de la semana. Es por ello, que en los estudios de tránsito se deben realizar mediciones de campo en diferentes periodos del día y en los días de semanas típicas, con la finalidad de observar el comportamiento recurrente del tráfico y medir los parámetros que ocasionan un déficit en el sistema, como lo son las longitudes de colas y demoras.

Ante la presencia de largas colas se afecta severamente las condiciones de la vida urbana, que hacen deficiente el uso del sistema vial. Se genera ruido en el ambiente y contaminación en el aire. Además, las demoras ocasionadas a los usuarios de la vía causan pérdida de tiempo y mayores costos operacionales. Todos estos factores generan molestias a los usuarios y, es por esta razón que se deben realizar los estudios y análisis pertinentes, para disminuir estos problemas, que son tan comunes hoy día en las ciudades.

Debido a ello, es primordial en los estudios de tránsito, evaluar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras en vías en flujo interrumpido, las cuales se generan durante los días de la semana y en las diferentes horas del día. De esta forma, es posible evaluar la eficiencia del sistema vial. Esto se puede lograr por medio de indicadores cuantitativos y cualitativos, que

permitan estimar el desalojo parcial o total de cada uno de los accesos en cada ciclo del semáforo, así como el nivel de servicio, enfocándose en ellos cuando se trabaje en alternativas de mejoramiento.

1.4 Alcance

La presente investigación pretende evaluar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras de los cuatro accesos de una intersección semaforizada, donde se cruzan la Avenida las Américas con la calle 26, en un horario comprendido desde las 9:00 a.m. y la 1:00 p.m., durante cinco días de la semana. Es una intersección a nivel que trabaja bajo la operación de semáforos predeterminados, ubicada en la ciudad de Mérida, Venezuela.

1.5 Hipótesis

La eficiencia de la intersección regulada por semáforos predeterminados disminuye con un incremento de las demoras y longitudes de colas generadas por los distintos volúmenes vehiculares presentes en la intersección durante las horas del día y los días de la semana.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se exponen los aportes realizados por otros investigadores relacionados con el tema en estudio. De igual manera, se hace énfasis en los fundamentos teóricos de mayor relevancia que serán necesarios para abordar dicha investigación.

2.1 Antecedentes

La presente investigación pretende evaluar el comportamiento de longitudes de colas y demoras en una intersección semaforizada. Por esta razón, es necesario tener referencia de los estudios más recientes relacionados con dichas variables.

González y Salpuveda (2010), plantearon como objetivo en su trabajo de investigación: proponer una programación en los tiempos de los semáforos en una intersección de la ciudad de Pereira, Colombia, que mejore el proceso de movilidad vehicular. Directamente en campo midieron los tiempos de ciclos de semáforos, las entradas y salidas de vehículos, a distintas horas del día y todos los días de la semana, a excepción del domingo. El enfoque metodológico consistió en una simulación del sistema por medio del software Promodel, tomando en cuenta cada intersección con sus semáforos y colas promedios. En la segunda fase se aplicó un modelo analítico de la teoría de colas, con el objetivo de determinar el flujo vial. La tercera fase se basó en validar el modelo de simulación para comprobar si pudiese evaluar las propuestas que mejorarían el sistema. Finalmente, concluyeron que por medio de la teoría de colas no fue posible validar el modelo porque las entradas al sistema superaban las tasas de servicio, y las ecuaciones en función de estas variables arrojaban valores negativos. Por ende, se utilizó el modelo planteado en la primera fase para proponer y evaluar las mejoras en el sistema. Dichas mejoras, fueron aplicadas en variables que pueden ser controlables, por ejemplo: los tiempos en el ciclo del semáforo. Esta investigación proporciona como aporte, la manera de aforar el tránsito y muestra lo funcional que es la simulación del tránsito para proponer mejoras en las longitudes de colas y demoras que ocurren en las intersecciones.

Ramírez (2019), analizo el comportamiento de una intersección semaforizada en Lima mediante modelos determinísticos. Su metodología consistió en definir una intersección semaforizada en la ciudad de Lima y establecer su periodo de estudio en una hora con intervalos de 15 minutos. La recolección de datos la hizo por medio de la cámara de video, ubicando dos cámaras en las terrazas de unos edificios para poder registrar todo el comportamiento de la cola en cada uno de los accesos de la intersección. Adicionalmente midió in situ el tiempo de duración del ciclo y las fases de cada semáforo. Para procesar los datos utilizó la estadística descriptiva

donde agrupo y ordeno la información por medio de gráficos de barras. Por otra parte, dentro de su investigación aplica ecuaciones de la teoría de colas para analizar el fundamento teórico con lo que fue observado en campo. Finalmente concluye que el modelo determinístico utilizado solo se basa en calcular el parámetro deseado, es decir, la longitud de cola, sin tomar en cuenta diversos factores que pueden ocurrir en campo. Por lo tanto, la longitud de cola calculada no coincide con lo medido en campo, que se ve fuertemente influenciado por el comportamiento de los conductores e incrementa notablemente las demoras que pueden ocurrir en cada uno de los accesos. Todo esto conlleva, que a lo largo de cada ciclo el número de vehículos que cruza la intersección no es el mismo, ya que se desarrollan diferentes eventos que dificultan el flujo normal de los vehículos. Dicha investigación muestra la importancia de realizar estudios de tránsito con información medida directamente en campo y ver cuáles son las eventualidades que puedan ocurrir en dicha intersección.

Singh, Ameen y Ahmand (2021), en su artículo de investigación determinaron las demoras en una intersección semaforizada de tres accesos y analizaron la variación en la longitud de la cola en la ciudad de Jaipur, en India. Dicha intersección presenta una alta demanda vehicular, debido a que sus accesos conducen a un gran número de establecimientos comerciales y residenciales. El aforo de vehículos lo realizaron por medio de la filmación, estableciendo dos periodos de medición. El primer periodo fue durante 3 horas de la mañana incluyendo parte de la hora pico. El segundo periodo fue por 2 horas de la tarde. Adicionalmente, midieron el tiempo de ciclo del semáforo en dicha intersección. Finalmente, una vez recogida toda la información, por medio de herramientas estadísticas expresa la situación del flujo vehicular en el sistema vial. El proceso de desaceleración y aceleración en la intersección se observa a través de gráficos de líneas. Los autores concluyen que las longitudes de cola comienzan a generarse en el momento que inicia el intervalo rojo del semáforo, tan pronto como la señal cambia a verde, los vehículos comienzan a moverse saliendo de la intersección a una velocidad normal. Pero es debido a la alta demanda de vehículos, que mientras se permite la tasa de salida comienza un conflicto entre vehículos, generando una disminución en la velocidad del resto de vehículos que vienen saliendo de la intersección. Evaluando cada situación, se pudo observar que la mayor demora ocurre por el tiempo de detención, seguidamente por el tiempo de aceleración y finalmente por el tiempo de desaceleración. Este artículo sirve de aporte en la investigación, en la manera como utiliza la estadística descriptiva para realizar sus análisis en el comportamiento de las longitudes de cola, velocidades y demoras en una intersección semaforizada.

Jithender y Mehar (2023), en su estudio plantean estimar la longitud de la cola en una intersección semaforizada en condiciones de tráfico sin canales. Se utilizó el método de filmación para recopilar datos de campo durante diferentes horas del día. La grabación se realizó durante 6 horas en intersecciones de 4 y 3 accesos respectivamente, entre la mañana y la tarde. La longitud de la cola se observó directamente en campo durante cada ciclo. Los tiempos de ciclo del semáforo y la velocidad de aproximación a la intersección fueron observados en campo. Adicionalmente calculan la longitud de colas por medio de la teoría de colas explicada por Anokye et al., (2013). Finalmente, comparan los resultados medidos en campo con los estimados teóricamente donde concluyen que, para una composición del tráfico mixto, estos métodos teóricos están muy por encima de la realidad observada en campo. Por esta razón, con prueba y error, proponen un modelo de mejor ajuste que proporciona una predicción precisa de la longitud de cola. Es un modelo de regresión multivariable, en función de los diferentes factores que influyen en la longitud de colas, que posteriormente fue validado por medio de información de campo de otras 3 intersecciones. El aporte de esta investigación se basa en que no es recomendable aplicar teorías de colas con condiciones diferentes a las observadas y medidas en campo. Es necesario, aportar nuevos modelos que se ajusten al comportamiento real del tráfico.

Dugarte y Peña (2024), evaluaron la longitud del ciclo del semáforo en una intersección semaforizada en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela. La metodología utilizada se basó en las teorías descritas por el Highway Capacity Manual 2010 (HCM), así como en los enfoques metodológicos de Andueza y otros autores reconocidos en el ámbito del análisis de tráfico. Como técnica de recolección de datos emplearon el procedimiento de filmación y luego en el procesamiento de la información determinaron la hora pico, tiempos de arranque, flujo de saturación, rata horaria de flujo y la relación v/s para la obtención de los canales críticos. Una vez determinados los parámetros correspondientes para el análisis de la intersección en estudio calcularon la longitud de ciclo con un enfoque hacia un tránsito más fluido. Finalmente lograron comparar la longitud del ciclo existente y la duración de las fases con los valores teóricos. De allí observaron discrepancias significativas que revelan ineficiencias operativas. Por ende, plantean alternativas sobre el uso de los tiempos de fases existentes en la intersección, con la finalidad de optimizar aún más su funcionamiento. El aporte de la investigación se basa en el análisis de uno de los parámetros que rige el comportamiento de la misma intersección de la ciudad de Mérida que se estudiara en el presente trabajo.

2.2 Bases Teóricas y conceptuales

Para el avance de esta investigación es necesario definir algunos fundamentos teóricos involucrados con el tema en estudio, que orientan el desarrollo del objetivo y la metodología propuesta.

2.2.1 Ingeniería de tránsito

Con relación a este concepto, Radelat (2003) enuncia que la ingeniería de tránsito es una rama de la ingeniería, que por ser una profesión de carácter tecnológico aplica diferentes estudios y métodos de análisis para evaluar el comportamiento del tráfico, determinar los posibles problemas y dar solución a los mismos. Su objetivo se basa en garantizar la seguridad en la movilidad de los peatones y vehículos por vías terrestres, incluyendo todo lo que se pueda ver afectado por el tráfico vehicular, así como en trabajar por la eficiencia del sistema vial controlando los factores económicos, personales y ambientales.

Los elementos básicos que componen la ingeniería del tránsito son:

- El usuario: conductores, peatones, ciclistas, y pasajeros.
- El vehículo: privado, público y comercial.
- La vialidad: calles y carreteras.
- Los dispositivos de control: marcas, señales y semáforos.
- El medio ambiente en general.

Para lograr su objetivo, es importante que el sistema vial opere bajo condiciones de flujo estable, por lo tanto, debe dar soluciones a situaciones de flujo sobresaturado. Para conocer si se está operando de una u otra manera, se deben comparar la demanda y las ofertas viales. Por esta razón, es importante conocer estos conceptos. La demanda vial es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial. Mientras que, la oferta vial está vinculada con la capacidad, es decir, representa la cantidad máxima de vehículos que puede desplazarse dentro de un espacio físico. En el momento en que la demanda vial es mayor que la oferta vial, se genera un flujo sobresaturado, instante en el que ocurre la congestión vehicular.

La ingeniería de tránsito, se considera una profesión dinámica y cambiante, debido a la evolución de la ciencia y del vehículo automotor, por ello deben emplear metodologías actualizadas que le permitan llevar a cabo los análisis de planeamiento, diseño y operación de la circulación de vehículos por calles y carreteras. Del mismo modo, hace uso de leyes matemáticas, probabilidades, física y otros medios científicos, con la finalidad de racionalizar la información obtenida de los estudios de tránsito. De esta manera, es posible obtener modelos

simbólicos que representan la forma en que circulan las corrientes vehiculares por los distintos tipos de vía.

El ingeniero de tránsito debe interesarse en conocer las variables fundamentales de la corriente del tránsito, conocidas como variables microscópicas y variables macroscópicas. Las primeras están referidas a la relación individual de los vehículos entre sí, mientras que las segundas se enfocan en un grupo de vehículos. Las variables macroscópicas son el volumen, la densidad y la velocidad, existiendo una relación fundamental entre ellas. Por esta razón, conocerlas es elemental en la evaluación del comportamiento del tráfico.

2.2.2 Variables macroscópicas

La velocidad puede definirse como la relación que existe entre la distancia recorrida por un vehículo y el tiempo empleado en recorrerlo. Por otra parte, la densidad se relaciona con la cantidad de vehículos que hay en un tramo de carretera en un instante dado. Mientras que, el volumen, conocido también como intensidad, se refiere al número de vehículos que pasa a través de una sección fija de la carretera por unidad de tiempo.

La relación principal entre estas variables es conocida como la relación fundamental del flujo vehicular, se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$V = D \cdot U$$

Ec 1

Donde: V representa la intensidad o volumen, D es la densidad y U la velocidad. Al conocer dos de ellas, es posible determinar la tercera. El volumen es la variable más sencilla de medir en campo, siguiéndole la velocidad y por último la densidad. Los ingenieros de tránsito han hecho diversos estudios, buscando encontrar el mejor modelo matemático que pueda relacionar dichas variables y representar el comportamiento real de las corrientes de tránsito.

Uno de los primeros investigadores fue el ingeniero Greenshields, quien propuso una relación lineal entre la velocidad (U) y la densidad (D), como se muestra en la Figura 1. Se puede observar que la velocidad disminuye a medida que aumenta la densidad, desde un valor máximo conocido como velocidad de flujo libre (U_L) hasta un valor mínimo que puede ser igual a cero, donde la densidad alcanza su máximo valor (D_m) y ocurre la congestión.

La línea recta que representa la variación de la velocidad con la densidad se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$U = U_L - \left(\frac{U_L}{D_m} \right) \cdot D \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: U_L es la velocidad a flujo libre (km/h) , D_m es la densidad estática (veh/km/canal) y U es la velocidad (km/h) cuando la densidad de la corriente es D (veh/km/canal).

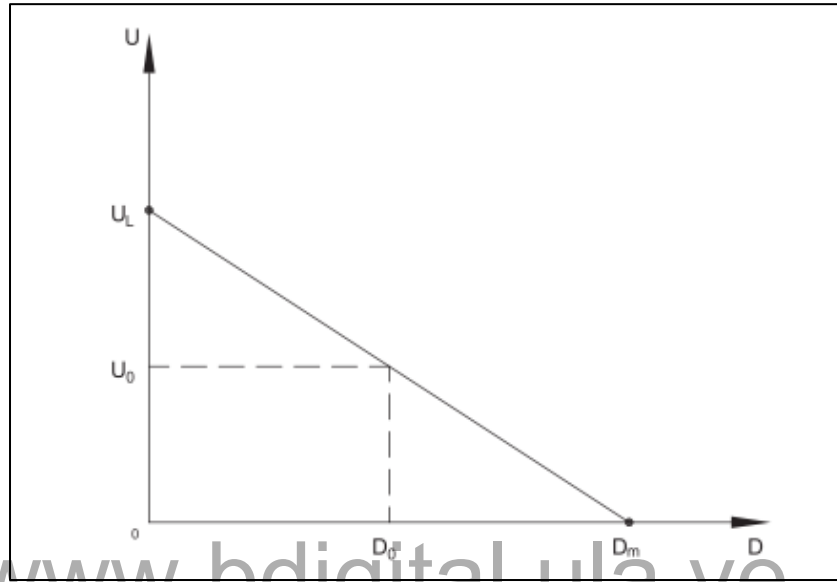


Figura 1 Modelo lineal de Greenshields. Velocidad vs. Densidad
Fuente: Andueza (2013). p.23.

Cal y Mayor & Cárdenas (2018) resaltan que en la práctica la densidad nunca tomara un valor igual a cero, por lo tanto, para que exista la velocidad a flujo libre (U_L) debe existir por lo menos un vehículo circulando en la vía a dicha velocidad. Bajo esta condición la densidad es tan baja que los vehículos pueden desplazarse libremente. En caso contrario, al presentarse la congestión, los vehículos se detienen unos detrás de otros.

Al combinar las Ec. 1 y Ec. 2 se obtiene la relación entre el volumen (V) y la densidad (D), por medio de una ecuación parabólica:

$$V = U_L \cdot D - \left(\frac{U_L}{D_m} \right) \cdot D^2 \quad \text{Ec. 3}$$

Donde: V es el volumen de tránsito (veh/h) cuando la densidad de la corriente es D (veh/km/canal). El comportamiento de este modelo puede observarse en la Figura 2, mostrando que cuando la densidad se aproxima a cero, el volumen también se aproxima a cero, lo que representa condiciones de circulación a flujo libre. Así mismo, cuando la densidad es

máxima, los vehículos se detienen uno tras otro y el volumen es cero. En el punto medio de los dos extremos mencionados anteriormente, se tiene la representación de la capacidad (C) de la vía. Al llegar a dicho punto, se opera bajo condiciones de volumen máximo, que posteriormente en lo que aumente la densidad, el volumen comienza a disminuir hasta llegar a la congestión.

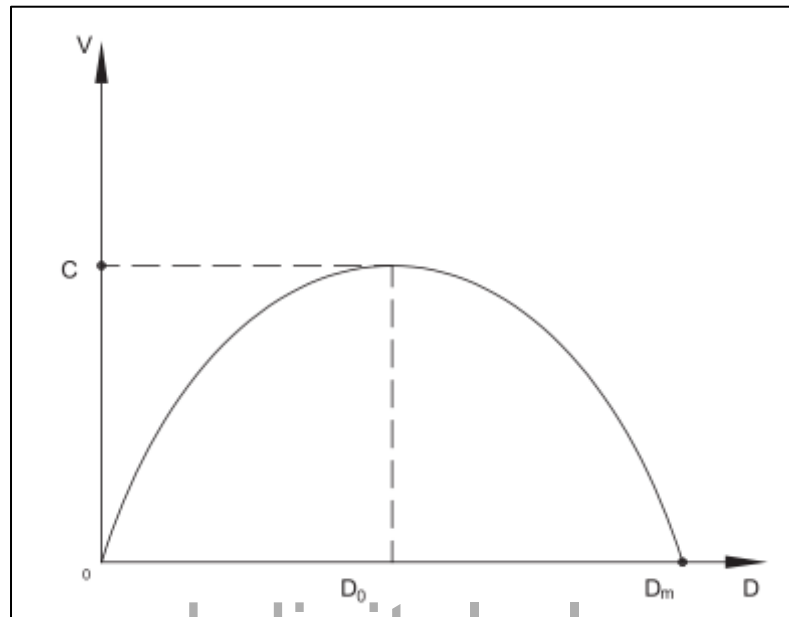


Figura 2. Modelo lineal de Greenshields. Volumen vs. densidad

Fuente: Andueza (2013). p.24.

Por otra parte, es posible encontrar una relación entre la velocidad y el volumen combinando las Ec.2 y Ec. 3, obteniendo otra expresión parabólica:

$$V = U \cdot D_m - \left(\frac{D_m}{U_L} \right) \cdot U^2 \quad \text{Ec. 4}$$

Donde: U es la velocidad (km/h) cuando el volumen es V (veh/h), dicho modelo es representado en la Figura 3, la cual muestra que a bajo volumen, los vehículos pueden circular a una velocidad a flujo libre (U_L) mencionada en casos anteriores, pero cuando el volumen se aproxima a la capacidad de la vía, la corriente vehicular hace que este se reduzca progresivamente junto con la velocidad, operando bajo un nivel de congestión.

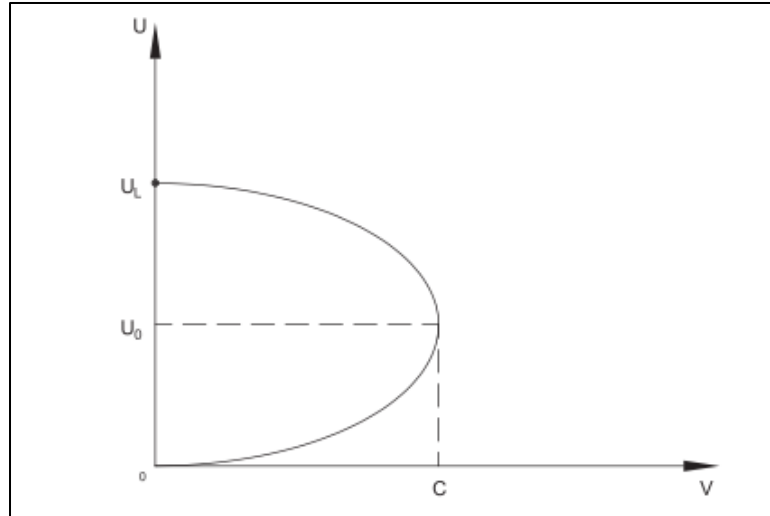


Figura 3 Modelo lineal de Greenshields. Volumen vs. velocidad
Fuente: Andueza (2013). p.25.

Finalmente se concluye que, la expresión que relaciona estas tres variables es la ecuación fundamental del tráfico, a partir de esta ecuación hemos visto la relación que existe entre las variables, donde la velocidad máxima o la velocidad en flujos libre se alcanza para una intensidad y densidad nulas. La velocidad mínima en flujo no saturado se alcanza cuando la intensidad es máxima, es decir, al alcanzar la capacidad de la vía. Por último, la densidad en congestión se alcanza cuando la intensidad es nula y consecuentemente también lo es la velocidad.

2.2.3 Volumen

Los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como carreteras, calles, accesos, intersecciones, entre otros, están sujetos a permitir el movimiento de vehículos, ciclista, pasajeros y/o peatones. Por esta razón, al momento de proyectar un sistema vial, la medición básica más importante en la ingeniería de tránsito es el conteo o aforo de cada uno de estos usuarios. Los conteos se realizan con la finalidad de estimar volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad que son cuatro parámetros fundamentales que se relacionan entre sí. Sin embargo, a pesar de que estas medidas se expresan en las mismas unidades o similares, no significan lo mismo.

El volumen representa el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico. Dicho parámetro difiere de la tasa de flujo que es la frecuencia con la que pasan dichos usuarios durante un tiempo específico menor a una hora (tasa horaria equivalente). La demanda son todos aquellos usuarios que desean viajar y pasan por un punto

en un tiempo específico. Por otra parte, la capacidad es el número máximo de vehículos o personas que puede pasar por un punto en un tiempo específico.

Para entender mejor esos conceptos Cal y Mayor & Cárdenas (2018), establecen que “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)” (p.169).

Cal y Mayor & Cárdenas (2018), expresan que los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de recopilar la información relacionada con movimientos de vehículos o personas en secciones específicas de un sistema vial en un tiempo determinado. Dependiendo del tiempo, el volumen puede expresarse en volúmenes anuales, mensuales, diarios, horarios o inferiores a la hora. Se debe obtener el que sea necesario según el estudio que se vaya a efectuar. Por esta razón, los aforos constituyen una muestra que puede ser desde pocos minutos hasta largos periodos de tiempo.

Dichos aforos pueden realizarse a partir de métodos manuales y métodos mecánicos. Los métodos manuales están a cargo de personas que se encuentren en el sitio de estudio y son de gran utilidad para conocer el volumen de los movimientos direccionales en las intersecciones, volúmenes por canales individuales y la composición vehicular. En el caso de estudios que requieran largos periodos de medición, es necesario utilizar dispositivos mecánicos y electrónicos que contabilicen y registren automáticamente los ejes de los vehículos.

En ocasiones se pueden realizar aforos combinando métodos manuales y mecánicos, donde los observadores se encargan de accionar en campo los contadores mecánicos. Por otra parte, se tienen técnicas modernas como el uso de cámaras fotográficas y de filmación, así como los equipos electrónicos adaptados a computadoras, que en la actualidad se utilizan frecuentemente en los estudios de tránsito.

Box & Oppenlander (1985), en su manual de estudios de ingeniería de tránsito explican los distintos métodos de medición de volúmenes, clasificados de la siguiente manera:

a. Aforos mecánicos.

Se realiza por medio de equipos mecánicos, instalados en sitios específicos que permite registrar datos de volumen en los periodos de interés. Este tipo de aforo es de gran aplicación en aquellos casos donde solo es necesario un simple conteo del número de vehículos. Dependiendo del tiempo de medición los contadores deben ser portátiles o permanentes.

- **Contadores mecánicos portátiles.**

Los equipos portátiles están constituidos por contadores que usan tubos neumáticos, los cuales transmiten impulsos de aire generados por el paso de los vehículos. Consisten en una manguera de hule flexible sujeta al pavimento en forma perpendicular a la dirección del tránsito en estudio, donde uno de los extremos se sella y el otro se conecta a un interruptor de presión. Con el paso de las ruedas de los vehículos sobre el tubo se desplaza un volumen de aire, que crea una presión en el interruptor. Cada dos impulsos se registran como un vehículo en el contador.

La ubicación de la manguera es importante, por lo que es necesario sujetar el contador ya sea a un árbol, poste o cualquier otro elemento fijo. Otra consideración, con respecto a su ubicación, es que debe estar alejada de curvas pronunciadas o expuestas a frenados o aceleración fuertes. Además, el pavimento debe ser lo suficientemente liso, para evitar un desperfecto en la manguera. En el caso de intersecciones, debe estar retirada de la misma unos 30 m. evitando la presencia de vehículos estacionados o parados sobre la manguera.

Este tipo de contador presenta una baja precisión, por lo que puede realizar un conteo menor en el caso que transiten dos vehículos simultáneamente en canales paralelos, o un conteo mayor en caso de vehículos con tres o cuatro ejes que crucen la manguera en diagonal. Otro problema es por su batería y el gran peso de algunos contadores. Además, no permiten detectar movimientos direccionales y clasificar a los vehículos.

- **Contadores mecánicos permanentes.**

Los contadores permanentes utilizan una gran variedad de detectores, entre ellos el tubo neumático, pero no es tan empleado en estaciones permanentes debido a sus limitaciones. En su lugar, se pueden usar las placas de contacto eléctrico que consiste en una base metálica, que tiene la capacidad de contar vehículos por canal. Por otra parte, se tienen las fotoceldas que detectan objetos o vehículos en el momento en que cruzan entre una fuente luminosa y una fotocelda, es un sistema muy simple y confiable, pero sus limitaciones se basan en la falta de precisión para altos volúmenes por canal.

Otro tipo de detector son aquellos equipos electrónicos que utilizan los radares, ellos trabajan comparando continuamente la frecuencia de la señal transmitida con la frecuencia de la señal recibida y al existir una diferencia entre ellas se detecta un vehículo en movimiento. Además, existe el detector que utiliza una onda ultrasónica que es generada por un diagrama vibrador, permitiendo identificar vehículos parados y en movimiento por medio de un sensor de

presencia. Ambos equipos, presentan ventajas porque no se deterioran con el paso del tránsito, son precisos y confiables. Sin embargo, sus costos iniciales y su mantenimiento son mayores que otros aparatos.

Todos estos detectores se encuentran ubicados en la estación de aforo mientras que los impulsos son transmitidos a una estación central, donde se realizan los registros. Los contadores permanentes también tienen sus limitaciones, similares a los contadores portátiles, por su incapacidad de clasificar a los vehículos o detectar los movimientos direccionales en las intersecciones.

b. Aforos manuales.

Este tipo de medición la realizan los observadores presencialmente en el sitio de estudio y es de gran utilidad por lo que se encuentra al alcance de mayor número de ingenieros de tránsito, son usados en periodos de corta duración y la percepción de las personas es mucho más precisa que la de los equipos mecánicos. Los aforos manuales permiten captar detalles importantes de la corriente de tráfico, por ejemplo, la clasificación vehicular, movimientos direccionales en una intersección, número de pasajeros por vehículos, uso del canal, longitud de cola, entre otros.

El equipo utilizado para realizar este tipo de aforo es variado, pueden utilizarse planillas en hojas de papel donde se contabilizan los vehículos de acuerdo con el estudio o contadores electrónicos con teclados que puedan ser accionados manualmente por los observadores. En algunos casos, se requieren dos o más aforadores para poder registrar los movimientos vehiculares, tal es el caso de una intersección semaforizada. Los contadores deben disponer de un cronometro, tener contacto visual entre ellos y ubicarse en un lugar donde puedan distinguir a los vehículos, pero que no distraigan a los conductores.

c. Procedimientos de filmación.

Los métodos de filmación permiten aforar altos volúmenes de tránsito, ubicando la filmadora en un lugar donde se pueda abarcar y visualizar todos los movimientos de interés. Posteriormente, en oficina se extraen los datos por medio de planillas. Este tipo de medición se ha empleado frecuentemente en los estudios de tránsito de diferentes países, por lo que la toma de datos es mucho más cómoda y posee la gran ventaja de no necesitar gran número de aforadores. Una vez obtenido el video, una sola persona puede observar los movimientos del tránsito detenidamente, a pesar de que ocurren simultáneamente. Además, es confiable por lo que se puede corroborar la información cuantas veces sea necesaria.

2.2.4 Intersecciones

Una intersección representa el cruce entre dos o más caminos en un sistema vial, por lo tanto, existe una interacción constante entre vehículos, que muchas veces puede ocasionar problemas de movilidad en el entorno urbano. Igualmente, incluye todas las áreas necesarias para el transporte de peatones, bicicletas, vehículos de pasajeros, camiones y el tránsito en general. Por esta razón, se diseñan con el objetivo de brindar seguridad y confort a los diferentes modos de transporte y en disminuir los puntos de conflicto por medio de sistemas de regulación.

AASHTO (2018), establece que las intersecciones se pueden clasificar en intersecciones a desnivel o a nivel. Las primeras son utilizadas en vías de gran velocidad y tienen como función separar los flujos en diferentes niveles por vías superiores e inferiores, empleando diferentes estructuras que permiten el cruce de las vías, sin interrumpir el tráfico, tales como, puentes, viaductos, rotondas, entre otras. Mientras que, una intersección a nivel es aquella donde los cruces se encuentran a una misma altura, por lo tanto, presenta mayor número de conflictos entre los flujos vehiculares que se cruzan

Existen diversos tipos de intersecciones a nivel, dependiendo del número de ramales que se crucen. Entre ellas se tienen las de tres ramales o tipo T, mostrada en la Figura 4, estas permiten el cruce de carreteras secundarias y vías de bajos volúmenes. Las de cuatro ramales mostrada en la Figura 5, son utilizadas para permitir el encuentro entre vías secundarias y vías principales. Las intersecciones multirramales son aquellas que tienen cinco o más ramales, las cuales deben evitarse en lo posible. Adicionalmente se tienen las rotondas que son intersecciones circulares con una isla central, en la que el tránsito debe viajar hacia la izquierda y los vehículos que entran debe permitir el paso al tránsito que circula. Su geometría obliga al tránsito a circular a operaciones bajas.

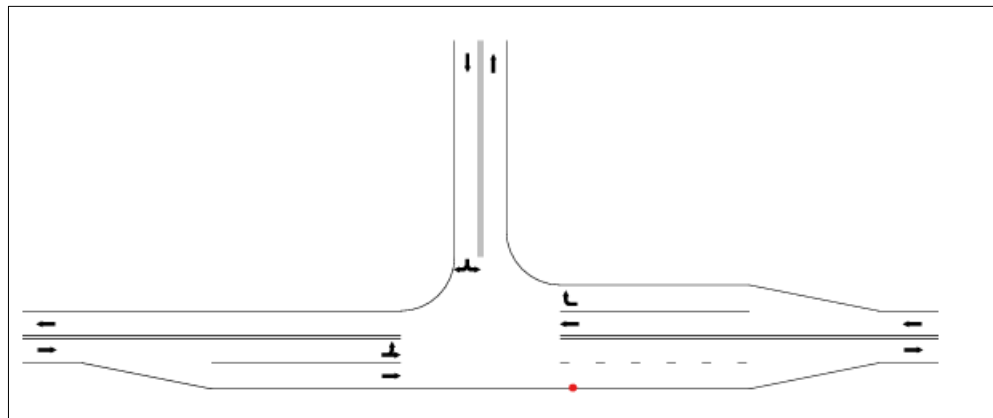


Figura 4 Intersección de Tres ramas
Fuente: AASHTO (2018). p.9-14

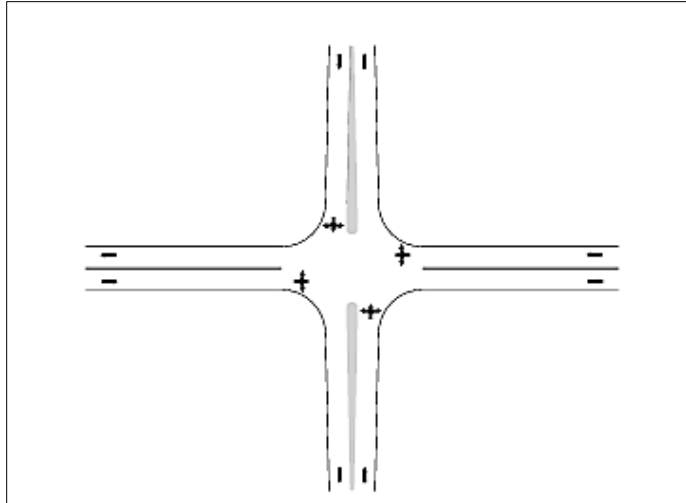


Figura 5 Intersección de cuatro ramas o intersección en cruz
Fuente: AASHTO (2018). p.9-18

Al momento de diseñar una intersección se deben considerar una serie de principios para su diseño, entre los cuales se encuentra, la reducción de las áreas de conflicto y la separación de los puntos de conflicto. Siendo ambos, criterios de gran importancia, ya que se debe tratar de dar seguridad en la intersección disminuyendo los puntos de conflictos, y tratando que las trayectorias se realicen en una forma organizada para los conductores. En la Figura 6 se muestra una intersección de cuatro ramas, que no posee control sobre los movimientos, por esta razón, se generan 32 puntos de conflicto, que representan trayectorias de posibles accidentes en la intersección.

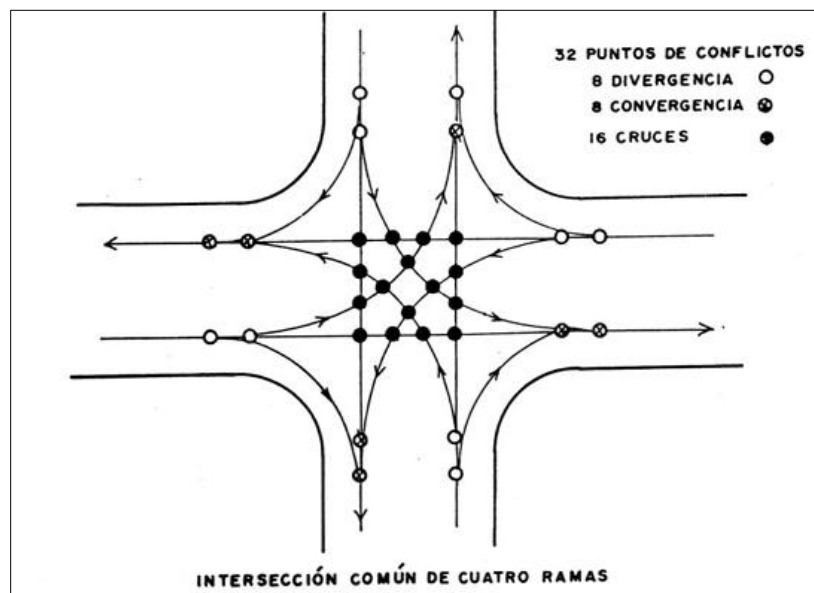


Figura 6 Puntos de conflicto en intersección de cuatro ramas

Una de las maneras de poder disminuir algunos puntos de conflicto es por medio de islas canalizadoras, ya que estas ayudan a distribuir los movimientos de forma organizada dentro de la corriente de tráfico. Sin embargo, en el caso de flujos de alta demanda, surge la necesidad que los movimientos sean controlados por medio de dispositivos de control, ubicados en las adyacencias de las calles y/o avenidas. Estos dispositivos ayudan a prevenir, regular y guiar a los usuarios.

2.2.5 Intersecciones reguladas con semáforos

Una intersección semaforizada es aquella que está regulada permanentemente o en su mayoría por medio de luces que establecen las prioridades de paso por la intersección. Esto se logra por medio de un semáforo, que son dispositivos eléctricos utilizados en la regulación del tráfico, incluyendo en forma individual o en conjunto a los vehículos, peatones, ciclistas, entre otros usuarios. Sus luces generalmente son de color rojo (R), amarillo (A) y verde (V) indicando alternadamente que dichos usuarios se detengan y/o prosigan.

Los semáforos proporcionan seguridad y eficiencia en el flujo del tránsito de las intersecciones. Su instalación engloba un análisis general del sistema vial de la ciudad o de un área en particular, para luego hacer énfasis en el sitio de la intersección donde se instalará dicho dispositivo. Sus ventajas, son el movimiento ordenado del tránsito, la disminución del número de accidentes y la disminución de demoras a los usuarios. De lo contrario, cuando un semáforo no está completamente justificado puede ser causa de mayor número de accidentes y aumentos en la demora vehicular, generalmente en periodos valles, (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Pueden clasificarse en semáforos para el control de tránsito de vehículos, semáforos para el control de tránsito de peatones y semáforos especiales. Adicionalmente, existen distintos tipos de reguladores, entre ellos se tienen los de tiempo fijo o predeterminado, los parcialmente accionados y los totalmente accionados. La selección de alguno de ellos se debe a la situación existente en el entorno, que depende de los volúmenes presentes en cada uno de los accesos de la intersección y de las necesidades de movilización.

Debido a esto, en áreas urbanas donde los volúmenes en la intersección pueden ser predecibles, se puede trabajar con semáforos de tiempos fijos o predeterminados. Para el caso donde el volumen en la vía principal es mayor que en la vía secundaria, se pueden instalar semáforos con reguladores parcialmente accionados. De lo contrario, en intersecciones aisladas donde el tráfico en ambos accesos es similar, con distribuciones cambiantes y aleatorias, es viable instalar semáforos totalmente accionados (Andueza, 2014).

Los semáforos en áreas urbanas trabajan con una secuencia de operación que permite los diferentes movimientos que se requieren en una intersección, lo que se conoce como fases del ciclo del semáforo. Para lograr una secuencia completa se establece una longitud de ciclo que es comprendida por diferentes intervalos en segundos. Dichos intervalos están comprendidos por distintos tiempos donde el semáforo se mantiene en una misma señal que indica un tiempo de detención o tiempo de operación.

2.2.6 Congestión vehicular

La congestión vehicular, se refiere a la condición donde en periodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se ve saturado ya que el sistema se vuelve deficiente por pérdidas de velocidad. Por lo tanto, se opera con altos niveles de congestionamiento que van produciendo molestias a los usuarios por las demoras y colas que se generan, resultando pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

La demanda en zonas urbanas se genera por la cantidad de vehículos que circulan y acceden a las calles, debido a la densidad de edificaciones comerciales y residenciales que existen en ellas, que genera un incremento en tasas de viajes. Al momento de relacionar esta demanda con la oferta vial que proporcionan estas calles, es decir, con la capacidad de estas, se pueden dar conclusiones de la estabilidad del flujo vehicular y del nivel de operación del sistema.

Cal y Mayor & Cárdenas (2018), establecen que, si la demanda vehicular es menor que la oferta vial, se tiene un flujo no saturado y los niveles de operación pueden considerarse excelentes o aceptables, lo que es considerado como una situación deseable. Por otra parte, si la demanda vehicular es igual a la oferta vial, se estaría igualando la capacidad del sistema, donde el tránsito se torna inestable y ocurre la congestión. Pero en el caso, en que la demanda sea mayor que la oferta vial, el flujo es sobresaturado, con detenciones frecuentes y grandes demoras, presentando problemas de tránsito que deben analizarse para resolver inmediatamente.

a. Demoras.

Las demoras en el tránsito vehicular se refieren al momento en que los vehículos se detienen o disminuyen su velocidad por motivos relacionados con la vía, el tránsito y su regulación. Dichas demoras causan una molestia en los usuarios al percibir aumentos en sus tiempos de viaje. Son consideradas como una variable subjetiva, difícil de medir, pero de gran importancia para determinar el grado de movilidad que brinda un sistema vial.

La demora puede considerarse como una demora fija cuando es causada por las condiciones de la vía, es decir, por sus características geométricas, condición de superficie de rodadura y otros impedimentos físicos a la circulación. Este tipo de demora es frecuentemente tolerable por el usuario ya que es prácticamente imposible de evitar. Por otra parte, existe la demora operacional la cual ocurre por la regulación del tránsito y la interacción vehicular. Esta demora puede ser predecible o no, ya que es la que puede incomodar al usuario y por esta razón es la más importante para el ingeniero de tránsito Radelat (2003).

En las intersecciones reguladas por semáforos las demoras por control dependen en su mayoría, del tiempo de detención durante el intervalo de rojo. Sin embargo, también pueden considerarse que ocurre una demora por desaceleración al momento de predecir el cambio de luz verde a luz amarilla, y demora por tiempo de arranque en el momento en que el sistema permite nuevamente el derecho de circular, mientras perdura el intervalo de verde.

Andueza (2014), establece que, la demora que ocurre a los conductores en los accesos de una intersección regulada por semáforos se puede considerar como una de las medidas de efectividad que se deben tomar en cuenta para analizar las condiciones de operación. Por esta razón, en la ingeniería de tránsito se aplican diversos métodos de medición de demoras en Intersecciones reguladas por semáforos con el fin de determinar dicha variable.

- ***Medición de la demora en campo en intersecciones reguladas por semáforos.***

Se realiza por medio de una planilla, en la cual se hacen los registros de las observaciones. Se debe señalar la hora y minuto cuando inicia cada serie de intervalos durante las observaciones. Estos intervalos pueden ser cada 10, 15, 20 segundos respectivamente. Dentro de ese tiempo, un grupo de observadores realiza las mediciones, la cual se hace por medio de contadores manuales, automáticos o electrónicos, apoyados con cronómetros y otros recursos necesarios.

En cada una de las mediciones se considera el número de vehículos que están dentro de la cola, incluyendo aquellos que operan a bajas velocidades y los que se unen y salen de la cola durante el periodo de medición. Se procede a llenar el resto de las columnas de la planilla con dicha cantidad de vehículos en cola y al final se hace una sumatoria de todos los vehículos que se contabilizaron por cada intervalo.

Adicionalmente es necesario que un segundo grupo de observadores contabilice el número de vehículos que llegan, diferenciando los que se detienen una y más veces, con los que no se detienen. Todo esto con la finalidad de poder calcular valores de demora promedio en

función de este número de vehículos que llegaron y salieron de la intersección. Los cálculos de la demora se realizan de la siguiente manera:

$$Demora\ total = Num.\ total\ de\ vehiculos\ en\ cola * intervalo\ de\ la\ muestra \quad Ec.\ 5$$

$$Demora\ promedio\ por\ veh.\ detenido = \frac{Demora\ total}{Número\ de\ vehiculos\ detenidos} \quad Ec.\ 6$$

$$Demora\ promedio\ por\ veh.\ que\ llega = \frac{Demora\ total}{Número\ de\ vehiculos\ que\ llegan} \quad Ec.\ 7$$

Este tipo de medición no ofrece suficientes ventajas cuando el número de vehículos en cola es relativamente grande. Para ese caso se recomienda hacer mediciones de demoras por medio del método de entrada y salida.

- **Medición de la demora en campo en intersecciones reguladas por semáforos utilizando la técnica de entrada – salida.**

Las mediciones se hacen por medio de observadores que, con apoyo de contadores manuales, automáticos o electrónicos, apoyados con cronómetros y otros recursos necesarios realizan el aforo. Se sugiere que se haga en intervalos que no sean tan grandes, puede ser ciclo a ciclo o minuto a minuto. Se van contabilizando el número de vehículos que llegan y el número de vehículos que salen.

La primera columna de la planilla contiene los intervalos seleccionados. En la segunda columna se anotan los vehículos que llegan en cada intervalo, y en la tercera los acumulados de los vehículos que llegan. En la cuarta columna se registran los vehículos que salen de la intersección en cada intervalo, y en la quinta los acumulados de los vehículos que salen.

En la sexta columna se expresa la diferencia entre el acumulado de los vehículos que llegan y el acumulado de los vehículos que salen, lo cual representa la longitud de la cola en ese intervalo de tiempo. Finalmente, en la séptima columna, última de la tabla, se expresa la demora por tiempo en cola, que se obtiene de multiplicar el número de vehículos que permaneció en la cola por el intervalo de tiempo. Similar a la Ec. 5, expresada en la medición anterior y a partir de ella calcular las demoras promedio de los vehículos que entran y salen de la intersección.

- **Método del HCM para estimar la demora medida en campo en intersecciones reguladas por semáforo**

El HCM(2010) establece una demora por control para determinar el nivel de servicio de la intersección, que consiste en la suma de la demora por tiempo en cola, más la demora por

desaceleración o aceleración, como se muestra en la Ec. 8. Los valores de demoras obtenidos anteriormente no consideran las demoras que experimentan los vehículos mientras se acercan a la intersección y reducen su velocidad, así como cuando aceleran al salir de la misma y volver a recuperar la velocidad. Por esta razón, es necesario calcular una demora por corrección que se le agrega a la demora promedio por vehículo que llega.

$$\text{Demora por control} = D_{cpv} + D_{cad} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

D_{cpv} = Demora promedio por vehiculo que llega

D_{cad} = Demora por corrección de desaceleración y aceleración

La demora por corrección de desaceleración y aceleración (D_{cad}) se calcula a partir de la Ec. 9, que relaciona la proporción de los vehículos que se detienen por el factor de corrección que se obtiene en la Tabla 1.

$$D_{cad} = \text{Proporción de vehiculos que se detiene} * \text{factor de corrección} \quad \text{Ec. 9}$$

Tabla 1 Factor de corrección por demora de desaceleración y aceleración

Factor de Corrección por demora de desaceleración y aceleración			
Velocidad a Flujo Libre (Km/h)	Numero promedio de vehículos que se detienen por canal en cada ciclo		
	≤7	8 a 19	20 a 30
≤ 59	+5	+2	-1
> 59 a 72	+7	+4	+2
> 72	+9	+7	+5

Fuente: Transportation Research Board of The National Academies, Highway Capacity Manual, HCM 2010, (Washington, D.C.: 2010), exhibit 31-48, p 31-102.

Al conocer la demora por control se determina el Nivel de servicio como lo establece el HCM(2010) con los valores que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Niveles de servicio, según el HCM, en intersecciones reguladas por semáforos

Niveles de servicio, según el HCM, en intersecciones reguladas por semáforos	
Nivel de Servicio	Demora por control (segundos)
A	0 - 10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 - 55
E	> 55 - 80
F	> 80

Fuente: Transportation Research Board of The National Academies, Highway Capacity Manual, HCM 2010, (Washington, D.C.: 2010), exhibit 18-4, p18-6.

b. Longitudes de colas.

La longitud de cola es otro parámetro de suma importancia para analizar la eficiencia del sistema vial, y como se ha mencionado anteriormente en la medición de las demoras. Las colas, generalmente son lineales como es el caso de vehículos que esperan detenidos en una intersección semaforizada. El conocimiento de las longitudes de colas, pueden ayudar al ingeniero en el diseño más apropiado para un mejor nivel de operación en las vías.

La teoría de colas se encarga de estudiar la formación de colas y demoras que se generan cuando una demanda de usuarios no puede ser atendida inmediatamente en un intervalo de tiempo establecido. En la Ingeniería de tránsito este fenómeno ocurre en las situaciones donde la demanda vehicular es mayor que la capacidad o en las intersecciones reguladas por semáforos.

Para hacer mediciones de longitudes de colas, es importante que las personas que hacen el estudio en campo se ubiquen en un punto más atrás de donde se forma la cola. En el caso de intersecciones semaforizadas, el observador debe ubicarse corriente arriba de la intersección, para poder contabilizar los vehículos que llegan y se incorporan a la cola. De lo contrario, se estaría registrando el movimiento de los mismos vehículos a medida que avanza la cola.

Es importante definir las tasas de llegadas λ , dicha variable representa el número de vehículos que llegan en un tiempo dado. Así como el tiempo de servicio en el que serán atendidas las llegadas el cual forma parte de la tasa de salida μ . A partir de estos parámetros es posible poder determinar por medio de modelos determinísticos o probabilísticos, las longitudes de colas y demoras que ocurren durante un estudio específico.

c. Curvas de llegada y salida.

Una metodología de gran utilidad para poder estimar longitudes de colas y demoras es por medio de las curvas de llegada y salida. La construcción de estas curvas se realiza dentro de un sistema de ejes cartesiano. El número de llegadas o salidas de vehículos acumulados es representado en el eje de las ordenadas y el tiempo de las llegadas o salidas es representado en el eje de las abscisas.

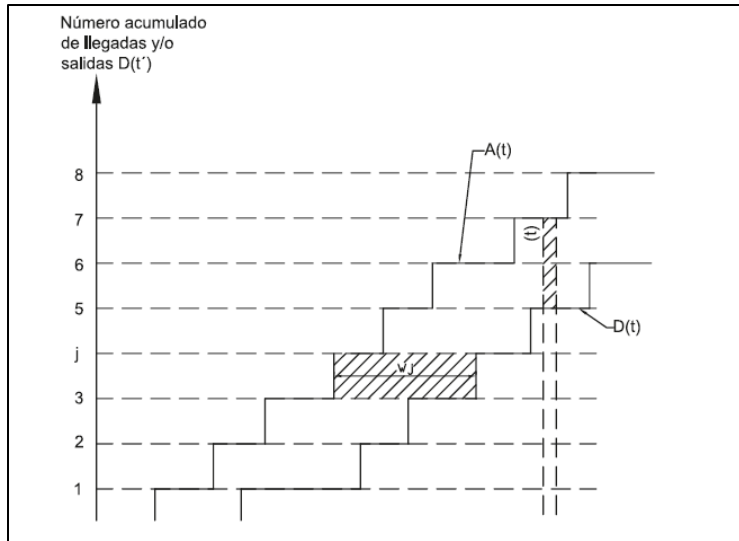


Figura 7 Curvas de llegada A (t) y salida D (t).

Fuente: Andueza (2013). p.102.

La demora viene dada por la diferencia entre los tiempos de llegada y salida de cada vehículo. Puede ser medida en el eje de las abscisas y se define de la siguiente manera:

$$W_j = t'_j - t_j \quad \text{Ec. 10}$$

El número de vehículos en cola puede determinarse en el eje de las ordenadas, estableciendo una diferencia entre la curva de llegada y la curva de salida. El número de vehículos en cola se define de la siguiente manera:

$$Q(t) = A(t) - D(t) \quad \text{Ec. 11}$$

Para entender mejor estos conceptos, La curva de llegada y la curva de salida se muestran en las Figuras 7 y 8, lo cual representa una manera sencilla de entenderlos, pero no es el comportamiento real de las llegadas y salidas. En dichos gráficos se puede observar que la demora promedio por vehículo y el número promedio de vehículo en cola se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Demora promedio} = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Núm. de veh.}} = \frac{\text{Área}}{n} \quad \text{Ec. 12}$$

$$\text{Cola promedio de vehiculo en cola} = \frac{\text{Área}}{ta - tb} \quad \text{Ec. 13}$$

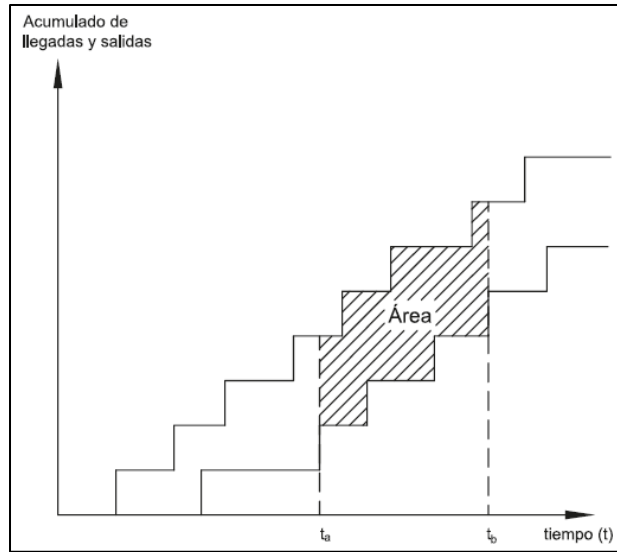


Figura 8 Demoras entre vehículos
Fuente: Adaptado de Andueza (2013). p.102.

La curva de llegada se expresa como $A(t)$, se construye a partir de mediciones de campo, que se pueden resumir en una planilla, en la cual se indica el intervalo y el número de vehículos que llega. A partir de estos dos indicadores se puede conocer la tasa de llegada λ . En lo que se refiere a la curva de salida, ésta se expresa como $D(t)$ y por lo general no se hacen conteos, ya que se quiere conocer el comportamiento de esta curva a partir de las características del sistema, Andueza (2013).

Para dibujar la curva de salida es importante tener presente que la máxima tasa de salida depende del tiempo de servicio, $\mu = 1/t_s$, en otras palabras, el inverso del tiempo de servicio representa la capacidad del sistema para atender a los usuarios. Adicionalmente, se debe considerar en la construcción de la curva de salida que en el sistema no pueden salir más usuarios de los que llegan.

Para una intersección regulada por semáforos, las salidas son intermitentes. Por esta razón, la longitud de cola se genera en el momento que los vehículos se detienen durante el intervalo de rojo. Posteriormente, durante el intervalo de verde se permite el flujo por la intersección con una tasa de salida μ_G . Si la demanda de vehículos es baja, el tiempo de servicio durante el intervalo de verde es suficiente, por lo tanto, la cola pueda desaparecer y la tasa de salida se iguala a la tasa de llegada, como se muestra en la Figura 9.

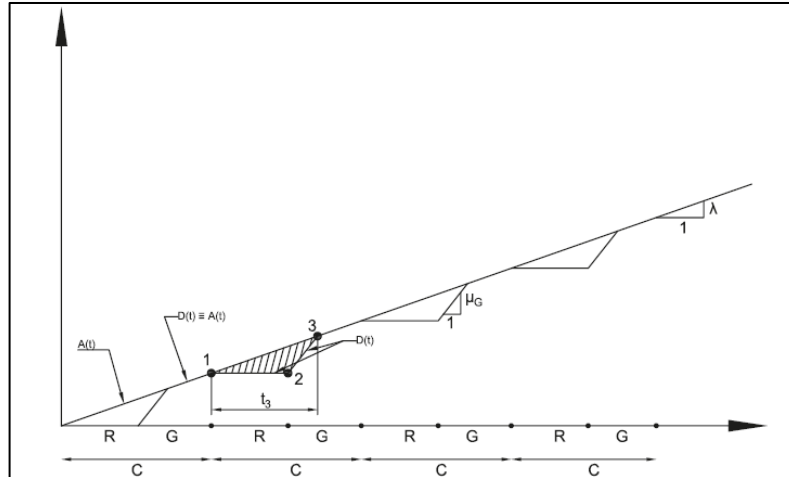


Figura 9 Salidas intermitentes. Caso de una intersección controlada por semáforo. Demanda baja.
Fuente: Andueza (2013). p.122

En situaciones donde la demanda de tráfico es alta, queda una cola remanente para el siguiente ciclo y si la situación permanece por gran tiempo, el entorno se vuelve incontrolable. Esto comúnmente ocurre en un periodo pico, donde la tasa de llegada aumenta considerablemente, superando el número de vehículos que puede salir, alcanzando un valor λ_1 . Posteriormente, en otro periodo la tasa de llegada disminuye hasta un valor λ_2 .

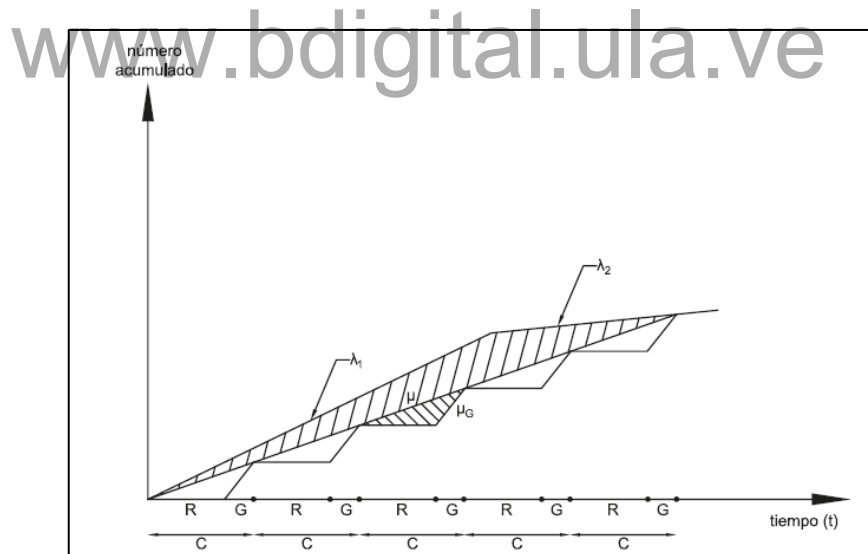


Figura 10 Salidas intermitentes. Caso de una intersección controlada por semáforo. Demanda alta.
Fuente: Andueza, P (2013). p.124

La curva de salida, para esta situación donde la demanda supera lo que puede salir, puede representarse de manera escalonada expresada por los tiempos de detención y tiempos de salida sucesivamente, como se muestra en la Figura 10. Sin embargo, estos triángulos se pueden aproximar a una línea de pendiente constante $\mu = \mu_G \cdot G/C$, donde G representa el intervalo de verde en el ciclo (C) del semáforo.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En los procesos de investigación se hace uso de algún método que permita lograr los objetivos propuestos. Debido a esto, se dan a conocer los criterios metodológicos que serán empleados en este trabajo de investigación, el cual consiste en evaluar el comportamiento de las longitudes de colas y demoras en una intersección semaforizada de la ciudad de Mérida.

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de una investigación puede ser cuantitativo, cualitativo o mixto. Hernández, Fernández & Baptista (2014) definen el enfoque cuantitativo como aquel que está representado por un conjunto de procesos. Inicia con una idea, que una vez delimitada surgen objetivos y preguntas de investigación. Posteriormente se revisa la literatura y se construye un marco teórico. A partir de las preguntas, se plantean hipótesis y determinan variables, razón por la cual se establece un plan o diseño para probarlas. Se miden las variables en un determinado contexto, se analizan las mediciones obtenidas por medio de métodos estadísticos y finalmente se realizan una serie de conclusiones.

Por otra parte, el enfoque cualitativo usa información documental, datos narrativos, y resultados de otros autores. Además, puede desarrollar preguntas e hipótesis, antes, durante o después de la recolección y análisis de datos. Se basa en una investigación exploratoria, estudiando las experiencias individuales. A diferencia del enfoque cuantitativo no presenta una secuencia de procesos durante la investigación. Por esta razón, el enfoque a desarrollar en este trabajo será del tipo cuantitativo, por ser una investigación secuencial y probatoria.

3.2 Diseño de la investigación

Hernández, Fernández & Baptista (2014) establecen que un diseño de investigación consiste en un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información requerida en una investigación. Dentro del enfoque cuantitativo existe la investigación experimental y no experimental. La primera se basa en la manipulación intencional de variables y luego analizar sus posibles resultados, lo que indica que es necesario realizar una serie de experimentos. Por el contrario, el diseño no experimental observa fenómenos tal y como ocurren en la realidad, realizando sus análisis sin manipular deliberadamente las variables en estudio.

El diseño no experimental puede ser a su vez transeccional o longitudinal. La razón por la que sea uno u otro se basa en el periodo en que se recolecta la información. El transeccional obtiene los datos en un momento único, mientras que el longitudinal recaba datos en diferentes puntos del tiempo. En consecuencia, para esta investigación de enfoque cuantitativo, el diseño

a utilizar será *no experimental transeccional* ya que se recolectarán los datos observando el fenómeno directamente en el sitio durante una semana, no se manipulará intencionalmente ninguna de las variables y se probará la hipótesis por medio de la medición numérica y el análisis estadístico.

Adicionalmente los diseños transeccionales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales. Los diseños acordes con el presente estudio serán el descriptivo y el correlacional-causal, por lo que se harán descripciones del comportamiento observado de longitudes de colas y demoras en los diferentes accesos, en las mismas horas de cada día. Además, se relacionarán dos o más variables en un momento determinado y se analizará la relación causal de una variable respecto a la otra.

3.3 Población y Muestra

Según Arias (2012), en las investigaciones científicas es importante la generalidad. Por ende, se deben estudiar un conjunto de elementos con características similares, conocido como población, para los cuales posteriormente podrán extenderse las conclusiones que quedan delimitada por el problema y los objetivos del estudio. Sin embargo, en muchas ocasiones no es posible abarcar todos los elementos. Es por ello que, se trabaja con una muestra que representa una parte de la población sobre la cual se realiza el estudio.

Para esta investigación, la población la conforman todos los vehículos que utilizan la intersección seleccionada, es decir, se considera una población infinita. En vista que el estudio se realizó durante una semana y en un periodo de tiempo establecido durante el día, se trabajará con solo una parte de la población. Por esta razón, la muestra se considera como el volumen de vehículos que estuvo presentes durante los momentos de medición. Sin embargo, se hizo un chequeo estadístico, calculando el tamaño de la muestra para una población infinita, por medio de la ecuación presentada a continuación

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2} \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza (para un 95% de confianza $Z = 1.96$)

p = Proporción esperada (0.5 por ser el valor más adecuado)

$q = 1 - p$

e = Margen de error igual a 0.05

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2} = 384$$

Al aplicar la Ec. 14 se obtiene que, el mínimo número de vehículos que se debe medir es de 384 vehículos, como una muestra representativa de la población infinita.

3.4 Descripción de variables

A continuación, se describen las variables dependientes e independientes que forman parte de la presente investigación.

3.4.1 Variables Independientes

Volumen vehicular

Semaforización predeterminada

3.4.2 Variables Dependientes

Demoras

Longitudes de colas

3.4.3 Operacionalización de las variables

A continuación, en la tabla 3, se muestra el cuadro de operacionalización de variables correspondientes a las variables independientes.

Tabla 3. Operacionalización de variables Independientes

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
Volumen vehicular	Demanda	Número de vehículos por intervalos de tiempo
	Volumen de vehículos en cola	
Semaforización predeterminada	Ciclos	Intervalos Tiempo
	Fases de semáforos	

A continuación, en la tabla 4, se muestra el cuadro de operacionalización de variables correspondientes a las variables dependientes.

Tabla 4. Operacionalización de variables Dependientes

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
Demoras	Detención	Tiempo de detención
Longitud de cola	Líneas de espera	Número de vehículos en cola

3.5 Instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la recolección de datos fue el método de filmación, haciendo uso de tres (3) cámaras GoPro, con memorias externas de 128gb de capacidad. Son cámaras de alta definición que permiten tomar fotos y grabar videos a través de un objetivo de gran angular. Se configuran para grabar a una resolución 4K, es decir, más detalle a mayor distancia. Dichas cámaras se muestran en la Figura 11, encerradas dentro del recuadro amarillo. Las GoPro son cámaras livianas, por lo que es posible colocarlas sobre unos trípodes metálicos. Estos aportan estabilidad en el sitio de ubicación de cada una de ellas y permiten alcanzar la altura requerida para lograr el mejor enfoque. Los trípodes metálicos se pueden observar en la Figura 12, con cada una de las cámaras.



Figura 11 Cámaras GoPro
Fuente: fotografía Irmara Peña



Figura 12 Cámaras GoPro sobre trípodes metálicos

Fuente: fotografía Irmara Peña

Para evitar que las baterías de las cámaras se descargasen durante la grabación, se conectaron a tres Power bank o cargadores portátiles mediante cables USB. Estos cargadores se sujetaron a los trípodes metálicos, como se muestra en el recuadro amarillo de la Figura 13. Fue conveniente dejarlos allí toda la semana para ahorrar tiempo en la instalación diaria.



Figura 13 Powers Bank en trípodes metálicos

Fuente: fotografía Irmara Peña

Adicionalmente, se utilizó un sistema inalámbrico de comunicación, llamado intercom, el cual se muestra en la Figura 14, del cual disponía cada observador en el sitio de ubicación de las cámaras, para una mejor comunicación entre ellos, como se muestra en las figuras 15, 16 y 17.



Figura 14 Sistema inalámbrico de intercom
Fuente: fotografía propia del autor



Figura 15 Observador en la cámara 1
Fuente: fotografía propia del autor



Figura 16 Observador en la cámara 2
Fuente: fotografía propia del autor



Figura 17 Observador en la cámara 3
Fuente: fotografía propia del autor

3.6 Descripción de la Intersección

En la Figura 18 se muestra una fotografía aérea de la intersección en estudio con una leyenda de las dos vías que se cruzan. Dicha figura se encuentra referenciada con respecto al Norte, encerrado en un círculo rojo. Adicionalmente, se asigna una nomenclatura a los cuatro accesos por medio de la letra A y un número representativo de su ubicación. El acceso identificado como A1 corresponde al acceso en ascenso y se considerará como el acceso hacia el Norte, con la finalidad de explicar el proceso de medición de forma clara y concisa. Por lo tanto, A3, en descenso, será el acceso hacia el Sur, A2 representa el acceso hacia el Oeste y A4 se refiere al acceso hacia el Este.

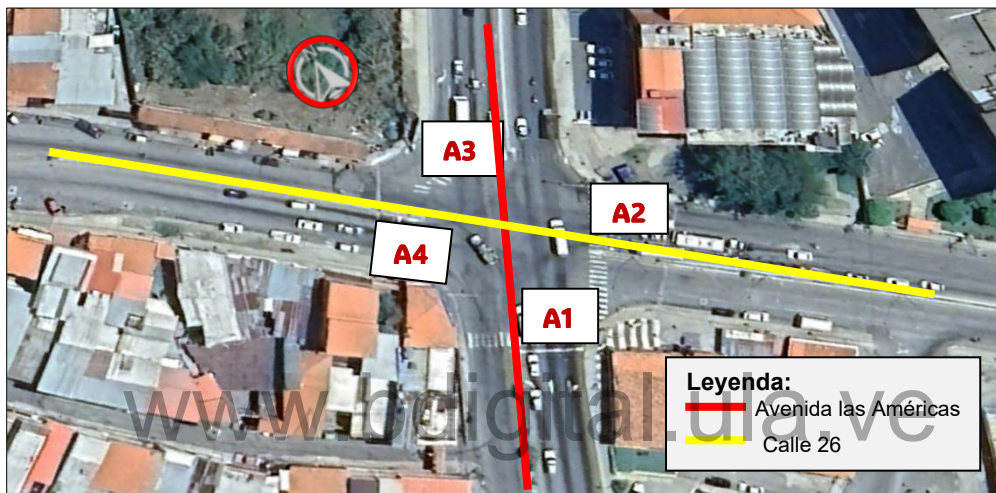


Figura 18 Identificación de los accesos de la Intersección entre Av. las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida.
Fuente: Fotografía tomada de Google Earth

Por otra parte, en la Figura 19 se identifican los semáforos que controlan los movimientos de la intersección. Se señalan con la letra S, seguidos de un número correspondiente al acceso para el cual están programados.

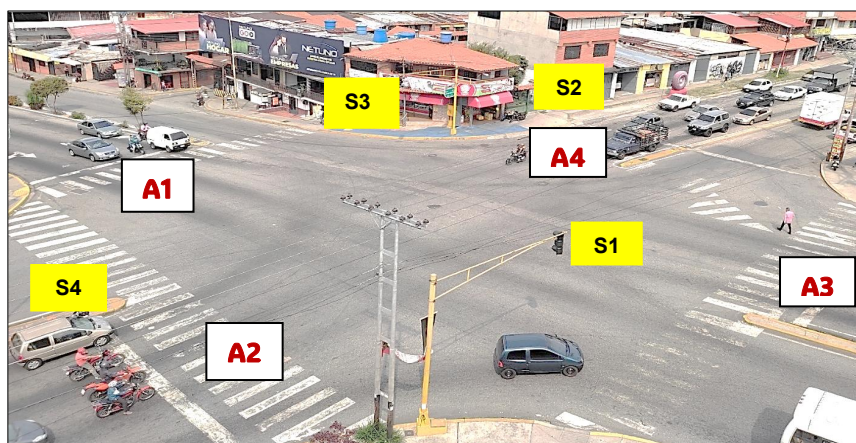


Figura 19 Identificación de los semáforos de la Intersección entre Av. las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida.
Fuente: Fotografía Irmara Peña

Estos semáforos trabajan en cuatro fases durante el ciclo del semáforo. Cada fase permite el movimiento de todos los grupos de canales existentes en el acceso, como se muestra en la Figura 20. Adicionalmente, se puede observar el tiempo en segundos correspondientes a los intervalos del rojo, amarillo y verde del semáforo, que suman una longitud de ciclo de 125 segundos.

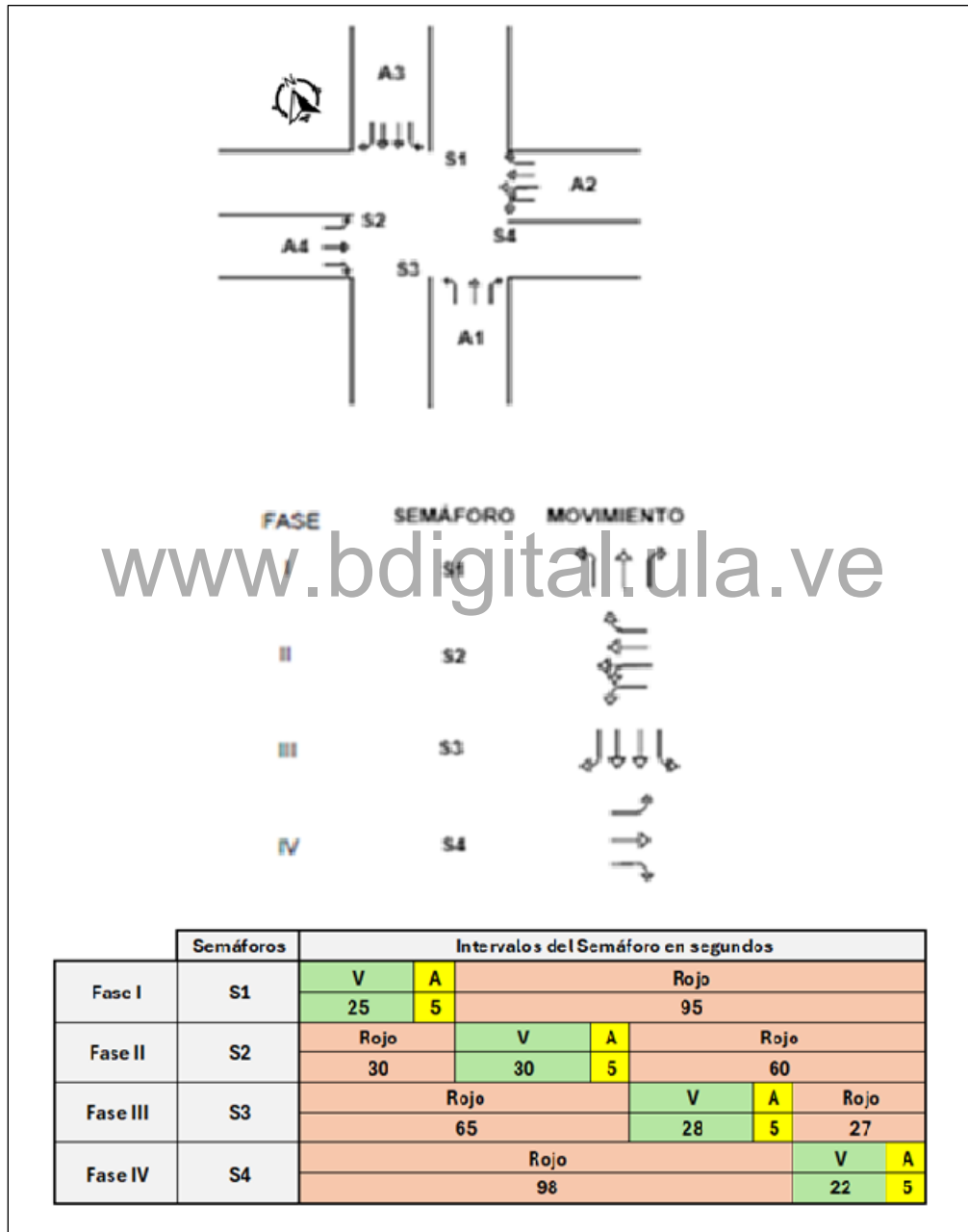


Figura 20 Fases de semáforos de la Intersección entre Avenida las Americas y calle 26 de la Ciudad de Mérida

La intersección en estudio conecta en sus proximidades con otras intersecciones, tal como se muestra en el croquis de la Figura 21, referenciada con respecto al Norte. Hacia el Norte conecta con una intersección de 3 ramas a una distancia aproximadamente de 1130 metros. Por el Sur, se encuentra con una intersección de cuatro ramas a una distancia de 430 metros. Hacia el Oeste, se encuentra con una intersección de 3 ramas a una distancia aproximada de 550 metros y hacia el Este, conecta con una intersección de cuatro ramas a una distancia de 330 metros aproximadamente.

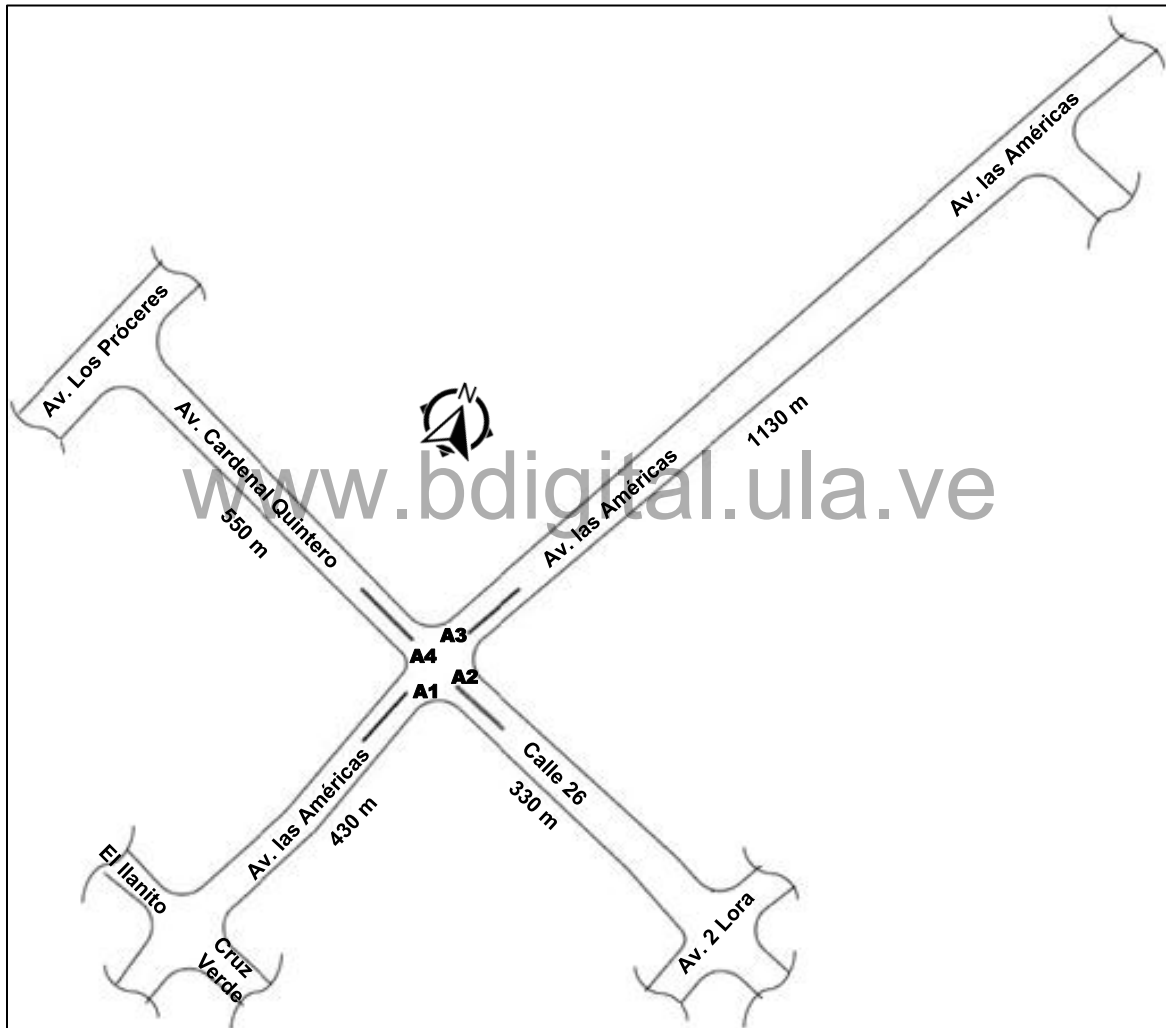


Figura 21 Croquis de Intersecciones próximas a la intersección en estudio.

3.7 Descripción del trabajo de campo

En primer lugar, se ubicaron las cámaras en puntos estratégicos que permitieron visualizar los semáforos y los accesos a la intersección, como se muestra en la Figura 22. La cámara 1, encerrada en color rojo, se ubicó en la acera que colinda con el giro a la derecha del acceso A2, entre un poste y el semáforo, evitando la vista al tránsito y que sea un obstáculo para los peatones. Las cámaras 2 y 3 señaladas de color azul y verde respectivamente, se situaron en el balcón y la ventana de un local comercial. De igual forma, en la Figura 22 se puede percibir el ángulo de visualización de las tres cámaras GoPro. Dicho ángulo permitió grabar el ciclo de cada semáforo, así como los vehículos que llegaron a cada uno de los accesos y los que esperaban detenidos en cola.

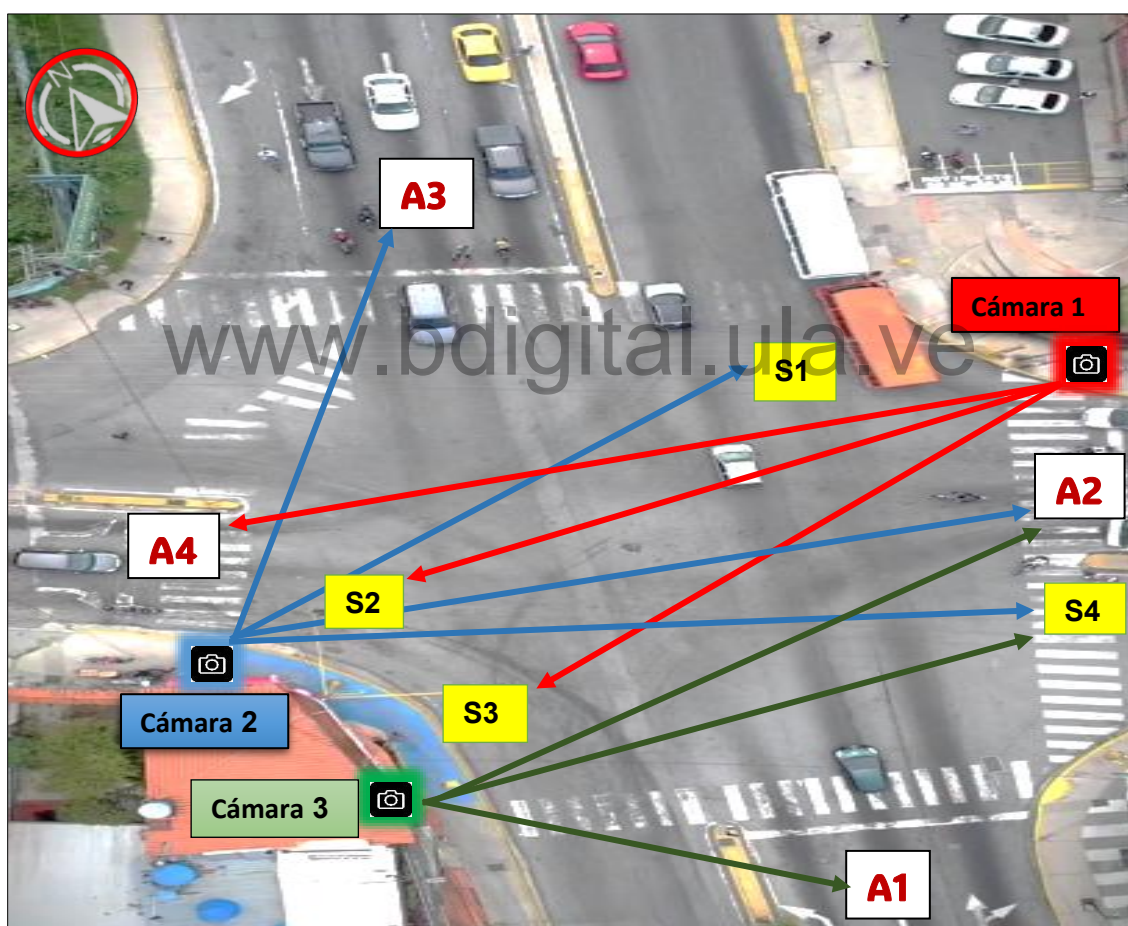


Figura 22 Ubicación de las cámaras en la intersección con su ángulo de visión e identificación de los semáforos.
Fuente: Fotografía tomada de Google Earth

Por medio de la cámara 1, se observaron los semáforos S2, S3 y el acceso A4, representado con las flechas de color rojo. A través de la cámara 2, se captaron los semáforos S1 y S4, así como lo que ocurrió en los accesos A2 y A3, señalado con las flechas de color azul.

Con la cámara 3, se registró el comportamiento del acceso A1, nuevamente el acceso A2 y el semáforo S4, mostrados con las flechas de color verde. Adicionalmente en la Figura 23, se puede apreciar desde otra perspectiva el ángulo de visión y la ubicación de cada cámara GoPro.

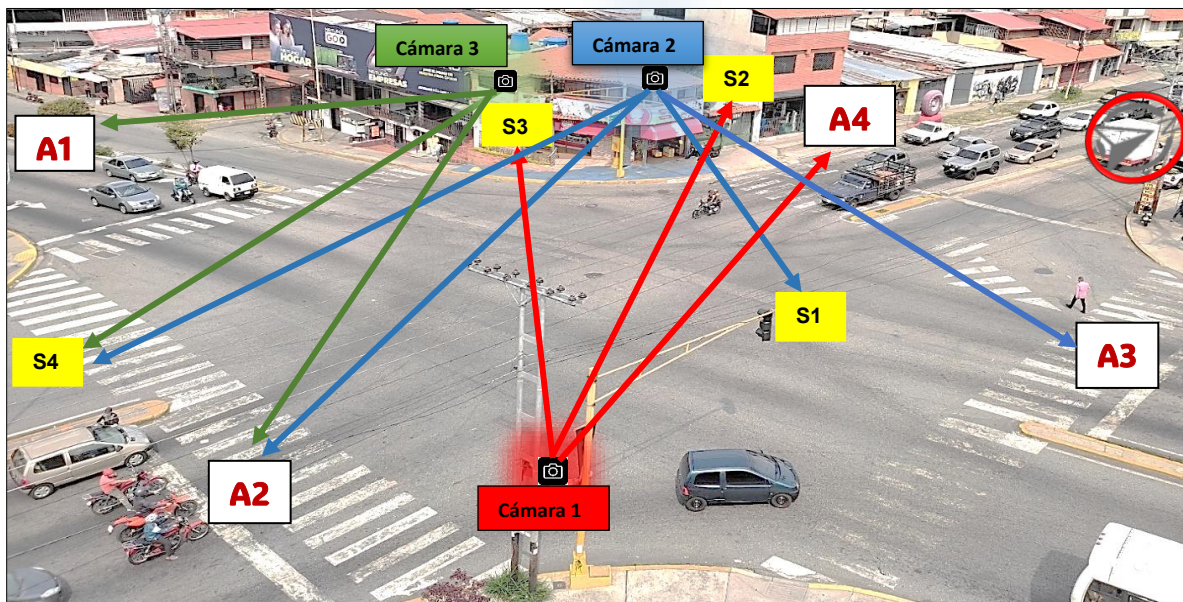


Figura 23 Ángulo de visión de las cámaras en la intersección.

Fuente: fotografía Irma Peña

El proceso de grabación se inició un día lunes en la mañana. Se sincronizaron los relojes de los observadores, para iniciar los videos al mismo tiempo y mediante el sistema inalámbrico de comunicación, mostrado en la Figura 14, se informaban las novedades de cada cámara y se notificaban los inicios y pausas de los videos.

Las cámaras se ubicaron en los sitios indicados, antes de las 8:59 a.m., con el objetivo de iniciar los videos justo a esa hora. Una vez iniciada la filmación, se mostraba el reloj frente al lente de la cámara, observando el minuterio con atención. Al cambiar la hora a las 9:00 a.m. se retiraba el reloj y se dejaban transcurrir dos horas continuas de grabación. En el momento que se cumplieron las dos primeras horas, los observadores ubicaron nuevamente el reloj frente al lente de la cámara y al cambiar el minuterio detuvieron el video inmediatamente. Fue necesario mostrar la hora cuando inicia y finaliza cada video, para facilitar la sincronización entre ellos al momento de procesar los datos.

Los videos se detuvieron a las dos horas porque las memorias de 128 GB ingresadas en las cámaras no tenían suficiente espacio para grabar en una resolución 4K por más tiempo. Se estableció un periodo de pausa, que permitió extraer las memorias y reemplazarlas por otras similares. Luego, se reiniciaron los videos colocando el reloj frente al lente y retirándolo cuando cambio el minuterio, pudiendo grabar nuevamente dos horas para culminar con la jornada.

Cabe destacar, que en el sitio de grabación por motivos de luz solar fue difícil visualizar con nitidez la pantalla de la cámara, lo que impedía lograr el enfoque correcto. Por esta razón, se descargó en el teléfono la aplicación “GoPro Quik”, la cual permitió observar en la pantalla del celular lo que se enfocaba con el lente de la cámara, tal como se muestra en las Figuras 24, 25 y 26.



Figura 24 Vista desde la cámara 1 hacia la intersección
Fuente: fotografía Irmara Peña



Figura 25 Vista desde la cámara 2 hacia la intersección
Fuente: fotografía Irmara Peña



Figura 26 Vista desde la cámara 3 hacia la intersección
Fuente: fotografía Irmara Peña

Este proceso se realizó durante cinco días de la semana, es decir, lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, desde las 9:00 am hasta la 1:00 pm aproximadamente. Se seleccionó el horario mencionado como el más representativo para analizar los parámetros de demoras y longitudes de colas, ya que, en la ciudad de Mérida, se ha observado en los últimos años un aumento de la demanda de vehículos durante las horas de la mañana con relación a la tarde. Esto sucede debido a que la mayor parte de la población sale en las primeras horas del día y regresa antes de que finalice la tarde.

3.8 Procesamiento de datos

Una vez finalizado el trabajo de campo, se realizó el trabajo de oficina. En principio se hizo la sincronización de los 3 videos en una misma pantalla, por medio de la aplicación Adobe Premiere Pro, que es una herramienta de gran utilidad en la edición de videos en computadoras y dispositivos móviles. Para lograrlo, fue fundamental que antes de iniciar cada video, se configuraran las cámaras GoPro en 30 fotogramas por segundo (30 FPS), lo que indica que cada segundo se divide en una secuencia de 30 imágenes. Cada una de estas imágenes se pueden ir observando en la aplicación y de esta manera, hacer coincidir el tiempo de los 3 videos y poder observar lo que ocurre en cada semáforo y accesos simultáneamente.

La Figura 27 muestra un capture del video final sincronizando lo que se veía en cada cámara, con la hora en la esquina superior derecha. El primer cuadrante enfoca los semáforos S2 y S3, mientras que el segundo cuadrante muestra el acceso A4, ambos capturados por la

cámara 1. El tercer cuadrante presenta los accesos A2 y A3, y los semáforos S1 y S4, todos vistos por la cámara 2. El cuarto cuadrante muestra el acceso A1, nuevamente el A2 y el semáforo S4, enfocados por la cámara 3.



Figura 27 Sincronización de los videos en una misma pantalla
Fuente: fotografía propia del autor

Seguidamente, se trabajó en el procesamiento de datos, donde se registró toda la información necesaria para determinar la longitud de las colas y demoras, por medio de tablas que facilitaron el proceso de medición. La información se presenta de la siguiente manera:

3.8.1 Medición de demoras por tiempo en cola

En la medición de demoras por tiempo en cola, se implementará la técnica de entrada-salida, que permitirá llevar un registro detallado del flujo vehicular. Para ello, se hará uso de la planilla mostrada en la tabla 5, donde se anotarán la cantidad de vehículos que ingresen y salgan de la intersección en intervalos semejantes, dividiendo el ciclo del semáforo en las partes que sea necesaria, con la finalidad de obtener en un intervalo el inicio del rojo y en otro intervalo lo que ocurre en el verde más amarillo.

Con esta información se determinará la longitud de la cola, como la diferencia entre el acumulado de los vehículos que llegan y los que salen en cada intervalo. Posteriormente, la demora total por tiempo en cola se obtendrá al multiplicar la longitud de cola por el intervalo expresado en segundos.

Tabla 5 Medición de demora por tiempo en cola usando la técnica de entrada-salida

www.bdigital.ula.ve

Una vez concluida la técnica de entrada-salida, se desglosaron todos los datos necesarios para el estudio de longitudes de colas y demoras en tablas independientes. Esto facilita la aplicación sistemática de las técnicas de análisis correspondientes.

a. Volumen en el acceso.

A partir de la información que se registre en el formato de la tabla 5, se obtendrá el número total de vehículos que ingreso a la intersección. Esto se observará en la última fila de la columna de acumulado de vehículos que llega y se anotarán en el formato de la tabla 6, discretizado para cada día de la semana, durante las diferentes horas del día y por acceso independiente. Al final de cada día se obtendrá un total del volumen vehicular en el acceso.

Tabla 6 Vehículos que llegan a la intersección por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso de la intersección.

Vehículos que llegan a la intersección					
Ubicación					
Acceso					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Total	-	-	-	-	-

b. Longitud de cola.

En los estudios de longitud de cola en intersecciones reguladas por semáforos resulta fundamental identificar la máxima longitud de cola existente al inicio de la luz verde del semáforo, con el objetivo de determinar la eficiencia del ciclo y del intervalo de verde para disipar la misma. Para ello, en el formato de la tabla 7 se registrará la máxima longitud de cola existente al inicio del intervalo verde del semáforo, así como el total de vehículos que salen de la intersección para cada ciclo correspondiente. Al comparar ambos valores, si la máxima longitud de cola es mayor que la cantidad de vehículos que salen, se escribirá un **No** en la columna de disipación de cola, representando que la cola no disipo completamente, de lo contrario se escribirá un **Si**.

Los registros se realizarán a partir de los datos previamente tabulados en la quinta y séptima columna del formato de la tabla 5. Este procesamiento, se desglosará por cada ciclo, en cada hora de análisis, en los diferentes días de la semana y por acceso independiente. Al final del formato de la tabla 7, se realizará una sumatoria de la máxima longitud de cola registrada para todos los ciclos que comprendan la hora de análisis y de esta forma se obtendrá la cantidad

de vehículos que se detienen en dicha hora. A su vez, se contabilizarán las veces que la máxima longitud de cola disipa completamente durante el periodo de estudio, o por el contrario cuando queda un remanente de cola para el siguiente ciclo.

Tabla 7 Longitud de cola en cada ciclo del semáforo por día, hora de análisis y por acceso.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación			
Día:		Fecha:	
Acceso		Hora:	
Máxima longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos al Inicio de luz verde	Vehículos que salen en la luz verde	Disipación de cola
Total			

- **Vehículos detenidos.**

El total de vehículos detenidos por cada hora de análisis se obtendrá de la sumatoria de la máxima longitud de cola para cada ciclo, registrada al final del formato de la tabla 7. Seguidamente se hará un resumen del número de vehículos detenidos, en las diferentes horas de estudio, para cada día de la semana y por cada acceso independiente.

Tabla 8 Vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso

Vehículos detenidos por horas del día					
Ubicación					
Acceso					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Total	-	-	-	-	-

A partir de los valores presentados en el formato de la tabla 8, se calculará un valor único de vehículos detenidos para cada día de la semana. Este cálculo se realizará mediante la Ec.15, que consiste en un promedio ponderado, sumando el producto de los vehículos detenidos en una

hora por los vehículos que llegan en la hora analizada del día y dividiendo el resultado entre todos los vehículos que llegaron a la intersección durante el periodo de estudio del día.

$$\text{Promedio de vehiculo detenido} = \frac{\sum(\text{veh detenido} * \text{veh. que llega})}{\text{Total vehiculo que llega en el periodo de estudio}} \quad \text{Ec. 15}$$

Posteriormente se utilizará el formato de la tabla 9, para resumir cada uno de los valores obtenidos para cada día, por acceso independiente.

Tabla 9 Promedio de vehículos detenidos en la hora, por día de la semana, para cada acceso.

Promedio de vehículos detenidos por día				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

- **Disipación de la máxima longitud de cola.**

En el formato de la tabla 10 se mostrará un resumen de la cantidad de veces que la longitud de cola se disipó completamente en cada ciclo del semáforo durante la hora de análisis, por día y por acceso independiente. Esto se obtendrá a partir de los datos registrados en el formato de la tabla 7. Así mismo, se presentarán la cantidad de ciclos en los que no se produjo dicha disipación, quedando un remanente de cola para el siguiente ciclo. Al final se realizará una sumatoria de cada hora, para representar el total de ciclos en el periodo de estudio del día.

Tabla 10. Disipación de la longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.

Disipación de la máxima longitud cola por ciclo del semáforo					
Ubicación					
Acceso					
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Total	-	-	-	-	-
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola no disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Total	-	-	-	-	-

c. Demoras

A partir de los datos registrados en los puntos anteriores, será posible calcular las demoras correspondientes a la intersección en estudio.

- **Demora total por tiempo en cola**

En el formato de la tabla 5, se obtendrá por página un subtotal de la demora total. Estos valores se suman con el fin de obtener la demora total por tiempo en cola y se registrarán en el formato de la tabla 11. En dicha tabla se expresará un resumen detallado para cada hora de análisis, los cinco días de la semana, por acceso.

Tabla 11 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.

Demora total por tiempo en cola					
Ubicación					
Acceso					
Demora total por tiempo en cola (veh-s)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

A partir de los valores presentados en el formato de la tabla 11, se calculará un valor único de demora total para cada día de la semana. Este cálculo se realizará mediante la Ec. 16, que consiste en un promedio ponderado, sumando el producto de demora total por los vehículos que llegan en cada hora del día y dividiendo el resultado entre todos los vehículos que llegaron a la intersección durante el día.

$$\text{Promedio de demora total} = \frac{\sum(\text{demora total} * \text{veh. que llega})}{\text{Total vehiculo que llega en el periodo de estudio del día}} \quad \text{Ec. 16}$$

Posteriormente se utilizará el formato de la tabla 12, para resumir cada uno de los valores obtenidos para cada día, por acceso independiente.

Tabla 12 Resumen de demora total, por día de la semana, para cada acceso.

Demora total por tiempo en cola				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

- **Demora promedio por vehículo detenido**

En el cálculo de la demora promedio por vehículo detenido es necesario conocer el número de vehículos detenidos y la demora total por tiempo en cola. Estos valores se tomarán de los registros tabulados previamente y se procederá a aplicar la Ec. 6, expresada en la sección teórica. Este procedimiento se aplicará para cada día de la semana, por acceso, durante el periodo de estudio y se resumirán los resultados en el formato de la tabla 13.

Tabla 13 Resumen de demora promedio por vehículo detenido por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.

Resumen: Demora promedio por vehículo detenido					
Ubicación	www.bdigital.ula.ve				
Acceso					
Demora promedio por vehículo detenido					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

A partir de los valores presentados en el formato de la tabla 13, se calculará un valor único de demora promedio por vehículo detenido para cada día de la semana. Este cálculo se realizará mediante la Ec. 17, que consiste en un promedio ponderado, sumando el producto de demora promedio de los vehículos detenidos por el número de vehículos que se detienen en cada hora del día analizado y dividiendo el resultado entre todos los vehículos detenidos durante el periodo de estudio del día.

Demora promedio por veh. detenido por día =

Ec. 17

$$= \frac{\sum(\text{demora promedio por veh. detenido} * \text{veh. detenidos})}{\text{Total veh. detenidos durante el periodo de estudio}}$$

Posteriormente se utilizará el formato de la tabla 14, para resumir cada uno de los valores obtenidos para cada día, por acceso independiente.

Tabla 14 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, para cada acceso

Demora promedio por vehículo detenido por día				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

- Demora promedio por vehículo que llega a la intersección**

El cálculo de la demora promedio por vehículo que llega a la intersección se hace a partir de la Ec.7, expresada en la sección teórica. Para aplicar dicha ecuación se tomarán los valores de la demora total por tiempo en cola y el número de vehículos que llega a la intersección tabulados previamente. Adicionalmente, según HCM (2010), las mediciones en campo tienden a sobreestimar los valores de demora, por ello es recomendable multiplicar cada valor de demora promedio de vehículo que llega por un factor de 0.90, como se muestra en la Ec. 18, con la finalidad de mitigar los errores que puedan ocurrir durante las mediciones.

$$Demora\ promedio\ por\ vehiculo\ que\ llega = \frac{Demora\ total}{Vehiculos\ que\ llegan} * 0.90 \quad Ec. 18$$

Este procedimiento se repite para cada día de la semana, por acceso, durante el periodo de estudio y se resumen los resultados en el formato de la tabla 15.

Tabla 15 Demora promedio por vehículo que llega por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso de la intersección.

Demora promedio por vehículo que llega por horas					
Ubicación					
Acceso					
Demora promedio por vehículo que llega (seg)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

A partir de los valores presentados en el formato de la tabla 15, se calculará un valor único de demora promedio por vehículo que llega para cada día de la semana. Este cálculo se

realizará mediante la Ec.19, que consiste en un promedio ponderado, sumando el producto de demora promedio por vehículo que llega por el número de vehículos que llegan en cada hora de análisis del día y dividiendo el resultado entre todos los vehículos que llegaron a la intersección durante el periodo de estudio del día.

Demora promedio por vehículo que llega por día =

Ec. 19

$$= \frac{\sum(\text{demora promedio por vehículo que llega} * \text{vehículos que llegan})}{\text{Total vehículos que llega}}$$

Posteriormente se utilizará el formato de la tabla 16, para resumir cada uno de los valores obtenidos para cada día, por acceso independiente.

Tabla 16 Demora promedio por vehículo que llega, por día de la semana, para cada acceso.

Demora promedio por vehículo que llega por día				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

d. Indicadores de Eficiencia de la intersección

Para medir la eficiencia de la intersección se determinarán indicadores cuantitativos y cualitativos en función de las longitudes de cola y demoras.

- **Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, por hora de análisis (CDH)**

Para conocer la eficiencia del verde del semáforo en la hora de estudio se determina un coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo de la hora de análisis, por medio de la Ec. 20. Esta ecuación relaciona el número de ciclos disipados durante la hora de análisis, entre el total de ciclos que conformarán dicha hora.

$$CDH = \frac{N^{\circ} \text{ de ciclos disipados por hora de analisis}}{N^{\circ} \text{ total de ciclos por hora}} * 100\% \quad \text{Ec. 20}$$

El coeficiente se determinará para cada hora, durante los cinco días de la semana por cada acceso de la intersección. Los resultados se tabularán en el formato de la tabla 17.

Tabla 17 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso de la intersección.

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis					
Ubicación					
Acceso					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

- **Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, en el periodo de estudio (CDP)**

Una vez realizado el análisis por hora, se aplicará el procedimiento, para determinar un único coeficiente durante el día de análisis. Para ello se aplicará la Ec. 21 que relaciona el número total de ciclos disipados en todo el periodo de estudio del día, con el número total de ciclos disipados en el día.

$$CDP = \frac{N^{\circ} \text{ de ciclos disipados en el periodo de estudio por día}}{N^{\circ} \text{ total de ciclos en el periodo de estudio en el día}} * 100\% \quad \text{Ec. 21}$$

El procedimiento se aplica para cada día de la semana, para cada acceso y se resumen los valores en el formato de la tabla 18.

Tabla 18 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

- **Porcentaje de vehículos detenidos.**

Al conocer los vehículos que se detienen y los vehículos que llegan a la intersección, es posible calcular la proporción de vehículos que se detienen, como una medida de eficiencia de la intersección. Este cálculo se realizará por medio de la Ec. 22 a cada una de las horas de estudio, para cada día de la semana y por acceso. Posteriormente en el formato de la tabla 19,

se hará un resumen de cada uno de estos valores y un promedio final para las comparaciones durante los días de la semana.

$$\% \text{ vehiculos detenidos} = \frac{\text{vehiculos detenidos}}{\text{vehiculos que llegan a la interseccion}} * 100\% \quad \text{Ec. 22}$$

Tabla 19 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, para cada acceso.

Porcentaje de vehículos detenidos					
Ubicación					
Acceso					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Promedio					

- **Demora por control**

La demora por control establecida por el HCM(2010) para determinar el nivel de servicio, se calcula por medio de la Ec. 8 expresada en el capítulo II de bases teóricas, donde a partir de la demora promedio por vehículo que llega se le suma una demora por corrección de desaceleración y aceleración. En primer lugar, se determinará el número de canales de cada acceso y el número de ciclos existentes en el periodo de estudio y se calculará el numero promedio de vehículos que se detienen por canal en cada ciclo, por medio de la Ec. 23.

$$\text{Numero promedio de vehículos que se detienen por canal en cada ciclo} = \quad \text{Ec. 23}$$

$$= \frac{\text{Vehiculos detenidos en el periodo de estudio por canal}}{\text{Nº de ciclos en el periodo de estudio}}$$

Al conocer el número de vehículos que se detienen por canal en cada ciclo y la velocidad del acceso, se estimará el factor de corrección por desaceleración y aceleración en la tabla 1 mostrada en el capítulo II de bases teóricas. Dicho factor se aplica en la Ec. 9 del capítulo II, correspondiente a la demora por corrección de desaceleración y aceleración. Este procedimiento se repite para cada día de la semana y por cada acceso independiente y los valores se resumen en el formato de la tabla 20.

Tabla 20 Demora por corrección por días de la semana, para cada acceso de la intersección.

Demora por corrección				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

Una vez obtenida la demora por corrección, estos valores se suman a la demora promedio por vehículo que llega registradas en el formato de la tabla 16. Cada valor obtenido se resume en el formato de la tabla 21, por día de la semana, por acceso independiente.

Tabla 21 Demora por control, por día de la semana, para cada acceso.

Demora por control por día				
Ubicación				
Acceso				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

Finalmente se determinará un promedio de los indicadores de eficiencia en la semana para cada acceso de la intersección resumiendo cada uno de sus valores en el formato de la tabla 22.

Tabla 22 Comparación de los indicadores de eficiencia en la intersección

Indicadores de eficiencia en la intersección				
Ubicación				
Parámetros	Accesos de la intersección			
	Hacia el Norte	Hacia el Oeste	Hacia el Sur	Hacia el Este
CDP				
Porcentaje de vehículos detenidos				
Demora por control				

3.9 Técnicas de análisis

En la presente investigación se obtendrán los datos necesarios para abarcar los objetivos del estudio, y se aplicarán diversas técnicas de análisis. Para ello, los datos se clasificarán, agruparán y ordenarán por medio de tablas y gráficos que permitirán dar resultados concluyentes de las variaciones observadas a lo largo del día y durante los días de la semana. Todo esto se logrará haciendo uso de la estadística descriptiva. Además, haciendo uso de la estadística inferencial se harán comparaciones del comportamiento evaluado y se plantearán modelos matemáticos por medio de gráficos de mejor ajuste, que representarán cada uno de los parámetros estudiados.

La forma de análisis será la siguiente:

a. Longitud de Cola

- Vehículos detenidos por horas de un mismo día, en cada acceso de la intersección, por medio de gráficos de dispersión.
- Vehículos detenidos en los días de la semana, en cada acceso de la intersección, por medio de histogramas y gráficos de dispersión.
- Ciclos en los que ocurre disipación o no de la cola en los días de la semana, en cada acceso de la intersección, por medio de histogramas.

b. Demoras

- Demora total de por horas de un mismo día, en cada acceso de la intersección por medio de gráficos de dispersión.
- Demora total en los días de la semana, en cada acceso de la intersección, por medio de histogramas.
- Demora promedio vehículo detenido, en los días de la semana, en cada acceso de la intersección, por medio de histogramas.
- Demora promedio vehículo que llega, en los días de la semana, en cada acceso de la intersección, por medio de histogramas.

c. Volumen vs Demoras y Longitudes de colas

- Modelos matemáticos que relacionen volumen vs longitudes de colas y volumen vs demoras.

d. *Curvas de llegada y salida*

- Comportamiento gráfico de las demoras y longitudes de colas por medio de la obtención de curvas de llegada y salida para cada hora de análisis, por día y por acceso.

e. *Indicadores de Eficiencia de la intersección*

- Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, en el periodo de estudio (CDP) por medio de gráfico de tortas para cada acceso de la intersección.
- Porcentaje de vehículos detenidos por medio de gráfico de tortas para cada acceso de la intersección.
- Demora por control por medio de histogramas todos los días de la semana por accesos y para toda la intersección.
- Comparación de indicadores de eficiencia en toda la intersección por medio de histogramas.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV. PROCESAMIENTO DE DATOS

En este capítulo se presenta todo lo referente al procesamiento de datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas y descritas en el capítulo anterior, con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en la investigación.

4.1 Longitud de Cola y Demora Total en Cola

La técnica de entrada-salida resulta sumamente útil para la medición de la longitud de cola y la demora total, ya que permite obtener de forma simultánea la información necesaria para el análisis de ambos parámetros. En la aplicación de esta metodología, se emplea el formato de la tabla 5 mencionada en el capítulo III. El registro consiste en anotar los vehículos que ingresan y salen de la intersección en intervalos aproximados de 30 segundos. Este intervalo se consideró de esa magnitud dividiendo la longitud del ciclo del semáforo de 125 segundos en 4 partes. Esto se realiza diariamente para todos los accesos de la intersección ubicada entre la avenida Las Américas y la calle 26, en la Ciudad de Mérida, Venezuela. Durante las mediciones, se cuentan y anotan el número de vehículos desde las 9:00 a.m. hasta la 1:10 p.m. En ese período, se establece una pausa en el conteo de vehículos desde las 11:00 a.m. hasta las 11:10 a.m., como se hizo con la filmación.

A continuación, se presenta un ejemplo representativo de las mediciones correspondientes al día lunes, en el acceso hacia el Norte, desglosado en periodos de una hora.

4.1.1 Medición de Longitud de Colas y Demoras, en el acceso hacia el Norte, el día lunes desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m.

La tabla 23 presenta los datos registrados a partir de la técnica de entrada-salida, el lunes, en el acceso hacia el Norte, desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m. En la primera columna se establece el intervalo de medición y en la segunda columna la luz del semáforo correspondiente a dicho intervalo. Seguidamente en la tercera columna se registra el número de vehículos que llega durante ese periodo de tiempo, realizando un acumulado de los mismos en la cuarta columna. De igual forma, en la quinta columna se registran los vehículos que salen de la intersección en ese instante y en la sexta columna se realiza un acumulado de estos valores.

Para registrar los vehículos que llegan, las mediciones se realizan corriente arriba de la intersección y más allá del final de la cola. En el caso de los vehículos que salen se consideran todos aquellos que atraviesan la línea de parada de la intersección durante el intervalo analizado.

Tabla 23 Medición de demoras por tiempo en cola en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Medición de demora por tiempo en cola								
Ubicación		Intersección entre avenida las Américas y calle 26				Página	¼	
Día		Lunes		Fecha	6 de mayo de 2024			
Acceso		hacia el Norte		Hora	9:00 a.m. – 10:00 a.m.			
Intervalo de Medición		Luz	Veh. llegan	Acum. de Veh. llegan	Veh. salen	Acum. de Veh. salen	Long. de Cola	Demora (veh-s)
9:00:09	9:00:41	R	3	3	0	0	3	96
9:00:41	9:01:11	V+A	4	7	7	7	0	0
9:01:11	9:01:42	R	4	11	0	7	4	124
9:01:42	9:02:14	R	5	16	0	7	9	288
9:02:14	9:02:46	R	3	19	0	7	12	384
9:02:46	9:03:16	V+A	8	27	16	23	4	120
9:03:16	9:03:47	R	4	31	0	23	8	248
9:03:47	9:04:19	R	2	33	0	23	10	320
9:04:19	9:04:51	R	5	38	0	23	15	480
9:04:51	9:05:21	V+A	5	43	20	43	0	0
9:05:21	9:05:52	R	3	46	1	44	2	62
9:05:52	9:06:24	R	1	47	0	44	3	96
9:06:24	9:06:56	R	3	50	0	44	6	192
9:06:56	9:07:26	V+A	5	55	11	55	0	0
9:07:26	9:07:57	R	1	56	0	55	1	31
9:07:57	9:08:29	R	1	57	0	55	2	64
9:08:29	9:09:01	R	4	61	0	55	6	192
9:09:01	9:09:31	V+A	1	62	7	62	0	0
9:09:31	9:10:02	R	2	64	0	62	2	62
9:10:02	9:10:34	R	5	69	0	62	7	224
9:10:34	9:11:06	R	3	72	0	62	10	320
9:11:06	9:11:36	V+A	2	74	12	74	0	0
9:11:36	9:12:07	R	3	77	0	74	3	93
9:12:07	9:12:39	R	5	82	0	74	8	256
9:12:39	9:13:11	R	3	85	0	74	11	352
9:13:11	9:13:41	V+A	5	90	11	85	5	150
9:13:41	9:14:12	R	3	93	0	85	8	248
9:14:12	9:14:44	R	2	95	0	85	10	320
9:14:44	9:15:16	R	4	99	0	85	14	448
9:15:16	9:15:46	V+A	4	103	18	103	0	0
Subtotal								5170

Tabla 23 Medición de demoras por tiempo en cola en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. (continuación)

Medición de demora por tiempo en cola								
Ubicación		Intersección entre avenida las Américas y calle 26				Página	2/4	
Día		Lunes		Fecha	6 de mayo de 2024			
Acceso		hacia el Norte		Hora	9:00 a.m. – 10:00 a.m.			
Intervalo de Medición		Luz	Veh. llegan	Acum. de Veh. llegan	Veh. salen	Acum. de Veh. salen	Long. de Cola	Demora (veh-s)
9:15:46	9:16:17	R	2	105	0	103	2	62
9:16:17	9:16:49	R	2	107	0	103	4	128
9:16:49	9:17:21	R	1	108	0	103	5	160
9:17:21	9:17:51	V+A	1	109	6	109	0	0
9:17:51	9:18:22	R	6	115	0	109	6	186
9:18:22	9:18:54	R	3	118	0	109	9	288
9:18:54	9:19:26	R	2	120	0	109	11	352
9:19:26	9:19:56	V+A	1	121	12	121	0	0
9:19:56	9:20:27	R	7	128	0	121	7	217
9:20:27	9:20:59	R	1	129	0	121	8	256
9:20:59	9:21:31	R	8	137	0	121	16	512
9:21:31	9:22:01	V+A	3	140	18	139	1	30
9:22:01	9:22:32	R	1	141	1	140	1	31
9:22:32	9:23:04	R	6	147	0	140	7	224
9:23:04	9:23:36	R	1	148	0	140	8	256
9:23:36	9:24:06	V+A	6	154	10	150	4	120
9:24:06	9:24:37	R	2	156	0	150	6	186
9:24:37	9:25:09	R	2	158	0	150	8	256
9:25:09	9:25:41	R	2	160	0	150	10	320
9:25:41	9:26:11	V+A	2	162	10	160	2	60
9:26:11	9:26:42	R	3	165	0	160	5	155
9:26:42	9:27:14	R	6	171	0	160	11	352
9:27:14	9:27:46	R	3	174	1	161	13	416
9:27:46	9:28:16	V+A	1	175	14	175	0	0
9:28:16	9:28:47	R	4	179	0	175	4	124
9:28:47	9:29:19	R	4	183	0	175	8	256
9:29:19	9:29:51	R	7	190	0	175	15	480
9:29:51	9:30:21	V+A	1	191	16	191	0	0
9:30:21	9:30:52	R	4	195	1	192	3	93
Subtotal								5520

Tabla 23 Medición de demoras por tiempo en cola en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. (continuación)

Medición de demora por tiempo en cola								
Ubicación		Intersección entre avenida las Américas y calle 26				Página		3/4
Día		Lunes		Fecha		6 de mayo de 2024		
Acceso		hacia el Norte		Hora		9:00 a.m. – 10:00 a.m.		
Intervalo de Medición		Luz	Veh. llegan	Acum. de Veh. llegan	Veh. salen	Acum. de Veh. salen	Long. de Cola	Demora (veh-s)
9:30:52	9:31:24	R	3	198	0	192	6	192
9:31:24	9:31:56	R	2	200	0	192	8	256
9:31:56	9:32:26	V+A	5	205	12	204	1	30
9:32:26	9:32:57	R	4	209	0	204	5	155
9:32:57	9:33:29	R	1	210	0	204	6	192
9:33:29	9:34:01	R	2	212	0	204	8	256
9:34:01	9:34:31	V+A	1	213	9	213	0	0
9:34:31	9:35:02	R	1	214	0	213	1	31
9:35:02	9:35:34	R	2	216	0	213	3	96
9:35:34	9:36:06	R	1	217	0	213	4	128
9:36:06	9:36:36	V+A	2	219	6	219	0	0
9:36:36	9:37:07	R	0	219	0	219	0	0
9:37:07	9:37:39	R	5	224	0	219	5	160
9:37:39	9:38:11	R	3	227	0	219	8	256
9:38:11	9:38:41	V+A	1	228	9	228	0	0
9:38:41	9:39:12	R	5	233	0	228	5	155
9:39:12	9:39:44	R	5	238	0	228	10	320
9:39:44	9:40:16	R	4	242	0	228	14	448
9:40:16	9:40:46	V+A	4	246	18	246	0	0
9:40:46	9:41:17	R	0	246	0	246	0	0
9:41:17	9:41:49	R	3	249	0	246	3	96
9:41:49	9:42:21	R	4	253	0	246	7	224
9:42:21	9:42:51	V+A	1	254	8	254	0	0
9:42:51	9:43:22	R	4	258	0	254	4	124
9:43:22	9:43:54	R	3	261	0	254	7	224
9:43:54	9:44:26	R	6	267	0	254	13	416
9:44:26	9:44:56	V+A	2	269	15	269	0	0
9:44:56	9:45:27	R	2	271	0	269	2	62
9:45:27	9:45:59	R	5	276	0	269	7	224
Subtotal								4045

Tabla 23 Medición de demoras por tiempo en cola en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Ciudad de Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. (continuación)

Medición de demora por tiempo en cola								
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26					Página	4/4	
Día	Lunes			Fecha	6 de mayo de 2024			
Acceso	hacia el Norte			Hora	9:00 a.m. – 10:00 a.m.			
Intervalo de Medición		Luz	Veh. llegan	Acum. de Veh. llegan	Veh. salen	Acum. de Veh. salen	Long. de Cola	Demora (veh-s)
9:45:59	9:46:31	R	4	280	0	269	11	352
9:46:31	9:47:01	V+A	4	284	15	284	0	0
9:47:01	9:47:32	R	0	284	0	284	0	0
9:47:32	9:48:04	R	1	285	0	284	1	32
9:48:04	9:48:36	R	10	295	0	284	11	352
9:48:36	9:49:06	V+A	1	296	12	296	0	0
9:49:06	9:49:37	R	3	299	0	296	3	93
9:49:37	9:50:09	R	6	305	0	296	9	288
9:50:09	9:50:41	R	2	307	0	296	11	352
9:50:41	9:51:11	V+A	7	314	18	314	0	0
9:51:11	9:51:42	R	7	321	0	314	7	217
9:51:42	9:52:14	R	6	327	0	314	13	416
9:52:14	9:52:46	R	5	332	0	314	18	576
9:52:46	9:53:16	V+A	5	337	21	335	2	60
9:53:16	9:53:47	R	3	340	0	335	5	155
9:53:47	9:54:19	R	3	343	0	335	8	256
9:54:19	9:54:51	R	3	346	0	335	11	352
9:54:51	9:55:21	V+A	2	348	12	347	1	30
9:55:21	9:55:52	R	4	352	0	347	5	155
9:55:52	9:56:24	R	3	355	0	347	8	256
9:56:24	9:56:56	R	3	358	0	347	11	352
9:56:56	9:57:26	V+A	4	362	14	361	1	30
9:57:26	9:57:57	R	1	363	0	361	2	62
9:57:57	9:58:29	R	2	365	0	361	4	128
9:58:29	9:59:01	R	0	365	0	361	4	128
9:59:01	9:59:31	V+A	2	367	6	367	0	0
Subtotal							4642	
Total							19377	

Este procedimiento se aplica en las siguientes horas, para los cinco días de la semana del acceso hacia el Norte. Las tablas correspondientes se encuentran disponibles en el anexo A para su consulta. El anexo A se encuentra dividido en 5 secciones por cada día de la semana. Es decir, el anexo A.1 corresponde al día lunes, anexo A.2 al día martes, anexo A.3 al día miércoles, anexo A.4 al día jueves y anexo A.5 al día viernes.

De igual manera, se realizan las mediciones de longitudes de cola y demoras para los siguientes accesos, registrando los valores del acceso hacia el Oeste en el anexo B, del acceso hacia el Sur en el anexo C y del acceso hacia el Este en el anexo D. Estos 4 anexos se presentan de forma digital en la investigación.

Una vez obtenida esta información, se elaboran una serie de tablas adicionales que facilitan el análisis detallado del comportamiento de la longitud de cola y demoras en la intersección.

a. Volumen en el Acceso

El volumen total en el acceso está representado por el número de vehículos que llega a la intersección. Para el caso del acceso hacia el Norte, el día lunes desde la 9:00 a.m. hasta las 10:00 a.m. llegaron 367 vehículos. Dicho valor se extrae en la última fila de la columna del acumulado de vehículos que llegan, registrados en la cuarta página de la tabla 23.

La información de las siguientes horas del lunes en el acceso hacia el Norte, se encuentran disponibles en los anexos digitales para su consulta. Así como también la de los demás días de la semana, por cada acceso correspondiente. Al revisar cada una de estas tablas, se registran la cantidad de vehículos que llegan a la intersección en las tablas 24, 25, 26 y 27.

Tabla 24 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio, acceso hacia el Norte

Vehículos que llegan a la intersección por hora de estudio					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	367	383	382	346	350
10:00 a.m. – 11:00 a.m.	353	365	375	423	343
11:10 a.m. – 12:10 p.m.	365	413	364	436	411
12:10 p.m. – 1:10 p.m.	429	468	444	493	418
Total	1514	1629	1565	1698	1522

Tabla 25 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio en el acceso Oeste

Vehículos que llegan a la intersección por hora de estudio					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	445	434	439	458	420
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	478	509	506	543	510
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	574	650	681	682	630
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	616	666	747	660	624
Total	2113	2259	2373	2343	2184

Tabla 26 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio, en el acceso Sur

Vehículos que llegan a la intersección por hora de estudio					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	437	498	509	503	472
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	457	564	518	509	422
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	479	566	530	509	504
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	455	531	540	552	527
Total	1828	2159	2097	2073	1925

Tabla 27 Vehículos que llegan a la intersección, los cinco días de la semana, por hora de estudio en el acceso Este

Vehículos que llegan a la intersección por hora de estudio					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	325	361	346	318	320
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	286	343	291	311	295
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	286	254	259	287	311
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	307	277	280	297	315
Total	1204	1235	1176	1213	1241

b. Longitud de Cola

En la intersección en estudio la longitud del ciclo es de 125 segundos, es decir que para cada hora de análisis existe un total de 29 ciclos. Esto se determina al dividir la hora de análisis entre la longitud del ciclo en segundos. En la tabla 28 se representa la máxima longitud de cola al inicio de la luz verde del semáforo y de los vehículos que salen en el intervalo de verde. Los registros se realizan durante los 29 ciclos correspondientes del día lunes desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m., en el acceso hacia el Norte de la intersección.

Posteriormente en la tabla 28 al sumar la máxima longitud de cola en cada ciclo de la hora de análisis, representada por los vehículos existentes antes del inicio de la luz verde del semáforo, se obtiene el total de vehículos detenidos durante toda la hora de estudio. Adicionalmente, se puede conocer si la longitud de vehículos en cola fue disipada totalmente, al comparar si la cantidad de vehículos en cola es mayor que la cantidad de vehículos que salen.

Los valores de la máxima longitud de cola se obtienen de la séptima columna de la tabla 23 y los vehículos que salen de la intersección se extraen de la quinta columna de la misma tabla. Este procedimiento se aplica de igual manera por cada hora de análisis, durante los cinco días de la semana y para cada acceso. Las tablas correspondientes se muestran en los anexos de la investigación para su consulta.

Tabla 28 Longitud de cola por ciclo del semáforo en la intersección Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	3	7	SI
ciclo 2	12	16	SI
ciclo 3	15	20	SI
ciclo 4	6	11	SI
ciclo 5	6	7	SI
ciclo 6	10	12	SI
ciclo 7	11	11	SI
ciclo 8	14	18	SI
ciclo 9	5	6	SI
ciclo 10	11	12	SI
ciclo 11	16	18	SI

Tabla 28 Longitud de cola por ciclo del semáforo en la intersección. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. (continuación)

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 12	8	10	SI
ciclo 13	10	10	SI
ciclo 14	13	14	SI
ciclo 15	15	16	SI
ciclo 16	8	12	SI
ciclo 17	8	9	SI
ciclo 18	4	6	SI
ciclo 19	8	9	SI
ciclo 20	14	18	SI
ciclo 21	7	8	SI
ciclo 22	13	15	SI
ciclo 23	11	15	SI
ciclo 24	11	12	SI
ciclo 25	11	18	SI
ciclo 26	18	21	SI
ciclo 27	11	12	SI
ciclo 28	11	14	SI
ciclo 29	4	6	SI
Total	294 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

- **Vehículos detenidos.**

De la sumatoria realizada en la tabla 28, se obtiene que el lunes, desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m., en el acceso hacia el Norte de la intersección, se registraron 294 vehículos que se detuvieron en cola durante la hora de estudio. Los demás datos correspondientes a la cantidad de vehículos detenidos durante cada hora de estudio, en los cinco días de la semana, para el acceso hacia el Norte, hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este, se toman de las tablas presentadas en los anexos y se tabula cada valor en las tablas 29, 30, 31 y 32.

Tabla 29 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección.

Vehículos detenidos por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	294	327	323	268	281
10:00 a.m. – 11:00 a.m.	299	285	319	345	270
11:10 a.m. – 12:10 p.m.	310	341	311	383	344
12:10 p.m. – 1:10 p.m.	338	376	389	395	352
Total	1241	1329	1342	1391	1247

Tabla 30 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Oeste.

Vehículos detenidos por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	312	295	340	295	284
10:00 a.m. – 11:00 a.m.	385	402	389	371	354
11:10 a.m. – 12:10 p.m.	429	524	489	490	479
12:10 p.m. – 1:10 p.m.	463	495	609	512	455
Total	1589	1716	1827	1668	1572

Tabla 31 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Sur.

Vehículos detenidos por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	365	383	376	389	373
10:00 a.m. – 11:00 a.m.	415	433	401	422	337
11:10 a.m. – 12:10 p.m.	405	449	433	406	393
12:10 p.m. – 1:10 p.m.	368	418	414	418	405
Total	1553	1683	1624	1635	1508

Tabla 32 Vehículos detenidos por horas del día, durante los cinco días de la semana en el acceso hacia el Este.

Vehículos detenidos por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	287	296	301	275	280
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	232	305	269	270	250
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	233	234	244	254	265
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	263	234	248	268	245
Total	1015	1069	1062	1067	1040

A partir de los datos tabulados anteriormente se puede obtener un valor único de vehículos detenidos en una hora, para cada día de la semana, aplicando la Ec. 15 descrita en la descripción del procesamiento de datos del Capítulo III. A continuación, se muestra el cálculo del promedio de vehículos detenidos en una hora, el lunes en el acceso hacia el Norte.

$$\text{Promedio de veh. detenido} = \frac{((294 * 367) + (299 * 353) + (310 * 365) + (338 * 429)) \text{veh}^2}{1514 \text{ veh}} =$$

$$\text{Promedio de veh. detenido en una hora} = 311 \text{ veh}$$

Posteriormente se resumen el promedio del número de vehículos detenidos en una hora, para cada día de la semana, por acceso hacia el Norte, hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este en las tablas 33, 34, 35 y 36.

Tabla 33 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Promedio de vehículos detenidos				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Norte			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
311	335	338	354	315

Tabla 34 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Oeste de la Intersección

Promedio de vehículos detenidos				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Oeste			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
404	444	478	431	405

Tabla 35 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Promedio de vehículos detenidos				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Sur			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
389	422	406	409	379

Tabla 36 Resumen promedio de vehículos detenidos, por día de la semana, para cada acceso en el acceso hacia el Este de la Intersección

Promedio de vehículos detenidos				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Este			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
255	272	268	267	260

- **Disipación de la máxima longitud de cola**

De las comparaciones que se realizan entre la máxima longitud de cola y los vehículos que salen de la intersección para cada ciclo, se pueden contar la cantidad de ciclos en los que la longitud de cola se disipó completamente o quedo un remanente de esta para el siguiente ciclo. De la tabla 28, se extrae la información correspondiente al lunes, desde las 9:00 a.m. a las 10 a.m., en el acceso hacia el Norte. Para los demás accesos en cada hora de análisis y durante los cinco días de la semana se consultan las tablas mostradas en los anexos y se resumen los valores en las tablas 37, 38, 39 y 40.

Tabla 37. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la intersección

Disipación de la máxima longitud cola por ciclo del semáforo					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	29	28	26	29	27
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	29	29	28	29
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	28	28	28	28	28
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	29	29	27	28	29
Total en horas del día	115	114	110	113	113
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola no disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	0	1	3	0	2
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	0	0	0	1	0
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	1	1	1	1	1
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	0	0	2	1	0
Total en horas del día	1	2	6	3	3

Tabla 38. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la intersección

Disipación de la máxima longitud cola por ciclo del semáforo					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	29	29	29	29	28
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	28	27	29	29
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	29	29	28	28	29
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	29	29	27	29	29
Total en horas del día	116	115	111	115	115
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola no disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	0	0	0	0	1
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	0	1	2	0	0
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	0	0	1	1	0
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	0	0	0	0	0
Total en horas del día	0	1	3	1	1

Tabla 39. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la intersección

Disipación de la máxima longitud cola por ciclo del semáforo					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	29	29	28	29	29
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	29	29	29	29
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	29	29	28	28	29
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	25	29	29	29	29
Total en horas del día	112	116	114	115	116
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola no disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	0	0	1	0	0
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	0	0	0	0	0
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	0	0	1	1	0
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	4	0	0	0	0
Total en horas del día	4	0	2	1	0

Tabla 40. Disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la intersección

Disipación de la máxima longitud cola por ciclo del semáforo					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	27	27	28	28	25
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	25	23	28	27
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	29	26	26	28	27
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	24	28	29	29	28
Total en horas del día	109	106	106	113	107
Cantidad de ciclos con máxima longitud de cola no disipada					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	2	2	1	1	4
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	0	4	6	1	2
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	0	3	3	1	2
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	5	1	0	0	1
Total en horas del día	7	10	10	3	9

c. Demoras

Por medio de los datos registrados anteriormente se proceden a calcular las demoras de la intersección en estudio.

- **Demora total por tiempo en cola**

Las tablas 41, 42, 43 y 44 presentan la demora total en cola durante los cinco días de la semana, desde las 9:00 a.m. hasta la 1:10 p.m., por acceso hacia el Norte, hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este. Por ejemplo, para el caso del acceso hacia el Norte, el lunes desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m. la demora total en cola es de 19377 vehículos – segundo. Esto se obtiene sumando los subtotales de demora obtenidos en la tabla 23 de medición de demoras por tiempo en cola. Los demás valores de demoras se extraen de las tablas mostradas en los anexos digitales.

Tabla 41 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la Intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela

Demora total por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Demora total por tiempo en cola (veh-s)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	19377	22099	22772	18062	19149
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	19975	19994	21555	22873	18555
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	22235	22210	20190	24879	23843
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	23295	24158	26133	26787	23411

Tabla 42 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la Intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela

Demora total por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Demora total por tiempo en cola (veh-s)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	18527	17498	21711	17478	17357
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	24921	24760	23511	23283	21061
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	27301	32340	30864	29805	28590
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	29358	32734	38718	32405	27090

Tabla 43 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Demora total por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Demora total por tiempo en cola (veh-s)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	23564	25847	24263	24114	23217
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	24680	27142	24063	26711	20921
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	25960	26914	27538	25481	24062
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	24525	25632	25833	24976	25261

Tabla 44 Demora total por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso Este de la Intersección

Demora total por horas del día					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Demora total por tiempo en cola (veh-s)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	20570	22333	20697	18343	20393
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	16622	23275	18694	17316	17669
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	17150	16404	17717	16917	17891
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	18881	18097	16652	18183	18000

A partir de los valores previamente tabulados, se calcula un valor único de demora total para cada día de la semana. En las tablas 45, 46, 47 y 48 se muestra un resumen de cada uno de los valores Este cálculo se realiza mediante la Ec. 16, del capítulo III. A continuación, se muestra el cálculo para el acceso hacia el Norte, el lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m,

Promedio de demora total =

$$= \frac{((19377 * 367) + (19975 * 353) + (22235 * 365) + (23295 * 429))veh^2 - s}{1514 veh} = 21316 veh - s$$

Tabla 45 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Norte

Demora total por día de la semana				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Norte			
Demora total por tiempo en cola (veh-s)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
21316	22247	22833	23544	21453

Tabla 46 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Oeste de la Intersección

Demora total por día de la semana				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Oeste			
Demora total por tiempo en cola (veh-s)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
25514	27897	30075	26616	24243

Tabla 47 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Sur de la Intersección

Demora total por día de la semana				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Sur			
Demora total por tiempo en cola (veh-s)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
24710	26412	25446	25317	23494

Tabla 48 Demora total, por día de la semana, acceso hacia el Este de la Intersección

Demora total por día de la semana				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Este			
Demora total por tiempo en cola (veh-s)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
18384	20425	18582	17703	18511

- Demora promedio por vehículo detenido**

Para el cálculo de la demora promedio por vehículo detenido, se aplica la Ec. 6 del capítulo II. A continuación, se muestra el cálculo correspondiente a la demora del acceso hacia el Norte, el lunes entre las 9:00 a.m. y las 10:00 a.m. Según lo tabulado previamente para el acceso, día y hora correspondiente, se utiliza el valor de 294 vehículos detenidos en la hora de estudio, extraído de la tabla 29 y la demora total de 19377 veh-s registrada en la tabla 41.

$$\text{Demora promedio por vehiculo que se detiene} = \frac{19377 \text{ veh} - s}{294 \text{ veh detenidos}} = 65.91 \text{ s}$$

Este procedimiento se aplica, en las siguientes horas de estudio, los demás días de la semana y para todos los accesos. Posteriormente, se presenta un resumen en las tablas 49, 50, 51 y 52.

Tabla 49 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Demora promedio de vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Demora promedio de vehículos detenidos (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	65,91	67,58	70,50	67,40	68,15
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	66,81	70,15	67,57	66,30	68,72
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	71,73	65,13	64,92	64,96	69,31
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	68,92	64,25	67,18	67,82	66,51

Tabla 50 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la Intersección

Demora promedio de vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Demora promedio de vehículos detenidos (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	59,38	59,32	63,86	59,25	61,12
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	64,73	61,59	60,44	62,76	59,49
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	63,64	61,72	63,12	60,83	59,69
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	63,41	66,13	63,58	63,29	59,54

Tabla 51 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Demora promedio de vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Demora promedio de vehículos detenidos (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	64,56	67,49	64,53	61,99	62,24
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	59,47	62,68	60,01	63,30	62,08
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	64,10	59,94	63,60	62,76	61,23
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	66,64	61,32	62,40	59,75	62,37

Tabla 52 Demora promedio por vehículos detenidos, por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la Intersección

Demora promedio de vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Demora promedio de vehículos detenidos (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	71,67	75,45	68,76	66,70	72,83
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	71,65	76,31	69,49	64,13	70,68
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	73,61	70,10	72,61	66,60	67,51
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	71,79	77,34	67,15	67,85	73,47

A partir de los valores tabulados previamente, se calculará un valor único de demora promedio por vehículo detenido para cada día de la semana, por acceso independiente. Los datos se registran en las tablas 53, 54, 55 y 56. Este cálculo se realiza mediante la Ec. 17, del capítulo III. A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo para el acceso hacia el Norte, el lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

$$\begin{aligned}
 & \text{Demora promedio vehiculo detenido, lunes, acceso hacia el Norte} = \\
 & = \frac{((65,91 \text{ s} * 294 \text{ veh}) + (66,81 \text{ s} * 299 \text{ veh}) + (71,73 \text{ s} * 310 \text{ veh}) + (68,92 \text{ s} * 338 \text{ veh}))}{1241 \text{ veh}} \\
 & = 68,40 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Tabla 53 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Norte

Demora promedio por vehículo detenido por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Norte			
Demora por vehículo detenido (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
68.40	66.56	67.55	66.57	68.13

Tabla 54 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Oeste

Demora promedio por vehículo detenido por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Oeste			
Demora por vehículo detenido (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
63.00	62.55	62.84	61.73	59.86

Tabla 55 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Sur

Demora promedio por vehículo detenido por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Sur			
Demora por vehículo detenido (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
63.57	62.71	62.62	61.95	61.98

Tabla 56 Demora promedio por vehículo detenido, por día de la semana, acceso hacia el Este

Demora promedio por vehículo detenido por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Este			
Demora por vehículo detenido (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
72.14	74.94	69.45	66.32	71.11

- **Demora promedio por vehículo que llega a la intersección**

La demora promedio por vehículo que llega a la intersección, se obtiene al aplicar la Ec.18, detallada en el capítulo III de procesamiento de datos. A continuación, se presenta el cálculo correspondiente a la demora del acceso hacia el Norte, el lunes, entre las 9:00 a.m. y las 10:00 a.m. Según lo tabulado previamente para el acceso, día y hora correspondiente, se utiliza el valor de 367 vehículos de la tabla 24 y la demora total de 19377 vehículos-segundo registrada en la tabla 41.

$$\text{Demora promedio por vehiculo que llega} = \frac{19377 \text{ veh} - s}{367 \text{ veh que llegan}} * 0.90 = 47.52 \text{ s}$$

Este procedimiento se aplica, en las siguientes horas de estudio, los demás días de la semana y para todos los accesos. Posteriormente, se presenta un resumen en las tablas 57, 58, 59 y 60.

Tabla 57 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Demora promedio de vehículos que llegan a la intersección por horas					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Demora de vehículos que llegan a la intersección (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	47,52	51,93	53,65	46,98	49,24
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	50,93	49,30	51,73	48,67	48,69
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	54,83	48,40	49,92	51,36	52,21
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	48,87	46,46	52,97	48,90	50,41

Tabla 58 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Oeste de la Intersección

Demora promedio de vehículos que llegan a la intersección por horas					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Demora de vehículos que llegan a la intersección (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	37,47	36,29	44,51	34,35	37,19
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	46,92	43,78	41,82	38,59	37,17
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	42,81	44,78	40,79	39,33	40,84
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	42,89	44,24	46,65	44,19	39,07

Tabla 59 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Demora promedio de vehículos que llegan a la intersección por horas					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Demora de vehículos que llegan a la intersección (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	48,53	46,71	42,90	43,15	44,27
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	48,60	43,31	41,81	47,23	44,62
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	48,78	42,80	46,76	45,05	42,97
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	48,51	43,44	43,06	40,72	43,14

Tabla 60 Demora promedio de vehículos que llegan por horas del día, los cinco días de la semana, a la intersección en el acceso hacia el Este de la Intersección

Demora promedio de vehículos que llegan a la intersección por horas					
Ubicación		Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso		hacia el Este			
Demora de vehículos que llegan a la intersección (segundos)					
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	57,49	55,68	53,84	51,91	57,36
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	52,31	61,07	57,82	50,11	53,91
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	53,97	58,12	61,56	53,05	51,77
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	55,35	58,80	53,52	55,10	51,43

A partir de las demoras promedio por vehículo que llega, previamente tabuladas, se calcula un valor único de demora para cada día de la semana. Este cálculo se realiza mediante la Ec.19 del capítulo III. A continuación, se muestra el ejemplo del acceso hacia el Norte, el lunes.

$$\begin{aligned}
 & \text{Demora promedio vehiculo que llega, lunes, acceso Norte} = \\
 & = \frac{((47.52 \text{ s} * 367 \text{ veh}) + (50.93 \text{ s} * 353 \text{ veh}) + (54.83 \text{ s} * 365 \text{ veh}) + (48.87 \text{ s} * 429 \text{ veh}))}{1514, \text{veh}} \\
 & = 50.46 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Se repite el proceso para cada día de la semana y en los demás accesos. Los valores obtenidos se resumen en las tablas 61, 62, 63 y 64.

Tabla 61 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Norte de la Intersección

Demora promedio por vehículo que llega por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Norte			
Demora por vehículo que llega (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
50.46	48.87	44.71	49.08	50.24

Tabla 62 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Oeste de la Intersección

Demora promedio por vehículo que llega por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Oeste			
Demora por vehículo que llega (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
42.64	42.76	43.54	39.55	38.78

Tabla 63 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Sur de la Intersección

Demora promedio por vehículo que llega por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Sur			
Demora por vehículo que llega (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
48.61	43.99	43.65	43.97	43.70

Tabla 64 Demora promedio de vehículos que llegan. por día, acceso hacia el Este de la Intersección

Demora promedio por vehículo que llega por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Este			
Demora por vehículo que llega (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
54.87	58.38	56.45	52.50	53.63

4.1.2 Indicadores de Eficiencia

A continuación, se presentan los indicadores que permitirán determinar la eficiencia de la intersección en estudio.

- **Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, por hora de análisis (CDH)**

El coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis se obtiene a partir de la Ec. 20, mostrada en el capítulo III. A continuación, se muestra el ejemplo del día lunes, desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m. en el acceso hacia el Norte. De la tabla 37 se obtiene que el número de ciclos disipados en la hora de análisis fue de 29 ciclos y al conocer la longitud del ciclo de 125 segundos se obtiene que el total del número de ciclos por hora es de 29 ciclos.

$$CDH = \frac{29 \text{ ciclos}}{29 \text{ ciclos}} * 100\% = 100\%$$

El coeficiente se determina para cada hora, durante los cinco días de la semana por cada acceso de la intersección. Los resultados se registran en las tablas 65, 66, 67 y 68.

Tabla 65 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	100%	97%	90%	100%	100%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	100%	100%	100%	97%	100%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	97%	97%	97%	97%	97%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	100%	100%	93%	97%	100%

Tabla 66 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Oeste de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	100%	100%	100%	100%	97%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	100%	97%	93%	100%	100%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	100%	100%	97%	97%	100%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	100%	100%	93%	100%	100%

Tabla 67 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	100%	100%	97%	100%	100%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	100%	100%	100%	100%	100%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	100%	100%	97%	97%	100%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	86%	100%	100%	100%	100%

Tabla 68 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis, los cinco días de la semana en el acceso hacia el Este de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por hora de análisis					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Hora / Día	93%	93%	97%	97%	86%
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	100%	86%	79%	97%	93%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	100%	90%	90%	97%	93%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	83%	97%	100%	100%	97%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	93%	93%	97%	97%	86%

- **Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, en el periodo de estudio (CDP)**

El coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de estudio se obtiene al aplicar la Ec. 21 del capítulo III. A continuación, se muestra el ejemplo del lunes, desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m. en el acceso hacia el Norte. De la tabla 37 se obtiene que el número total de ciclos disipados en las 4 horas de estudio fue de 115 ciclos disipados. El periodo de estudio fue de 4 horas del día, por ende, el número total de ciclos analizados en el día fue de 116 ciclos.

$$CDP = \frac{115 \text{ ciclos}}{116 \text{ ciclos}} * 100\% = 99\%$$

El procedimiento se aplica para cada día de la semana y por acceso. Los valores se registran en las tablas 69, 70, 71 y 72.

Tabla 69 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Norte			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
99%	98%	95%	97%	99%

Tabla 70 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso hacia el Oeste de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Oeste			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
100%	99%	96%	99%	99%

Tabla 71 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso Sur de la Intersección

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Sur			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
97%	100%	98%	99%	100%

Tabla 72 Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola por días de la semana en el acceso Este de la Intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela

Coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de análisis por día				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Este			
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
94%	91%	91%	97%	92%

- Porcentaje de vehículos detenidos**

Al conocer los vehículos detenidos y los que llegan a la intersección tabulados previamente, se calcula el porcentaje de vehículos detenidos, por medio de la Ec. 22, mostrada en el capítulo III. A continuación, se muestra el cálculo para el acceso hacia el Norte, el día lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

$$\% \text{ vehiculos detenidos} = \frac{294 \text{ veh}}{367 \text{ veh}} * 100\% = 82\%$$

Una vez calculado cada porcentaje, se resumen los valores correspondientes por hora, durante los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte, hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este en las tablas 73, 74, 75 y 76.

Tabla 73 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Porcentaje de Vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Norte				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	80%	85%	85%	77%	80%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	85%	78%	85%	82%	79%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	85%	83%	85%	88%	84%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	79%	80%	88%	80%	84%
Promedio	82%	82%	86%	82%	82%

Tabla 74 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste

Porcentaje de Vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Oeste				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	70%	68%	77%	64%	68%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	81%	79%	77%	68%	69%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	75%	81%	72%	72%	76%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	75%	74%	82%	78%	73%
Promedio	75%	75%	77%	71%	71%

Tabla 75 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Porcentaje de Vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Sur				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	84%	77%	74%	77%	79%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	91%	77%	77%	83%	80%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	85%	79%	82%	80%	78%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	81%	79%	77%	76%	77%
Promedio	85%	78%	77%	79%	78%

Tabla 76 Porcentaje de vehículos detenidos por horas del día, los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la Intersección

Porcentaje de Vehículos detenidos					
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26				
Acceso	hacia el Este				
Hora / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a.m. – 10:00 a.m.	89%	82%	87%	86%	88%
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	81%	89%	92%	87%	85%
11:10 a.m. a 12:10 p.m.	81%	92%	94%	89%	85%
12:10 p.m. a 1:10 p.m.	86%	84%	89%	90%	78%
Promedio	84%	87%	91%	88%	84%

- **Demora por control**

Para la obtención de la demora por control se necesita conocer la demora por corrección de desaceleración y aceleración. Para ello se determina en primer lugar el factor de corrección por aceleración y desaceleración en la tabla 1 del capítulo II de bases teóricas. Por esta razón, es necesario aplicar la Ec.23 del capítulo III, para conocer el número promedio de vehículos que se detienen por canal en cada ciclo. Para ello, se divide la cantidad de vehículos detenidos en la hora de estudio entre el número de ciclos de la hora y el número de canales del acceso. Esto debido a que la medición se realizó por acceso completo con todos sus canales.

Posteriormente, al conocer el factor de corrección y la proporción de vehículos que se detienen se aplica la Ec.9 del capítulo II. De esta manera se obtiene la demora por corrección de desaceleración y aceleración que se le sumará a la demora por vehículo que llega, para obtener la respectiva demora por control.

A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo correspondiente al día lunes en el acceso hacia el Norte de la intersección.

Número promedio de veh. que se detienen por canal en cada ciclo del lunes, acceso hacia el Norte =

$$= \frac{311 \text{ vehiculos detenidos por hora}}{29 \text{ ciclos} * 3 \text{ canales}} = 4 \text{ vehiculos}$$

Al conocer dicho valor y considerando la velocidad del acceso hacia el Norte menor a 60 km/h, se obtiene un factor de corrección por aceleración y desaceleración igual a +5, en la tabla 1 del capítulo II de bases teóricas. De la tabla 73 se obtiene que la proporción de vehículos que

se detienen el día lunes en el acceso Norte es de 0.82 (82%), a partir de dicho valor y del factor de corrección se obtiene la demora por corrección.

$$\text{Demora por corrección de desaceleración y aceleración} = 0.82 * 5 = 4,10 \text{ segundos}$$

Finalmente se aplica la Ec.8 del capítulo II de bases teóricas y se obtiene la demora por control, sumando 4,1 segundos a la demora por vehículo que llega de 50,46 segundos extraída de la tabla 61, correspondiente al día lunes, en el acceso hacia el Norte.

$$\text{Demora por control} = 50,46 \text{ segundos} + 4,1 \text{ segundos} = 54.56 \text{ segundos}$$

Este procedimiento se repite para cada día de la semana y para todos los accesos. Los valores del factor de corrección y demora por corrección se tabulan en los anexos de la investigación. Para tomar los datos de la tabla 1, se consideran en el acceso hacia el Oeste una velocidad menor a 60 km/h y 4 canales. Para el acceso hacia el Sur se estima una velocidad entre 60-71 km/h y 3 canales. Finalmente, en el acceso hacia el Este se considera una velocidad menor a 60 km/h y 2 canales, debido a que el tercer canal no funciona completamente, por carros estacionados en el mismo.

Los valores de Demora por control para cada día de la semana y por acceso se muestran en las tablas 77, 78, 79 y 80.

Tabla 77 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Norte de la Intersección

Demora por control				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Norte			
Demora por control (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
54.56	52.95	48.99	53.17	54.34

Tabla 78 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Oeste de la Intersección

Demora por control				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Oeste			
Demora por control (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
46.39	46.54	47.39	43.08	42.35

Tabla 79 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Sur de la Intersección

Demora por control				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Sur			
Demora por control (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
54.55	49.45	49.07	49.50	49.19

Tabla 80 Demora por control en los cinco días de la semana en el acceso hacia el Este de la Intersección

Demora por control				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Acceso	hacia el Este			
Demora por control (segundos)				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
59.08	62.72	60.95	56.88	57.94

Finalmente se presenta el promedio de cada indicador de eficiencia durante la semana, por cada acceso de la intersección en la tabla 81.

Tabla 81 Comparación de los indicadores de eficiencia en la intersección

Indicadores de eficiencia en la intersección				
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26			
Indicadores de Eficiencia	Accesos de la intersección			
	Hacia el Norte	Hacia el Oeste	Hacia el Sur	Hacia el Este
CDP	98%	99%	99%	93%
Porcentaje de vehículos detenidos	83%	74%	80%	87%
Demora por control (segundos)	52,86	45,15	50,35	59,52

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente capítulo se presenta todo lo referente al análisis de resultados del procesamiento de datos realizado en el capítulo IV.

5.1 Longitud de Cola

Los análisis correspondientes a la longitud de cola para la intersección entre la Avenida las Américas y la calle 26 de la Ciudad de Mérida, Venezuela, se desglosarán por horas del día y posteriormente por días de la semana, para cada acceso.

5.1.1 Vehículos detenidos por horas de estudio para los cinco días de la semana

La cantidad de vehículos detenidos al inicio del intervalo verde, permiten conocer la máxima longitud de cola existente por cada ciclo del semáforo. La sumatoria de todos los valores correspondientes a cada ciclo durante la hora de análisis, representan todos los vehículos detenidos durante la hora. Estos valores por horas de medición son los que se compararon durante el día. A continuación, se presentan los análisis del comportamiento de la longitud de cola por hora de estudio, para cada día de la semana, en el acceso hacia el Norte de la intersección. Los gráficos correspondientes a los vehículos detenidos en el acceso hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este se muestran en los anexos de la investigación.

La Figura 28 representa el total de vehículos detenidos por hora para el lunes, en el acceso hacia el Norte. En dicho gráfico el eje de las abscisas representa las horas de medición durante el día, siendo 1 la primera hora de medición comprendida desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m., 2 representa la segunda hora entre las 10:00 a.m. y las 11:00 a.m., 3 corresponde a la tercera hora desde las 11:10 a.m. hasta las 12:10 a.m. y 4 es la cuarta hora que abarca desde las 12:10 p.m. a la 1:10 p.m. El eje de las ordenadas corresponde al total de vehículos detenidos por cada hora mencionada anteriormente.

Cada punto del gráfico relaciona las horas de medición con el total de vehículos detenidos durante la hora. La tendencia del comportamiento es de una curva polinómica de segundo grado, con un valor de R^2 muy cercano a 1 lo cual indica un muy buen ajuste de los datos al modelo matemático. En el gráfico se puede observar un incremento progresivo en el total de vehículos detenidos por cada hora, mientras transcurrió el periodo de medición. Además, se percibe que en la primera hora de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. se registró el menor rango igual a 294 vehículos, representando la hora valle del estudio, mientras que en el último periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m. se alcanzó el mayor valor de 338 vehículos, pudiendo ser la hora pico del transcurso de la mañana del lunes, en el acceso.

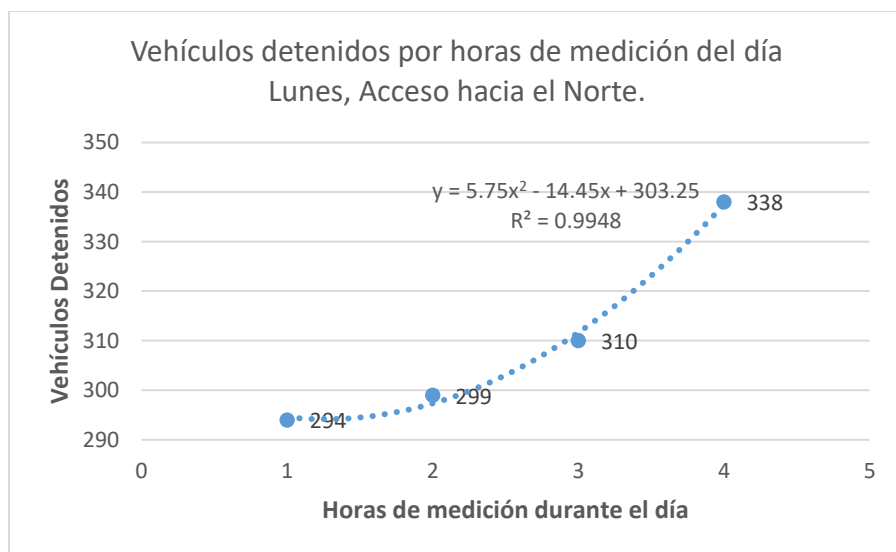


Figura 28 Vehículos detenidos por horas de medición del lunes, acceso hacia el Norte de la intersección

La Figura 29 ilustra el comportamiento del total de vehículos detenidos en cada hora de medición, el martes en el acceso hacia el Norte de la intersección. El gráfico relaciona las horas de medición con los vehículos detenidos en cada una de las horas, al igual que la Figura 28.

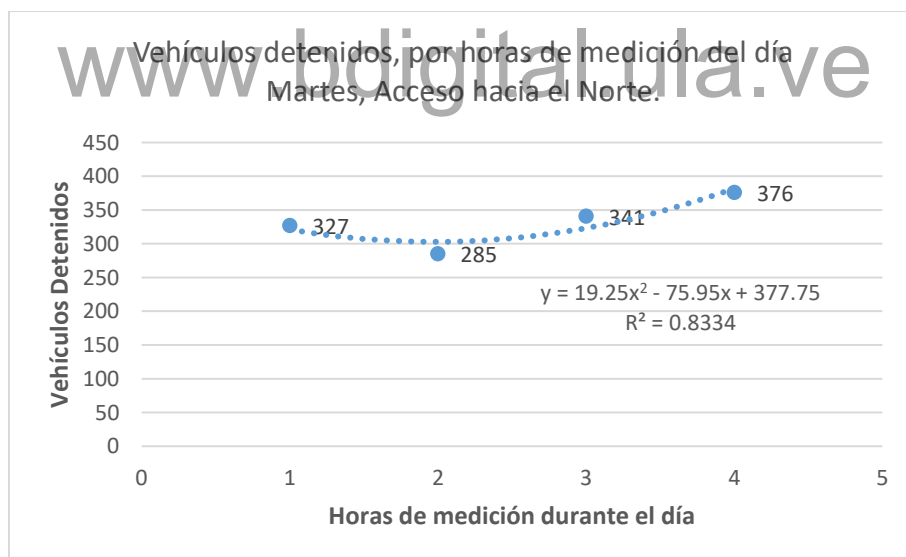


Figura 29 Vehículos detenidos por horas de medición del día martes, acceso hacia el Norte de la intersección

En la Figura 29 se puede observar que el comportamiento del total de los vehículos detenidos por hora de análisis se ajusta a una curva polinómica de segundo grado con un factor de R^2 igual a 0.83 que aporta confiabilidad al modelo matemático. En la imagen se evidencia que el total de los vehículos detenidos en cada hora de análisis aumentaba a medida que transcurría la mañana. Sin embargo, en la segunda hora de medición se percibe el menor valor igual a 285

vehículos, comportándose como la hora valle del periodo de estudio. Mientras que, la última hora refleja la hora con mayor magnitud igual a 376 vehículos detenidos en la mañana del martes del acceso hacia el Norte.

La Figura 30 muestra del comportamiento de los vehículos detenidos por horas de medición, en el acceso hacia el Norte de la intersección, durante las horas de la mañana del miércoles. Dicho gráfico relaciona las horas de medición con los vehículos detenidos durante estas horas. El comportamiento se adapta a una curva polinómica de segundo grado con un valor de R^2 igual a 0.90, indicando un buen ajuste de los datos al modelo matemático. En el gráfico se puede observar que el comportamiento de los vehículos detenidos es muy similar en las 2 primeras horas de estudio. Mientras que en la tercera hora comprendida desde las 11:10 a.m., a las 12:10 p.m. se observa el menor valor del periodo de estudio igual a 311 vehículos, reflejando la hora valle de la mañana. Por otra parte, se observa que en la última hora comprendida desde las 12:10 p.m. a la 1:10 p.m. fue la de mayor concurrencia en vehículos detenidos con 389 vehículos registrados.

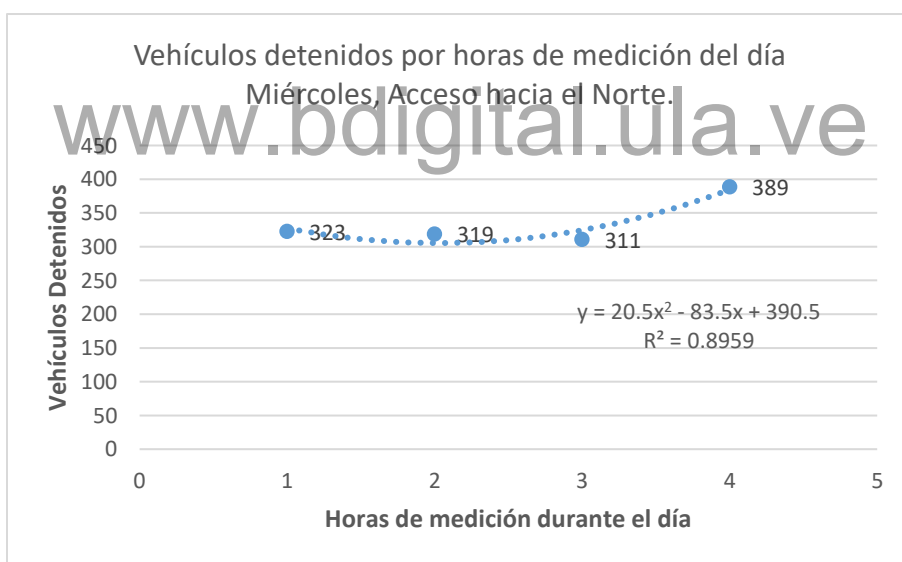


Figura 30 Vehículos detenidos por horas de medición del miércoles, acceso hacia el Norte de la intersección

La Figura 31 representa la cantidad de vehículos detenidos por horas de la mañana del jueves, en el acceso hacia el Norte de la intersección. En la imagen se observa el comportamiento de los vehículos detenidos en función de cada hora de medición. A su vez, se puede evidenciar un incremento progresivo de los vehículos detenidos a medida que transcurrieron las horas de la mañana. Por esta razón, la hora con menor cantidad de vehículos detenidos, fue la primera hora de medición comprendida desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m. con un valor de 268 vehículos y

la hora con mayor rango fue la última hora desde las 12:10 p.m. a la 1:10 p.m. con 395 vehículos. El modelo matemático para este caso se adapta a una curva polinómica de segundo grado, con un valor de R^2 muy cercano a 1, lo cual indica un excelente ajuste de los datos.

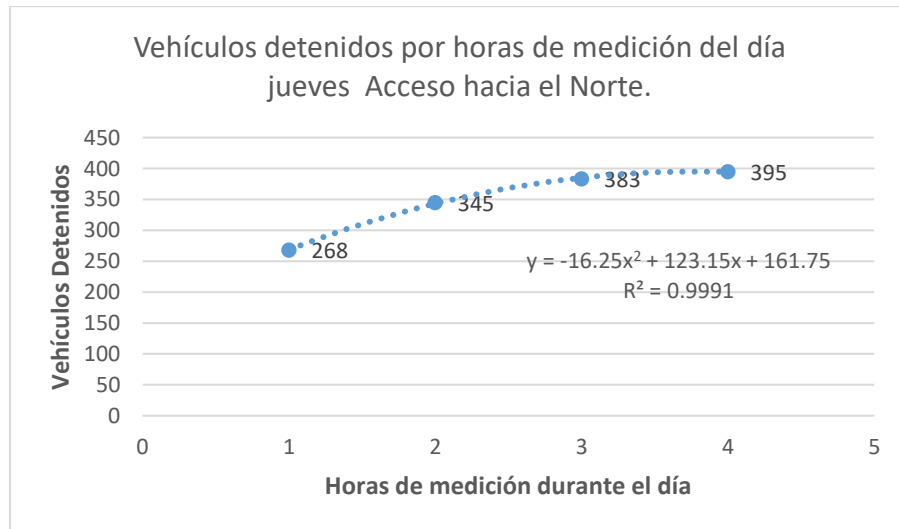


Figura 31 Vehículos detenidos, por horas de medición del jueves, acceso hacia el Norte de la intersección

La Figura 32 ilustra los vehículos detenidos por horas de medición, el viernes en el acceso hacia el Norte de la intersección, en el transcurso de las horas de la mañana. En dicho gráfico se evidencia que la mayor cantidad de vehículos detenidos ocurre en la cuarta hora del día comprendida entre las 12:10 p.m. y la 1:10 p.m. con un valor igual a 352 vehículos. Mientras que, el menor valor se evidencia en la segunda hora de medición entre las 10:00 a.m. y las 11:00 a.m. con 270 vehículos detenidos.

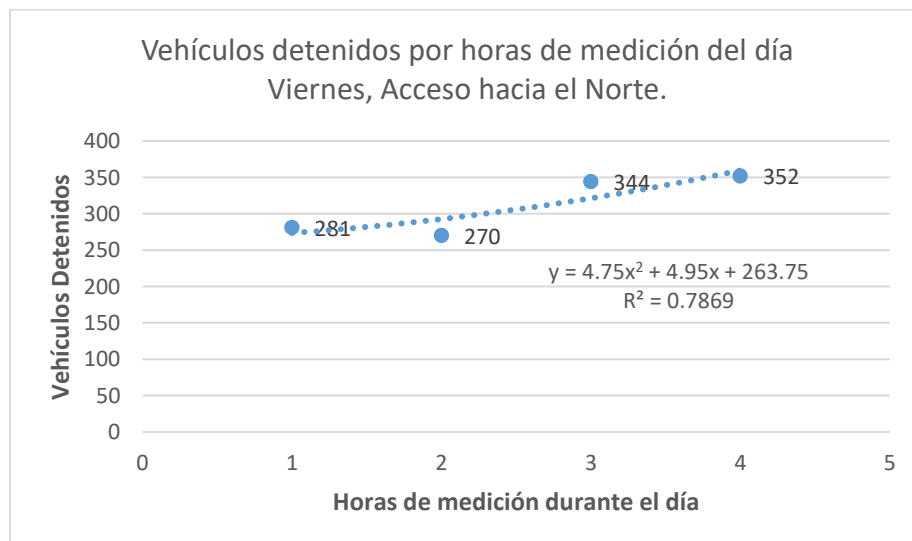


Figura 32 Vehículos detenidos, durante las horas del día viernes, acceso hacia el Norte de la intersección

Los datos del gráfico de la Figura 32, se ajustan a una curva polinómica de segundo grado con un R^2 igual a 0.79 siendo el valor más bajo en toda la semana por la dispersión de los datos. Sin embargo, se encuentra en un rango que aporta confiabilidad al modelo matemático.

El análisis semanal del comportamiento vehicular por hora de medición indica que el mayor número de vehículos detenidos en el acceso hacia el Norte de la intersección se registra en la última hora del periodo, comprendida entre las 12:10 p.m. y la 1:10 p.m. Así mismo, se identifica una tendencia similar en la cantidad de vehículos detenidos durante los martes y miércoles y se puede ver reflejado en la ecuación del modelo matemático correspondiente.

5.1.2 Vehículos detenidos en los cinco días de la semana

Una vez analizado el comportamiento de los vehículos detenidos por cada hora independiente, se comparan por medio de gráficos de dispersión e histogramas los vehículos detenidos entre cada día de la semana, correspondiente a cada acceso de la intersección.

La Figura 33 muestra la cantidad promedio de vehículos detenidos por hora en el acceso hacia el Norte de la intersección, para cada día de la semana correspondiente al periodo de estudio. En el eje de las abscisas se representan los días de la semana. El lunes corresponde al 1, el martes al 2, el miércoles al 3, el jueves al 4 y el viernes al 5. En el eje de las ordenadas se establecen el promedio de los vehículos detenidos por hora en cada día correspondiente. La tendencia del comportamiento se ajusta a una curva polinómica de segundo grado con un R^2 igual a 0.79, lo que indica confiabilidad al modelo matemático.

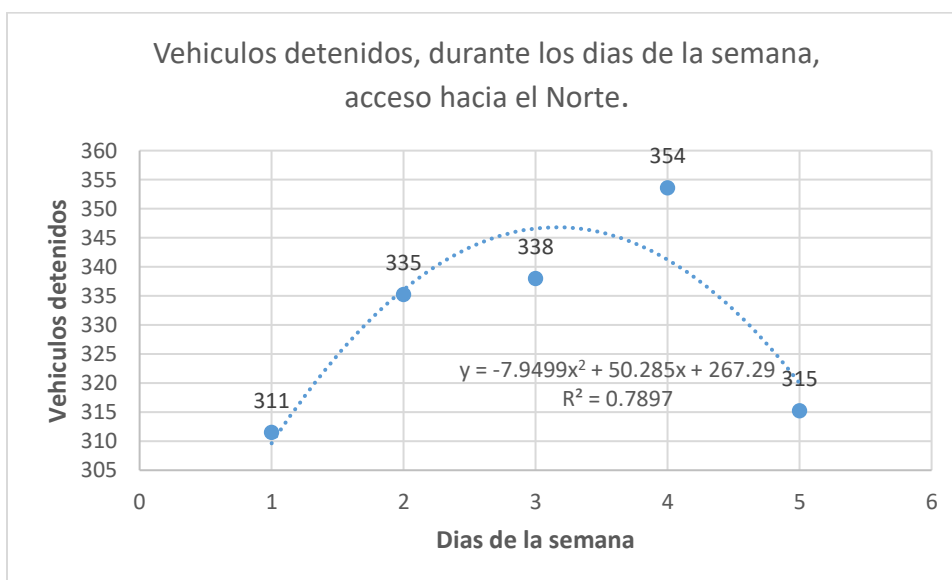


Figura 33 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Norte

En el gráfico de la Figura 33 se puede evidenciar que el lunes fue el día con menor cantidad de vehículos detenidos por hora, de toda la semana con un promedio igual a 311 vehículos y que el jueves representa el día con mayor número de vehículos detenidos por hora en la semana con un promedio de 354 vehículos. Para visualizar mejor el comportamiento entre los días de la semana muestra un histograma en la Figura 34, con los valores correspondientes del acceso hacia el Norte. En el gráfico se evidencia que el número de vehículos detenidos el lunes es análogo al viernes. Ambos corresponden a los días con menor cantidad de vehículos detenidos. Por otra parte, el martes y miércoles se comportan de manera muy similar tal como se vio reflejado en el modelo matemático de los análisis por hora. Y se reafirma que el jueves representa el mayor rango de la semana.

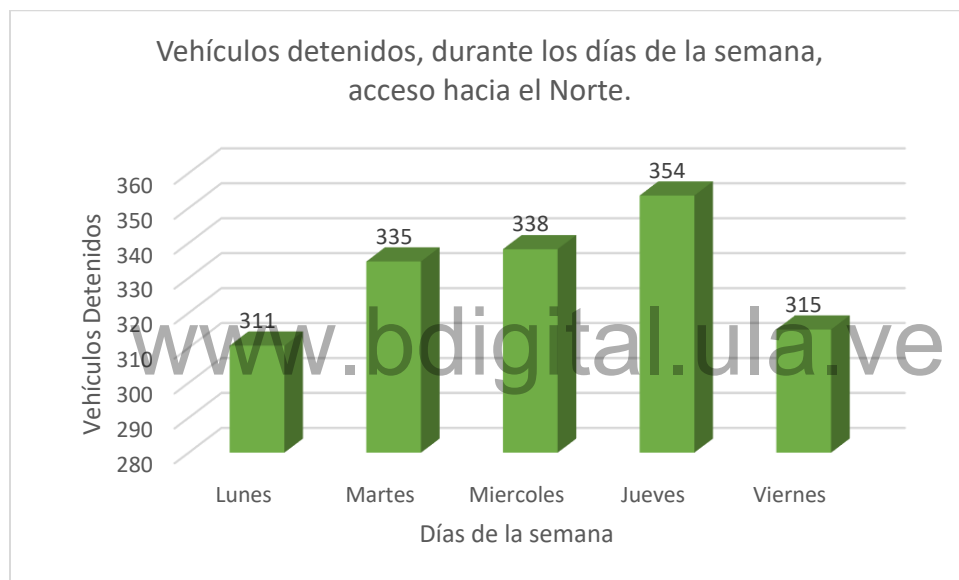


Figura 34 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Norte

La Figura 35 representa el promedio de vehículos detenidos por hora en el acceso hacia el Oeste de la intersección, por día de la semana correspondiente al periodo de estudio. En la imagen se muestra un gráfico que establece los días de la semana en el eje de las abscisas y el promedio de vehículos detenidos por hora para cada día en el eje de las ordenadas, al igual que el gráfico de la Figura 32. La tendencia del comportamiento de los vehículos detenidos por hora para cada día de la semana se adapta a una curva polinómica de segundo grado con un R^2 igual a 0.85, lo que indica un ajuste adecuado de los datos. Se puede evidenciar que el día con mayor cantidad de vehículos fue el miércoles con un promedio de 478 vehículos detenidos en una hora.

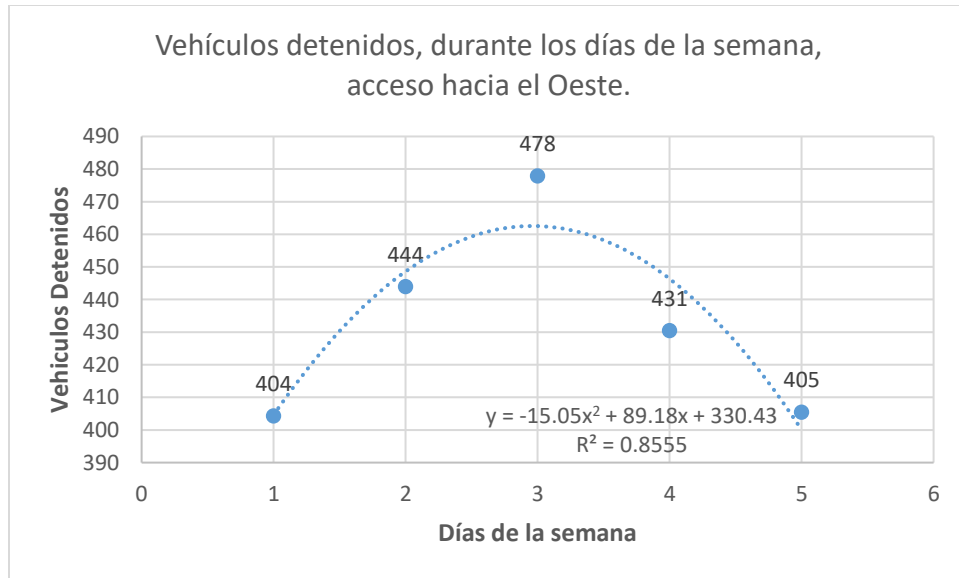


Figura 35 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Oeste

Para una mejor comparación del comportamiento en el acceso hacia el Oeste, en la Figura 36 se muestra un histograma que refleja el promedio de vehículos detenidos por hora de análisis, en los días de la semana del periodo de estudio. En dicho gráfico se puede observar que los lunes y viernes muestran el menor número de detenciones, con un comportamiento muy similar de 404 y 405 vehículos. Por otro lado, el miércoles registró el número más alto de detenciones de la semana, seguido por el martes y en tercer lugar el jueves.

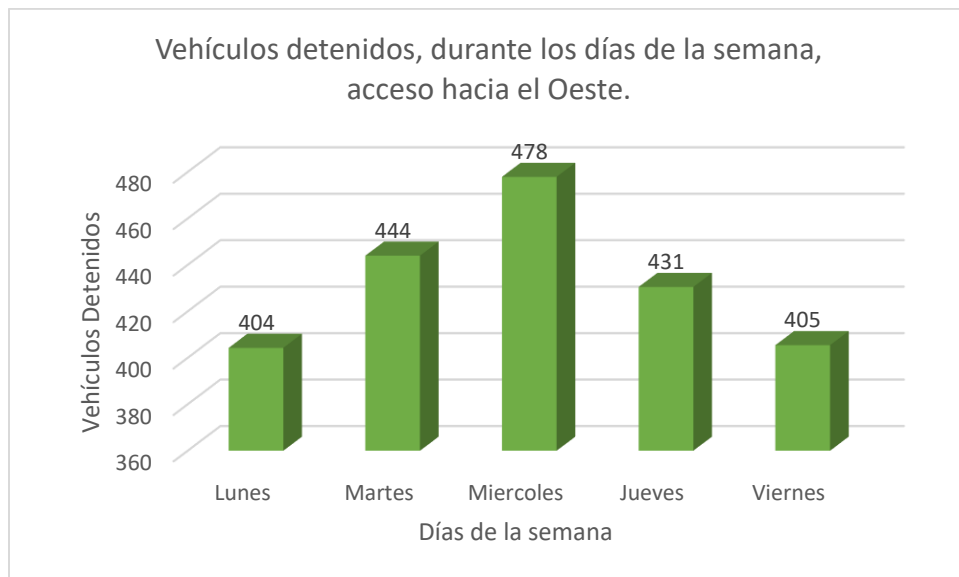


Figura 36 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Oeste

La Figura 37 muestra el número promedio de vehículos que se detienen por hora en el acceso hacia el Sur de la intersección, por cada día de la semana correspondiente al periodo de estudio. En el gráfico se relacionan los vehículos detenidos por hora con los días de la semana. La distribución de los datos se ajusta a una curva polinómica de segundo grado con un R^2 igual a 0,80, garantizando un buen modelo matemático.

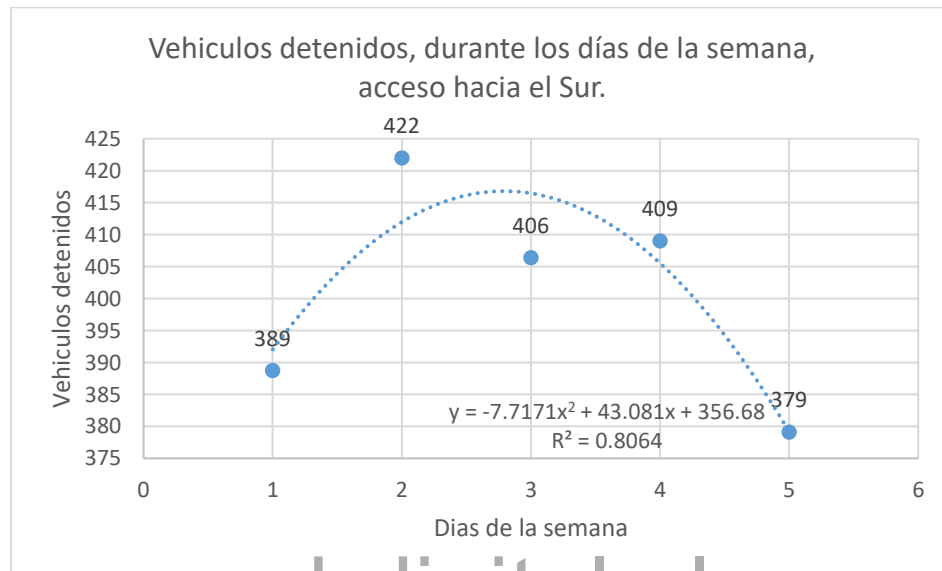


Figura 37 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Sur

Para una mayor interpretación del comportamiento del acceso hacia el Sur durante la semana, la Figura 38 muestra un histograma de los vehículos detenidos por horas en cada día de la semana.

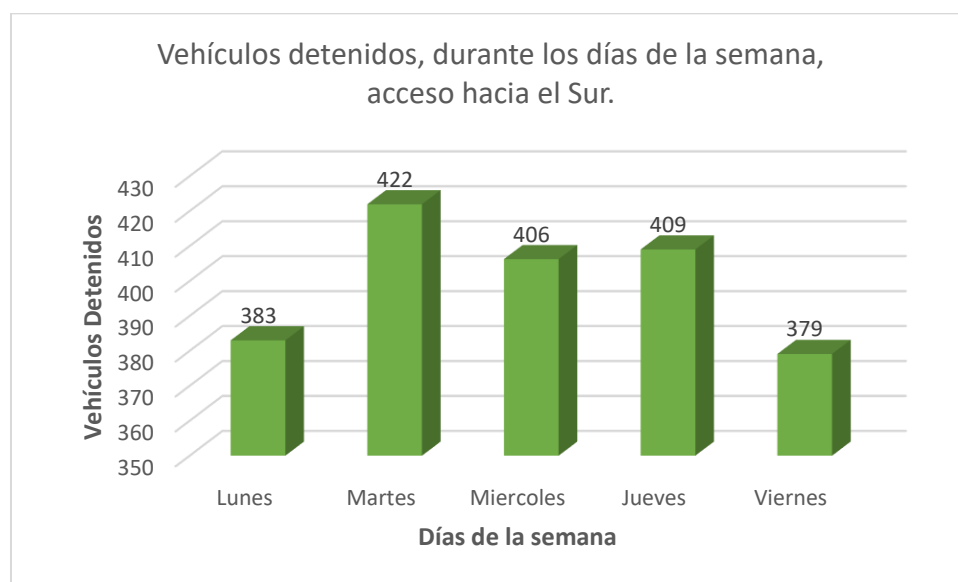


Figura 38 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Sur

En el histograma se evidencia que el martes se registró el mayor número de vehículos igual a 422 vehículos. Por otra parte, el comportamiento observado el miércoles y el jueves es similar entre sí con 406 y 409 vehículos detenidos. Las detenciones registradas en ambos días son mayores que las del lunes y el viernes, que a su vez muestran un rango semejante.

La Figura 39 representa el promedio de vehículos detenidos por hora en el acceso hacia el Este de la intersección, para cada día de la semana correspondiente al periodo de estudio. El gráfico representa los días de la semana en el eje de las abscisas y el promedio de los vehículos detenidos por hora, en el eje de las ordenadas. La tendencia del comportamiento se ajusta a una curva polinómica de segundo grado con un R^2 igual a 0,79, indicando un buen modelo matemático. El mayor rango de vehículos detenidos ocurre el martes y el menor rango el lunes.

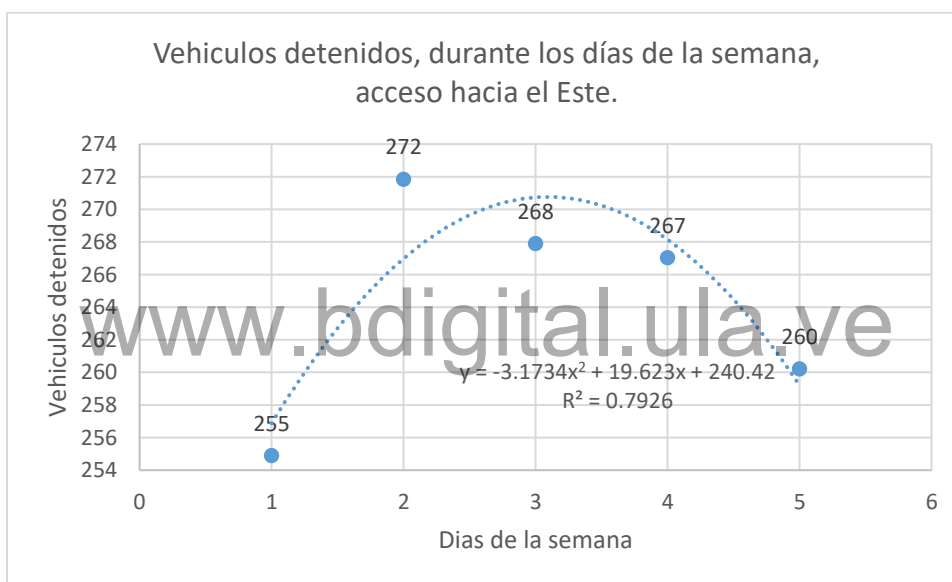


Figura 39 Vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Este

Para una mejor comparación de los vehículos detenidos en el acceso hacia el Este, la Figura 40 muestra un histograma que representa el promedio de los vehículos detenidos por hora para los días de la semana en estudio. El gráfico muestra que el martes registra el mayor número de vehículos detenidos igual a 272 vehículos. Aunque este valor es el más alto, la diferencia con respecto al miércoles y jueves no es significativa. Por otra parte, se evidencia que el lunes y el viernes, son de menor rango y presentan un comportamiento similar con 255 y 260 vehículos.

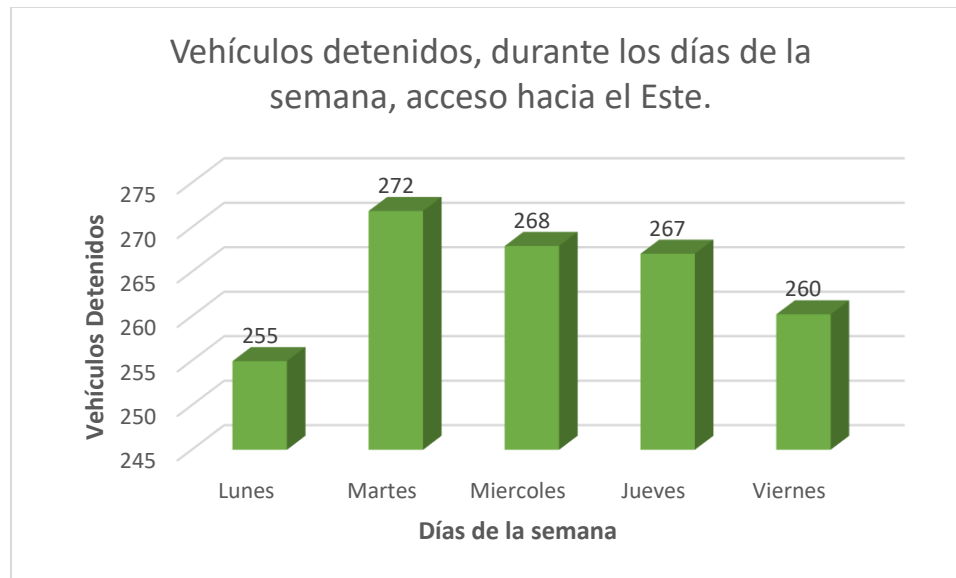


Figura 40 Histograma de vehículos detenidos por hora en cada día de la semana, acceso hacia el Este

El análisis de toda la intersección indica que los lunes y viernes fueron los días con menor rango de vehículos detenidos en todos los accesos. Por otra parte, los martes y miércoles reflejaron el mayor número de vehículos que se detienen por hora, pero no muy alejado de los valores del jueves. Es decir, que los martes, miércoles y jueves marcan un comportamiento semejante, en toda la intersección. Finalmente, al comparar los cuatro accesos, se observa similitud entre el acceso hacia el Norte y el acceso hacia el Sur, lo que se puede ver reflejado en las ecuaciones del modelo matemático mostrados en las Figuras 33 y 37.

5.1.3 Disipación de la máxima longitud de cola

Los gráficos que se muestran a continuación representan la disipación de la máxima longitud de cola por cada ciclo del semáforo durante las 4 horas de análisis, en los cuales se representan la cantidad de ciclos donde la luz verde del semáforo fue suficiente para despejar la intersección o los casos donde quedo un remanente de cola para el siguiente ciclo.

La Figura 41 representa una relación entre los días de la semana, y la cantidad de ciclos en los cuales se disipo completamente o no, la máxima longitud de cola, en el acceso hacia el Norte, durante las 4 horas de medición. Recordando que el total de ciclos analizados durante las 4 horas de análisis fue de 116 ciclos, se evidencia que la cola se disipo completamente durante el intervalo de verde en la mayoría de los ciclos, para todos los días de la semana. El lunes se observa con la mayor cantidad, 115 ciclos en los que la intersección se despejo completamente. Mientras que, el miércoles fue el que presento cierta diferencia con relación a los demás días,

con 110 ciclos en los que si disipo la longitud de cola y 6 ciclos en los que no despejo la intersección.

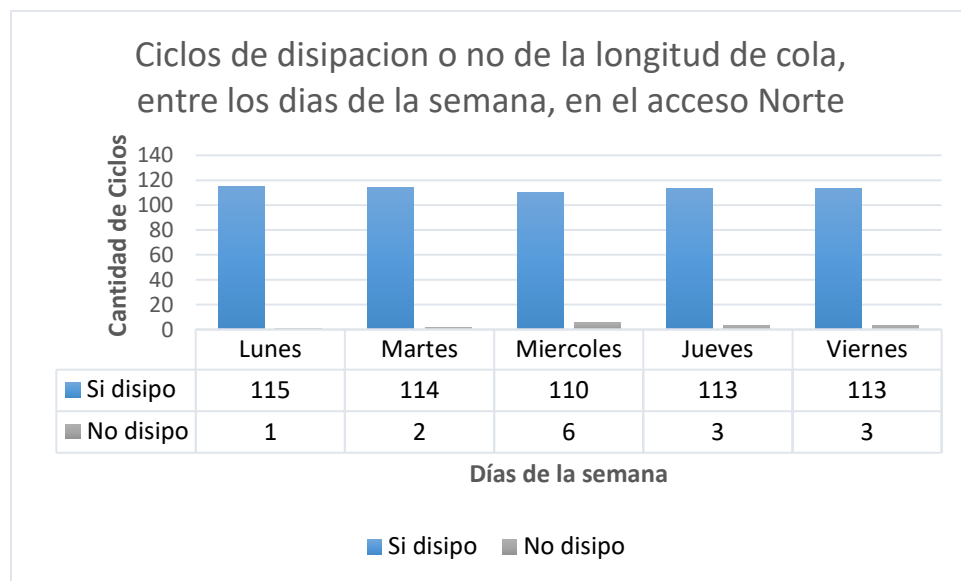


Figura 41 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Norte

La Figura 42 muestra el comportamiento de la disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante las 4 horas del periodo de medición, en los días de la semana, en el acceso hacia el Oeste.

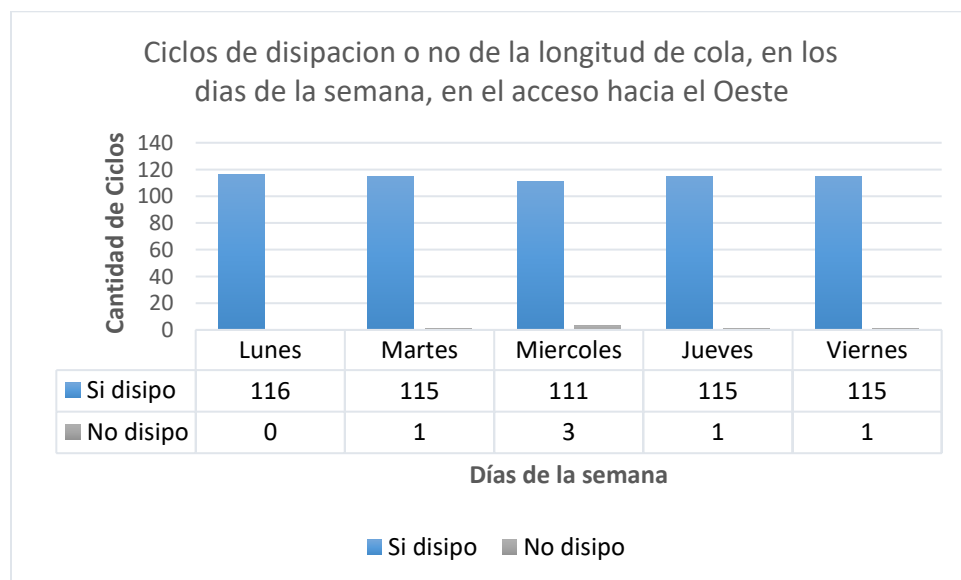


Figura 42 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Oeste

En el histograma mostrado en la Figura 42, se evidencia que el lunes durante las 4 horas de medición se despejó completamente la intersección, en cada intervalo de verde durante los 116 ciclos analizados. Mientras que, los miércoles, jueves y viernes disiparon la cola en 115 ciclos. Siendo el miércoles el día con menor rango donde no quedo remanente de cola en 111 ciclos.

La Figura 43 muestra un conjunto de histogramas que permiten comparar en el acceso hacia el Sur de la intersección, la cantidad de ciclos en los que se disipa o no la cola, durante las 4 horas de medición, en los días de la semana. En el gráfico se observa que los martes y viernes despejaron la intersección completamente en los 116 ciclos analizados. Sin embargo, el jueves y miércoles tiene un comportamiento muy similar, donde solo en 1 o 2 ciclos quedo un remanente de cola.

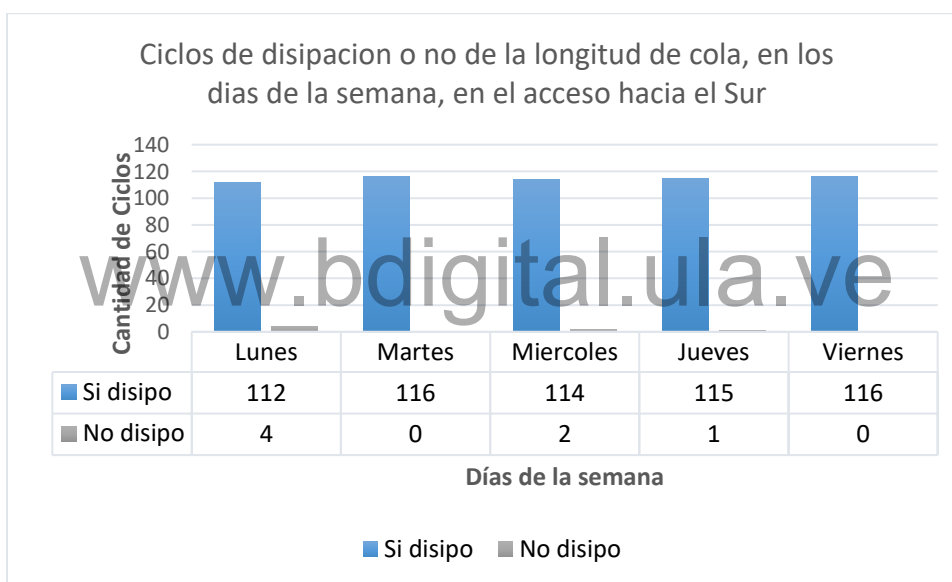


Figura 43 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Sur

La Figura 44 muestra una comparación de la cantidad de ciclos en los que se disipa o no la cola, en el acceso hacia el Este de la intersección, durante las 4 horas de medición de los cinco días de la semana. En dicha imagen se evidencia que siempre fue mayor la cantidad de ciclos en que la cola disipo totalmente. Sin embargo, ningún día llevo a despejar la intersección en los 116 ciclos analizados. Los días con menor cantidad de disipación de cola fueron martes y miércoles con un total de 106 ciclos. Mientras que, en el jueves solo durante 3 ciclos quedo un remanente de cola.

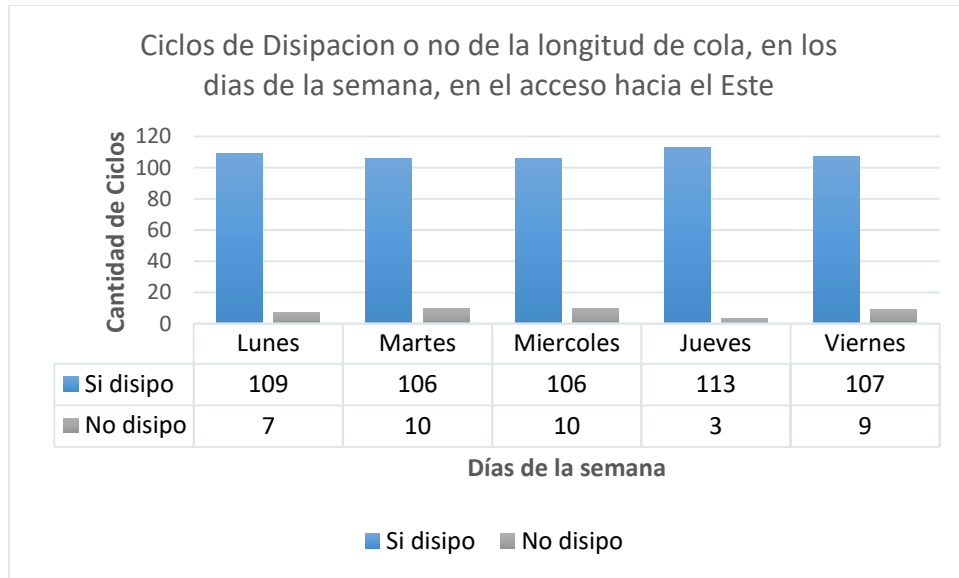


Figura 44 Disipación de la máxima longitud de cola por ciclo, durante 4 horas, en los días de la semana, acceso hacia el Este

El análisis de toda la intersección indica que el intervalo de verde logró disipar la longitud de cola en la mayoría de los ciclos analizados, el menor rango fue de 10 ciclos donde no se logró despejar la intersección, representado una proporción muy pequeña en comparación a los 116 ciclos analizados. De todos los accesos de la intersección, el acceso hacia el Este fue el que presento los menores rangos de disipación de la cola, en comparación con los demás accesos.

5.2 Demoras

Una vez estudiado el comportamiento de la longitud de cola, es conveniente analizar las demoras que se presentan debido a los vehículos que se detienen en la intersección. Estos análisis se desglosan por horas del día y posteriormente por días de la semana, para cada acceso.

5.2.1 Demora total por tiempo en cola por hora en los cinco días de la semana

Todos los vehículos que se detienen durante cada hora de estudio experimentan una demora, al sumar cada uno de estos valores se obtiene una demora total por tiempo en cola durante el periodo de medición. A continuación, se presentan los análisis de demora total en cola por horas del día, para cada día de la semana, en el acceso hacia el Norte de la intersección. Los gráficos de demora por hora correspondientes a los accesos hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este se muestran en los anexos de la investigación para su consulta.

Los Figura 45 representa una relación entre las horas de estudio y la demora total en cola. En el eje de las abscisas se encuentran las horas de medición del día lunes en el acceso

hacia el Norte y en el eje de las ordenadas la demora total en cada una de esas horas. El 1 representa la primera hora de medición comprendida desde las 9:00 a.m. a las 10:00 a.m., el 2 la segunda hora de estudio de las 10:00 a.m. a las 11:00 a.m., el 3 la tercera hora que abarca desde las 11:10 a.m. hasta las 12:10 p.m. y el 4 la cuarta hora entre las 12:10 p.m. y la 1:10 p.m.

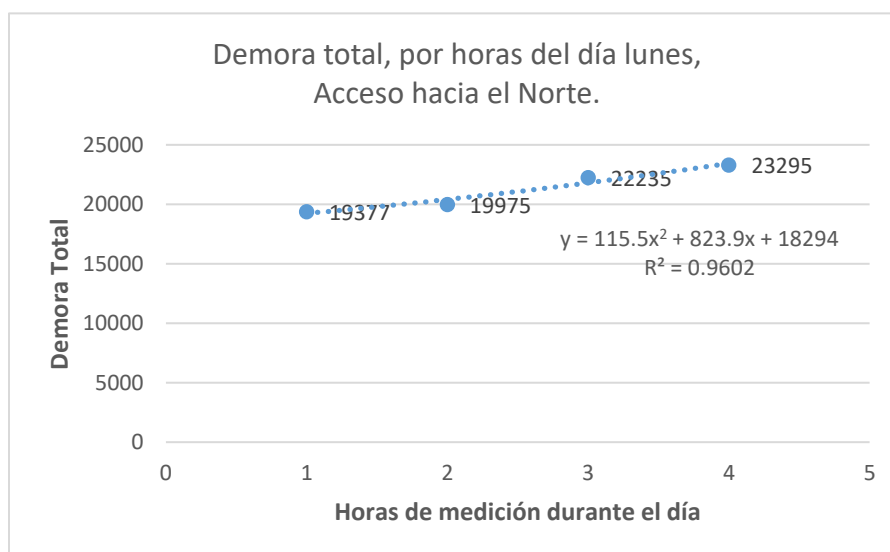


Figura 45 Demora total por horas, el día lunes, Acceso hacia el Norte.

En el gráfico de la Figura 45 se puede evidenciar un aumento progresivo de las demoras a medida que transcurría cada hora de estudio. Donde el menor valor de demora fue de 19377 vehículos-segundos y se produjo en la primera hora, mientras que la mayor demora fue de 23295 vehículos-segundos y se obtuvo en la última hora. El comportamiento de las demoras se adapta a una curva polinómica de segundo grado con un valor de R^2 igual a 0.96, lo que aporta confiabilidad al modelo matemático.

La Figura 46 muestra el comportamiento de la demora total en cola por cada hora de análisis, el martes en el acceso hacia el Norte de la intersección. En el gráfico se percibe que los valores de demora total se encuentran en un rango muy similar. Sin embargo, se evidencia que el menor valor de demora fue de 19994 vehículos-segundos y ocurrió en la segunda hora de estudio comprendida desde las 10:00 a.m. a las 11:00 a.m. Mientras que el mayor rango de demora igual a 24158 vehículos-segundos, se observa en la última hora de medición. El comportamiento del gráfico tiene una tendencia polinómica de segundo grado, con valor de R^2 igual a 0.88, indicando un buen ajuste de los datos.

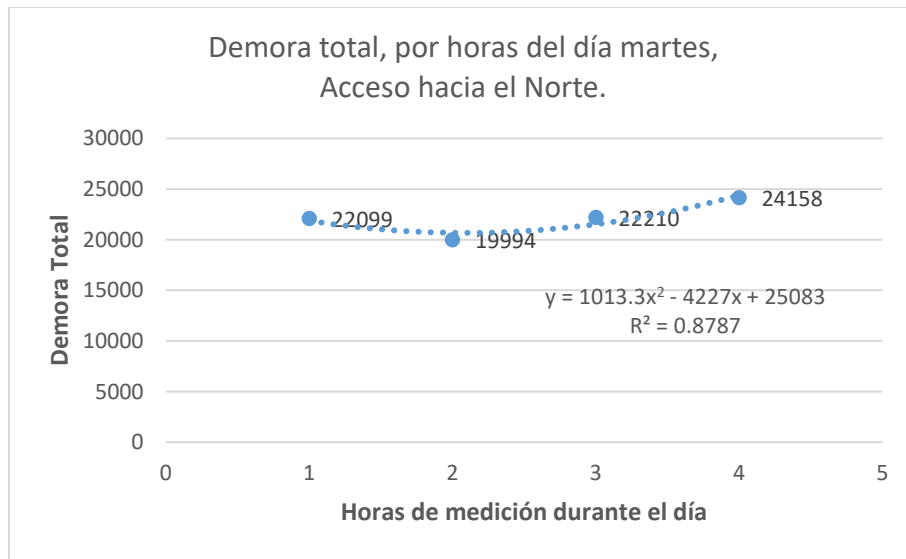


Figura 46 Demora total por horas, el día martes, Acceso hacia el Norte.

La Figura 47 muestra del comportamiento de la demora total por horas, el día miércoles, en el acceso hacia el Norte de la intersección. Allí se evidencia una curva de mejor ajuste, con una tendencia polinómica de segundo grado y un R^2 igual a 0.86 reflejando que los datos se ajustan adecuadamente al modelo matemático. En dicho gráfico se puede observar que el menor valor de demora fue de 20190 vehículos-segundos y ocurre en la tercera hora de medición. Mientras que, en el último periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m., se registró el mayor rango de demora total igual a 26133 vehículos-segundos, con respecto al resto de las horas estudiadas.

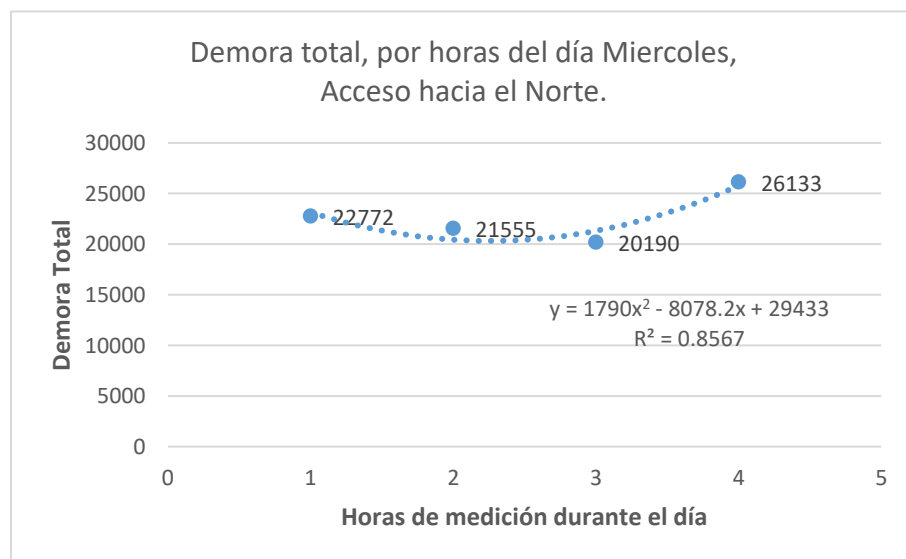


Figura 47 Demora total por horas, el día miércoles, Acceso hacia el Norte.

La Figura 48 ilustra el comportamiento de la demora total por horas, el día jueves, en el acceso hacia el Norte de la intersección. En el gráfico se puede observar un incremento progresivo de la demora total a medida que transcurren las horas del día. Por lo tanto, el menor valor de demora ocurrió en la primera hora de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. y la demora total fue de 18062 vehículos-segundos y la mayor demora total fue de 26787 vehículos-segundos y se produjo en la última hora entre las 12:10 p.m. y 1:10 p.m.

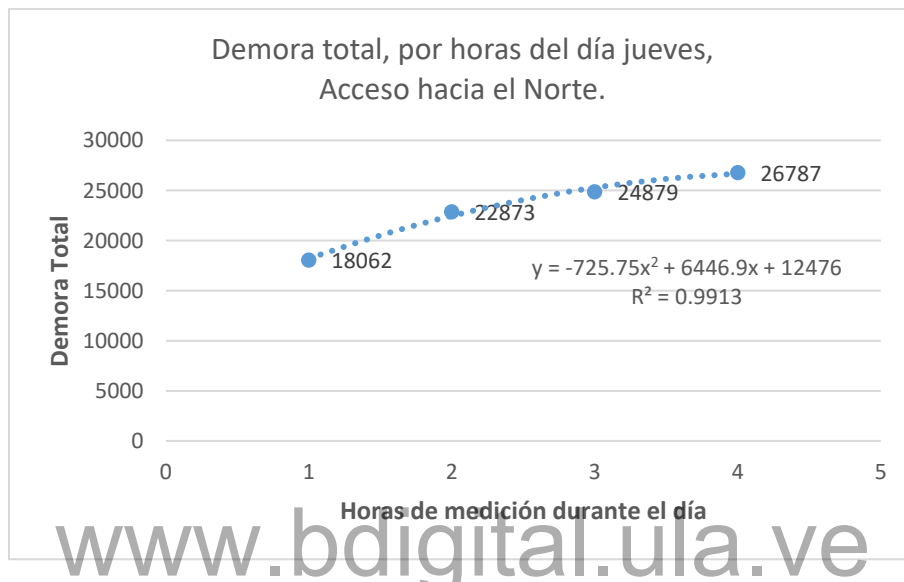


Figura 48 Demora total durante las horas del día jueves, Acceso hacia el Norte

El gráfico que se muestra en la Figura 48 presenta un comportamiento que se adapta a una curva polinómica de segundo grado con un valor de R^2 muy cercano a 1, indicando un excelente ajuste de los datos al modelo matemático.

La Figura 49 muestra el comportamiento de la demora total por horas, el viernes, en el acceso hacia el Norte de la intersección. Allí se evidencia una curva de mejor ajuste, con una tendencia polinómica de segundo grado y un R^2 igual a 0.86 indicando que los datos se ajustan adecuadamente al modelo matemático. En el gráfico se observa que los menores valores de demora total ocurren en las dos primeras horas. Sin embargo, el menor rango fue de 18555 vehículos-segundos y ocurrió en el periodo de 10:00 a.m. a las 11:00 a.m. En cambio, las demoras de las dos últimas horas fueron las mayores, en rango similares. Pero la demora de 23843 vehículos-segundos fue la mayor de las 4 horas de estudio, y se evidencia entre las 11:10 a.m. y las 12:10 p.m.

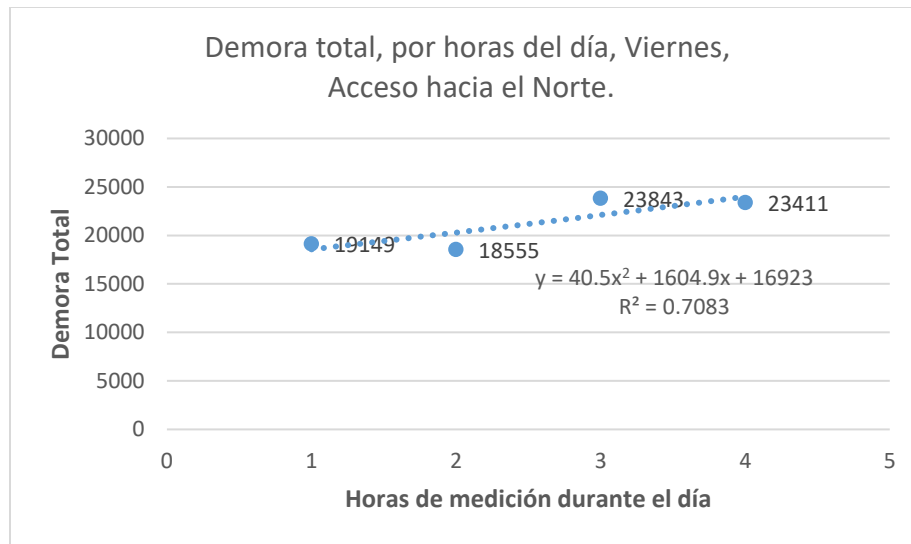


Figura 49 Demora total durante las horas del día viernes, Acceso Norte

El análisis del comportamiento de la demora total en la cola por hora de medición revela que, durante la mayoría de los días los rangos más elevados de demoras en el acceso hacia el Norte de la intersección se producen en la última hora del periodo, entre las 12:10 p.m. y la 1:10 p.m. Los rangos de demora total por horas del día se encuentran aproximadamente en un rango entre los 18000 vehículos-segundos y los 27000 vehículos-segundos.

5.2.2 Demora total por tiempo en cola en cada día de la semana

Al conocer el comportamiento de las demoras totales por cada hora del día, se analiza por medio de histogramas un valor promedio de demora total por hora para cada día de la semana, correspondiente a cada acceso de la intersección. La Figura 50 representa la demora total por hora en función de los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Norte de la intersección.

El histograma refleja que los lunes y viernes el comportamiento es muy similar con un valor de demora alrededor de los 21000 vehículos-segundos. Mientras que en los martes, miércoles y jueves se incrementan progresivamente con el transcurso de los días, siendo el jueves el día en el que se presenció mayor demora en el acceso con un valor igual a los 23544 vehículos-segundos.

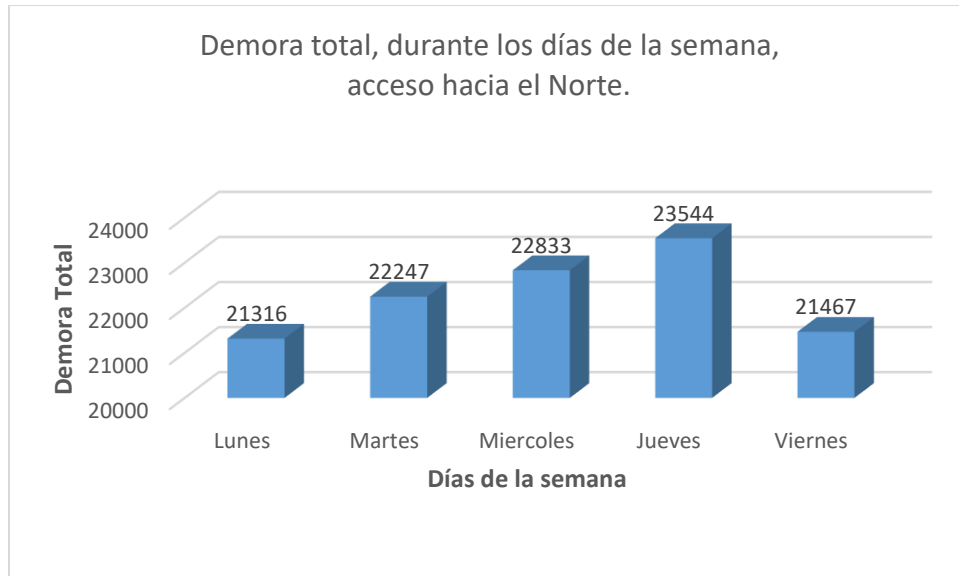


Figura 50 Demora total en cada día de la semana, acceso hacia el Norte de la intersección

La Figura 51 muestra la demora total por hora en cada día de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la intersección. En el histograma se percibe que el miércoles presenta el mayor rango de demora en el estudio de la semana, igual a 30075 vehículos-segundos.

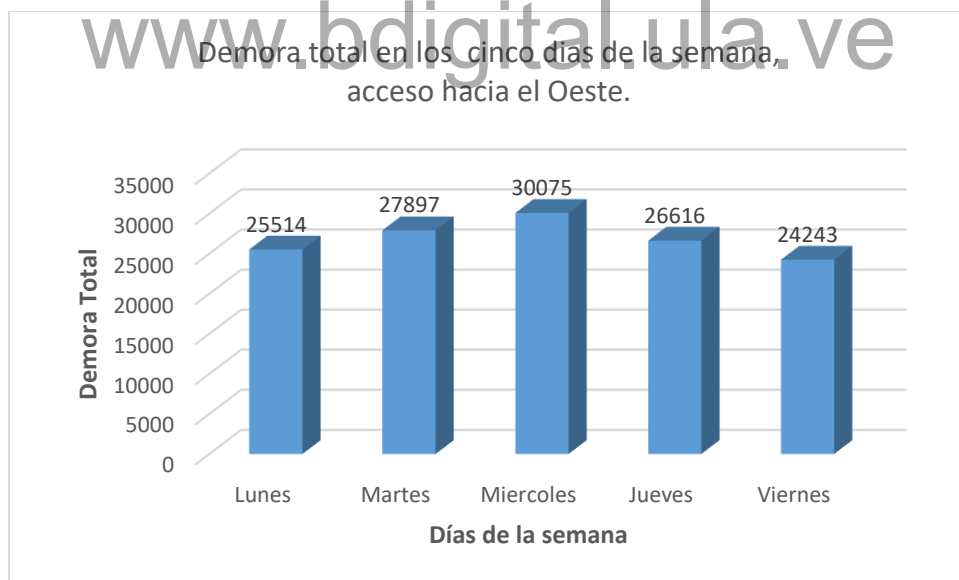


Figura 51 Demora total en cada día de la semana, acceso Oeste de la intersección

Por otra parte, en el gráfico de la Figura 51 se observa que el viernes presenta una demora de 24243 vehículos-segundos, siendo la menor de la semana. Sin embargo, estos valores de demora no difieren tanto del día lunes, martes, miércoles y jueves. Lo que representa un comportamiento similar en la semana.

La Figura 52 muestra el comportamiento de la demora total por hora, con respecto a cada día de la semana, en el acceso hacia el Sur de la intersección. Según el histograma se observa que la demora en los miércoles y jueves son similares entre sí con un rango de 25000 vehículos-segundos aproximadamente. Estos valores son mayores que las demoras del lunes y el viernes, que a su vez muestran un rango semejante entre 24000 y los 23000 vehículos-segundos. La mayor demora total por hora en la semana fue de 26412 vehículos-segundos y se evidencia el martes.

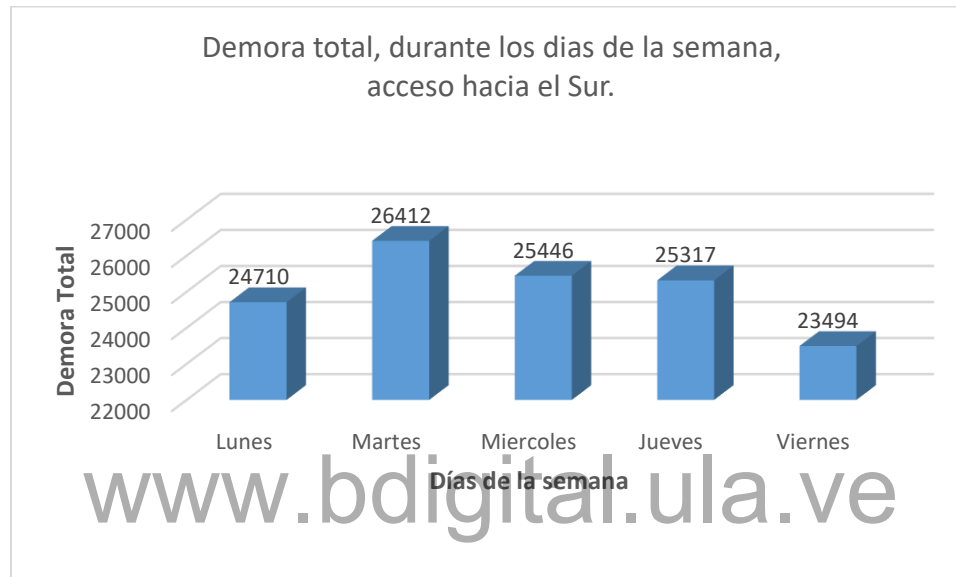


Figura 52 Demora total en cada día de la semana, acceso hacia el Sur de la intersección

La Figura 53 representa la demora total por hora en cada día de la semana, del acceso hacia el Este de la intersección. En el histograma se evidencia que, el martes con una demora total de 20425 vehículos-segundos, fue el día que reflejo un valor significativo en comparación con los rangos obtenidos en los demás días de la semana. Esto pudo ocurrir por causas del entorno, por ser un acceso que recibe gran parte de vehículos pesados que transportan cargas a comercios muy cercanos al mismo. Por esta razón, pudiese ser el martes el día que se abastecen dichos comercios y circulan mayor número de camiones por el acceso, que por sus bajas velocidades y pausas prolongadas generan un incremento en las demoras del acceso.

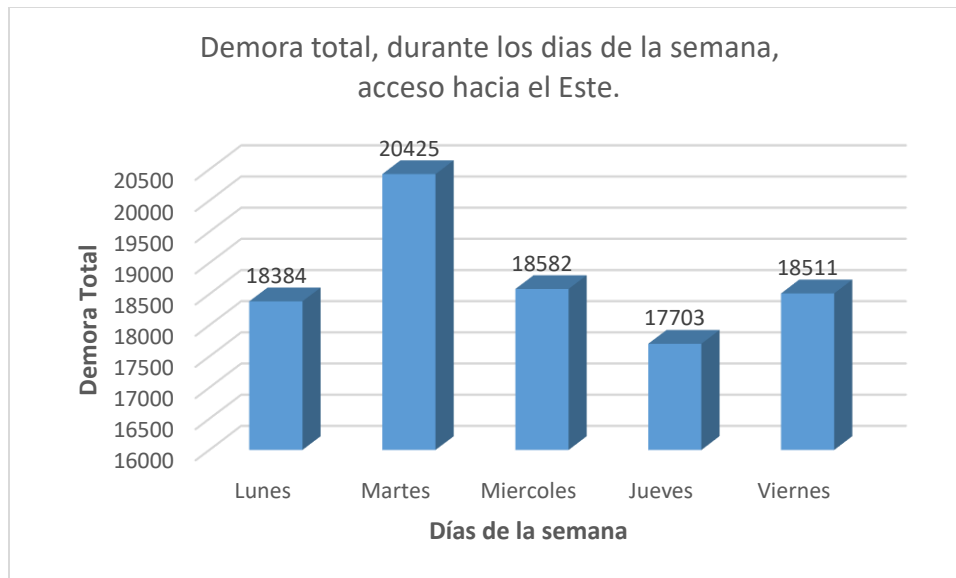


Figura 53 Demora total en cada día de la semana, acceso Este de la intersección

El análisis de la demora total por hora durante los días de la semana, considerando toda la intersección, indica que los valores máximos de demora total se registran los martes, miércoles y jueves, con variaciones según el acceso correspondiente. Adicionalmente, se evidencia que el acceso hacia el Oeste presenta una mayor uniformidad en las demoras a lo largo de la semana, con los rangos más elevados. Por otro lado, los accesos hacia el Norte y Sur muestran patrones de comportamiento similares, observándose que los lunes y viernes registran las menores demoras, mientras que durante el resto de la semana estas demoras aumentan o disminuyen conforme avanzan los días.

5.2.3 Demora promedio por vehículo detenido en cada día de la semana

A partir de los parámetros analizados anteriormente de demora total y del número de vehículos que se detienen, se obtienen los valores de demora por vehículo detenido. Dichos valores se relacionan con cada día de la semana, por cada acceso de la intersección y se presentan en una serie de gráficos que se muestran a continuación.

La Figura 54 muestra los valores de demora promedio por vehículo detenido, durante los cinco días de la semana en estudio, en el acceso hacia el Norte. En el histograma se percibe que la demora por vehículo detenido se encuentra entre los 66,56 s/veh y los 68,40 s/veh. La menor demora se registró de forma similar, tanto el martes como el jueves, mientras que lunes y viernes presentaron los mayores rangos de la semana, no muy distante de la magnitud presentada el miércoles. Estos valores más altos en la semana pueden ser causa de que los vehículos llegaron a inicios del intervalo rojo, permaneciendo mayor tiempo detenidos en cola.

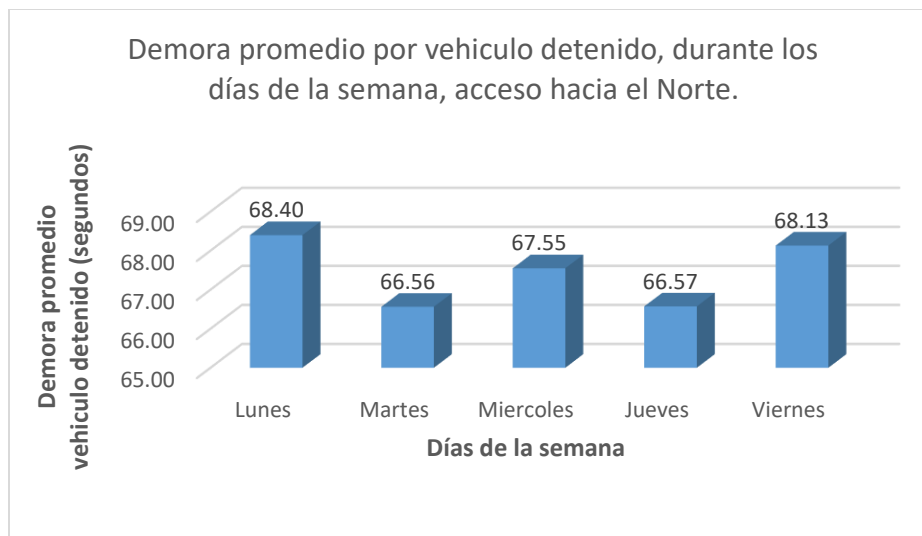


Figura 54 Demora promedio por vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Norte.

La Figura 55 ilustra la variación de las demoras promedio por vehículo detenido, durante los cinco días de análisis, en el acceso hacia el Oeste de la intersección. Según el histograma se evidencia que los valores de demora oscilan en un rango muy similar entre los 61,73 s/veh y 63,00 s/veh en los lunes, martes, miércoles y jueves. Siendo el viernes el día que reflejo la menor demora de toda la semana igual a 59,86 s/veh. Este menor rango puede ser causa de la menor cantidad de vehículos detenidos que se reflejaba los días viernes, sin embargo, el lunes que también reflejaba menor cantidad de vehículos detenidos puede presentar mayor demora debido a que las llegadas de la mayoría de los vehículos fueron a inicios del intervalo rojo del semáforo.

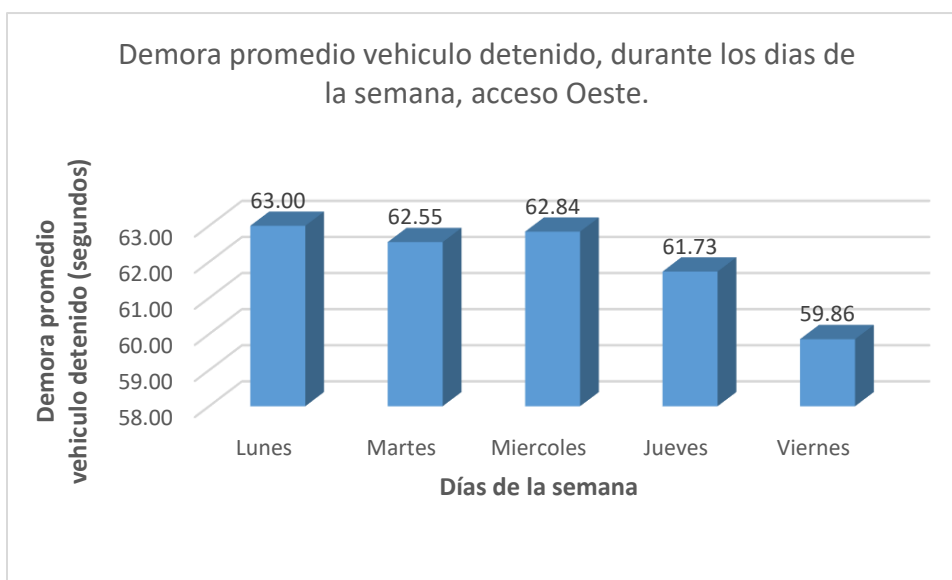


Figura 55 Demora promedio por vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Oeste

La Figura 56 muestra las demoras promedio por vehículo detenido, durante los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la intersección. En el histograma se observa que los valores de demora se encuentran en un rango de 61,98 s/veh y 63,57 s/veh. Percibiendo la mayor demora el lunes que, a pesar de ser un día con menor cantidad de vehículos detenidos, estos vehículos pudieron llegar a inicios del intervalo rojo y permanecer mayor tiempo en cola, en comparación con los siguientes días de la semana.

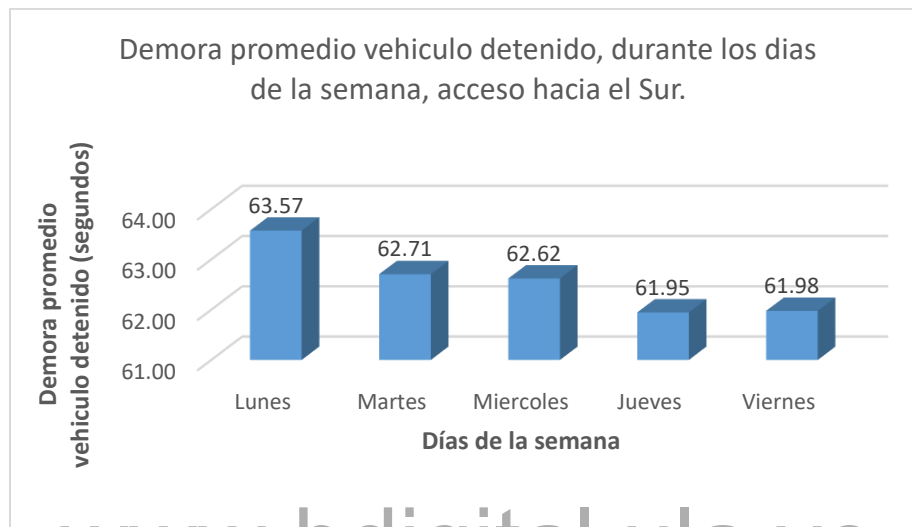


Figura 56 Demora promedio vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Sur

La Figura 57 presenta las demoras promedio por vehículo detenido, durante los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la intersección.

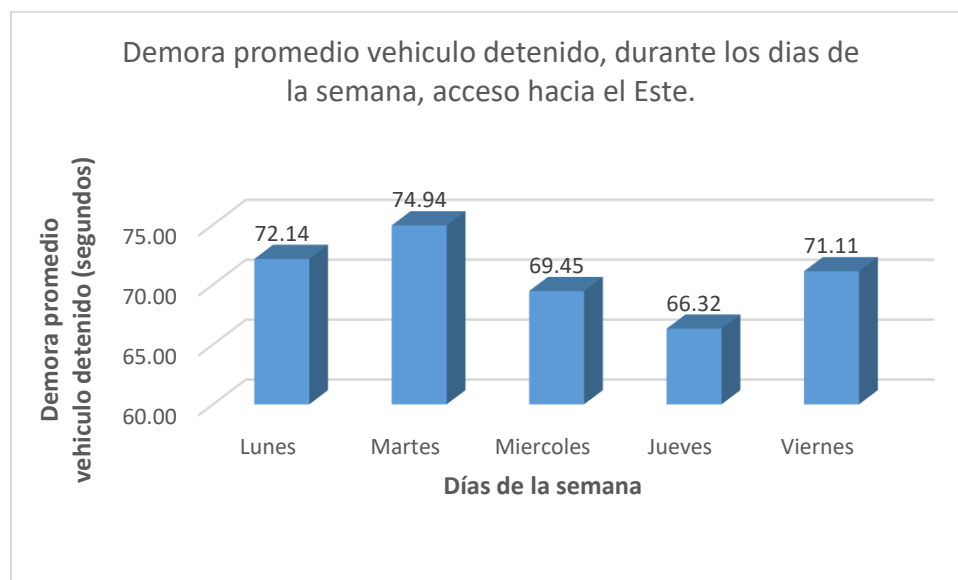


Figura 57 Demora promedio vehículo detenido, durante los días de la semana, acceso hacia el Este

En el histograma de la Figura 57 se percibe que en el acceso las demoras presentan diferentes rangos según el día de la semana que oscilan desde 66,32 s/veh a 74,94 s/veh. El día con menor valor fue el jueves. Los lunes y viernes tienen rangos similares tal como se observa en los gráficos de vehículos detenidos y demoras totales. Mientras que el martes fue el día con mayor valor de demora promedio por vehículo detenido en el acceso. Esto se observó en el gráfico de la Figura 53, que marco un pico significativo en comparación a los demás días de la semana, pudiendo ser causa de los vehículos de carga que circulan por el acceso hacia el Este, posiblemente en mayor cantidad los días martes.

El análisis de las demoras promedios por vehículo detenido durante los cinco días de la semana en toda la intersección indica que el valor de demora varía desde los 59 s/veh hasta los 75 s/veh aproximadamente. Estos valores reflejan que los vehículos detenidos esperan en cola aproximadamente la mitad del ciclo del semáforo, recordando que la longitud del ciclo es de 125 segundos. El acceso con mayores rangos de demora fue el acceso hacia el Este, presentando los valores entre 71 s/veh y 75 s/veh en tres días de la semana. Seguido por el acceso hacia el Norte con rangos entre los 66 s/veh y 68 s/veh. Por su parte, los accesos hacia el Oeste y Sur presentaron demoras semejantes entre los días de la semana.

5.3 Modelos de regresión entre el Volumen, Longitud de cola y Demoras

Al conocer cada valor referente al volumen, longitud de cola y demoras presentes en la intersección en estudio, es posible representar gráficamente la relación entre dichas variables en cada uno de sus accesos por medio de modelos de regresión.

5.3.1 Volumen vs Longitud de cola del acceso hacia el Norte en cada día de la semana

En la Figura 58 se muestra un modelo de regresión lineal entre el volumen horario y la longitud de cola, el lunes en el acceso hacia el Norte. En el eje de las abscisas se representa el valor del volumen y en el eje de las ordenadas el rango correspondiente a los vehículos detenidos en cola, ambas variables para cada hora de estudio del respectivo día. En el gráfico se puede evidenciar una correlación lineal entre ambas variables, con un buen ajuste de los datos al modelo matemático. De allí surge una ecuación lineal, donde se puede determinar la cantidad de vehículos detenidos en cada hora a partir del volumen que llega a la intersección durante las horas estudiadas el lunes.

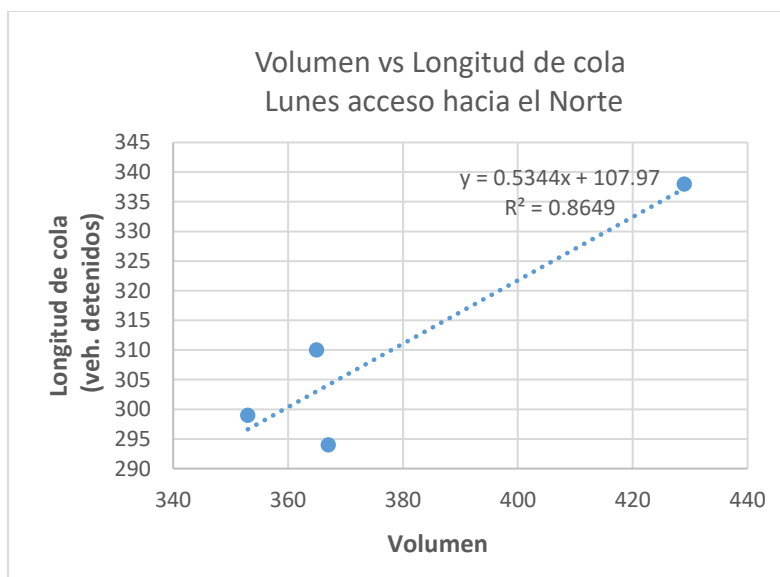


Figura 58 Volumen vs Longitud de cola, día lunes en el acceso hacia el Norte

En la Figura 59 se muestra un modelo de regresión lineal entre el volumen horario y la longitud de cola, el martes en el acceso hacia el Norte. Representando en el eje de las abscisas el volumen y en el eje de las ordenadas los vehículos detenidos en cola, ambas variables para cada hora de estudio del respectivo día. Allí se evidencia un buen ajuste de los datos al modelo matemático y representando una alta relación entre el volumen y los vehículos detenidos en cola. Al igual que el lunes, se obtiene una ecuación lineal donde se pueden obtener los valores de longitud de cola en función del volumen, para las horas estudiadas.

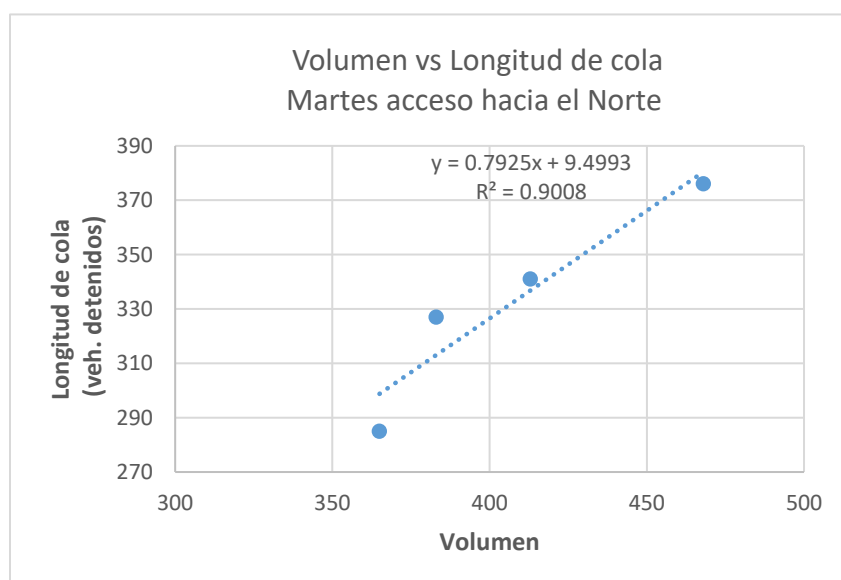


Figura 59 Volumen vs Longitud de cola, día martes en el acceso hacia el Norte

En la Figura 60 se muestra un modelo de regresión lineal entre el volumen horario y la longitud de cola, el miércoles en el acceso hacia el Norte. En dicha figura se puede observar que la cantidad de vehículos detenidos en cola en cada hora dependen del volumen de vehículos que llega a la intersección por horas, con un excelente ajuste de los datos por presentar un valor R^2 aproximadamente igual a 1. Por lo tanto, se obtiene una ecuación lineal que permite determinar los valores de longitud de cola en función del volumen, durante las horas estudiadas.

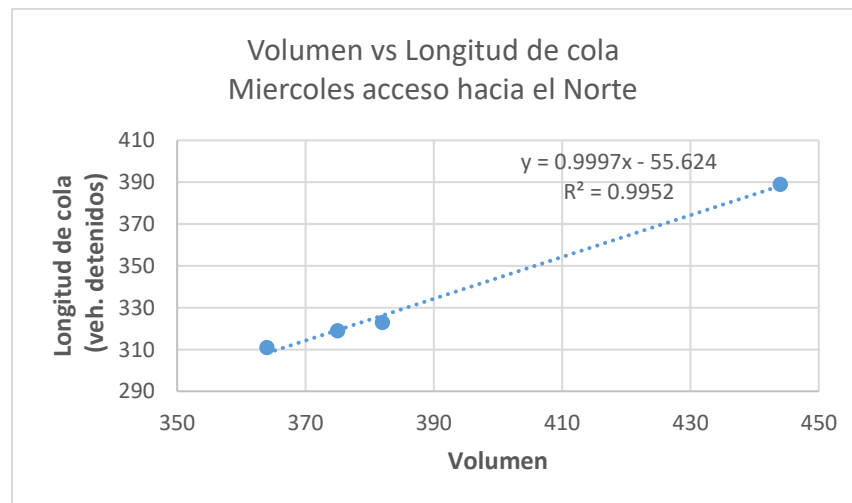


Figura 60 Volumen vs Longitud de cola, día miércoles en el acceso hacia el Norte

En la Figura 61 se muestra un modelo de regresión lineal entre el volumen horario y la longitud de cola, el jueves en el acceso hacia el Norte. El gráfico muestra un buen ajuste de los datos y una alta relación entre ambas variables, donde los vehículos detenidos en cola dependen del volumen al igual que los días anteriores.

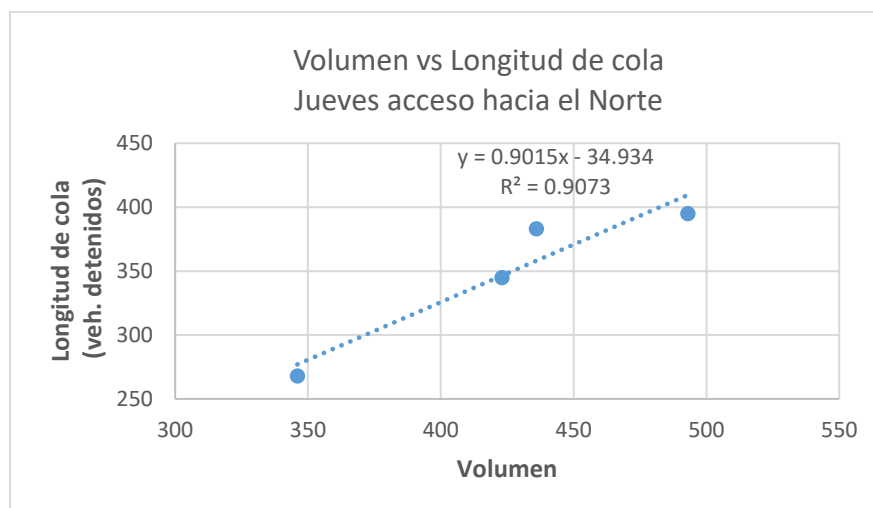


Figura 61 Volumen vs Longitud de cola, jueves en el acceso hacia el Norte

En la Figura 62 se muestra un modelo de regresión lineal entre el volumen horario y la longitud de cola, el viernes en el acceso hacia el Norte. El volumen se representa en el eje de las ordenadas y la cantidad de vehículos en cola en el eje de las abscisas. Allí se puede observar un R^2 aproximadamente igual a 1, reflejando una alta relación entre las variables, donde los vehículos detenidos en cola dependen del volumen.

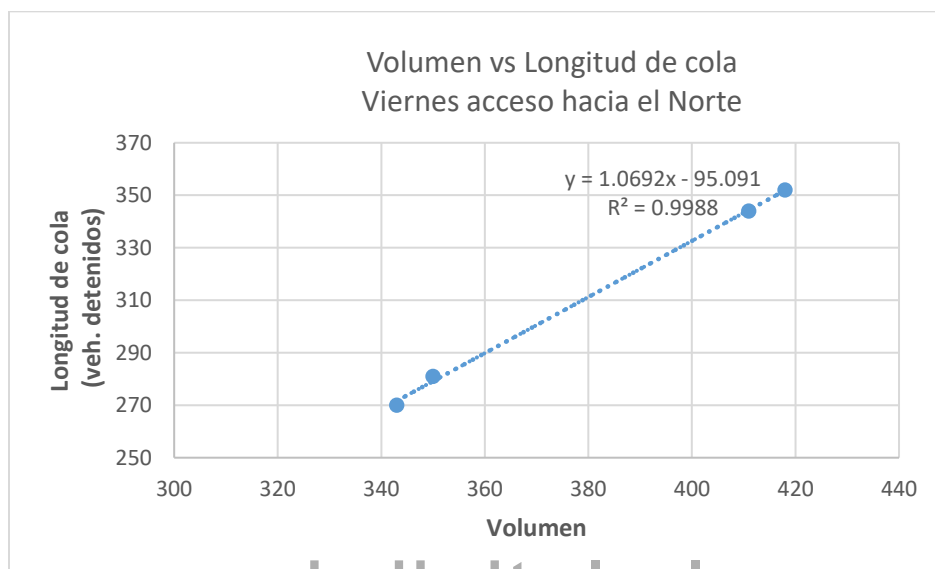


Figura 62 Volumen vs Longitud de cola, viernes en el acceso hacia el Norte

En un análisis general de la semana, se observa que el comportamiento fue similar para todos los días de la semana, donde la longitud de cola es una variable que depende del volumen. Para cada gráfico se obtuvo una ecuación lineal que permite observar cómo varía el valor de los vehículos detenidos en cola en función de los valores de volúmenes conocidos. Esto aplica en la intersección en estudio en el horario de análisis establecido. Los gráficos correspondientes a los accesos hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este se muestran en los anexos de la investigación.

5.3.2 Volumen vs Longitud de cola en cada acceso de la intersección

En la Figura 63 se muestra un modelo de regresión entre el volumen horario de cada día y la longitud de cola en el acceso hacia el Norte. En el eje de las abscisas se representa el volumen promedio y en el eje de las ordenadas el número de vehículos detenidos en cola, ambas variables para cada día de la semana. En el gráfico se aprecia una correlación lineal entre las variables, con un buen ajuste de los datos, obteniendo una ecuación lineal donde los vehículos detenidos en cola dependen del volumen.

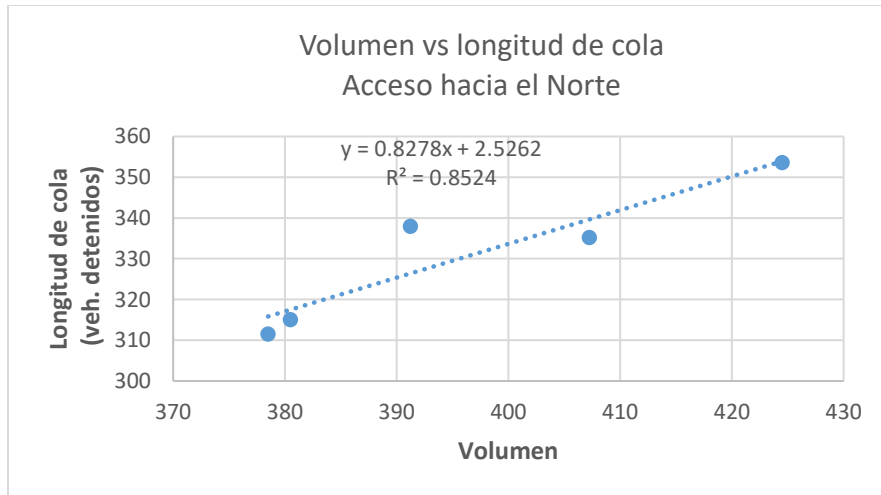


Figura 63 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Norte

En la Figura 64 se muestra un modelo de regresión entre el volumen horario de cada día y la longitud de cola en el acceso hacia el Oeste. En el eje de las abscisas se representa el volumen promedio y en el eje de las ordenadas el número de vehículos detenidos en cola, ambas variables para cada día de la semana. En el gráfico se observa un valor de R^2 igual a 0.71 que a pesar de no ser un valor tan cercano a 1, su rango se puede considerar como un buen ajuste indicando que, con los datos obtenidos si existe una correlación lineal entre ambas variables, donde los rangos de longitud de cola dependen del volumen.

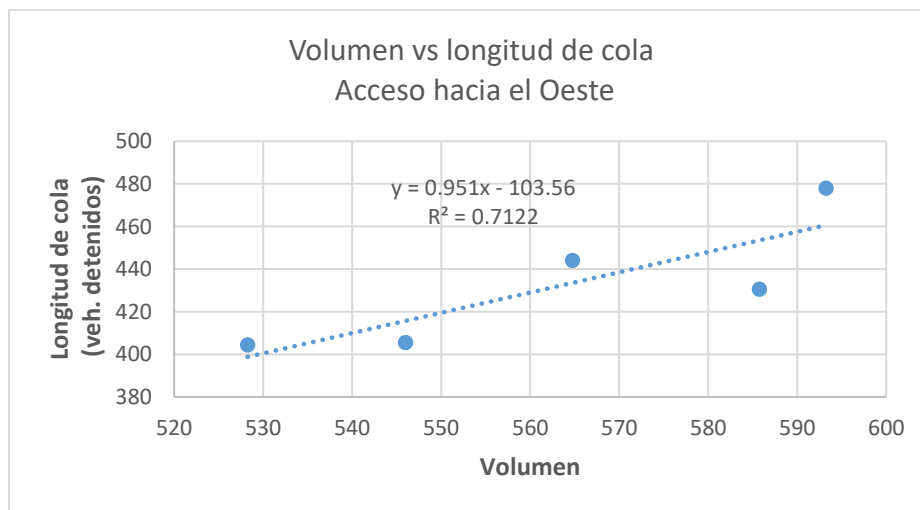


Figura 64 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Oeste

En la Figura 65 se muestra un modelo de regresión entre el volumen horario de cada día y la longitud de cola en el acceso hacia el Sur. Se representa el volumen en el eje de las abscisas y los vehículos detenidos en cola en el eje de las ordenadas. El modelo matemático presenta un buen ajuste de los datos, evidenciándose así una relación lineal entre ambas variables.

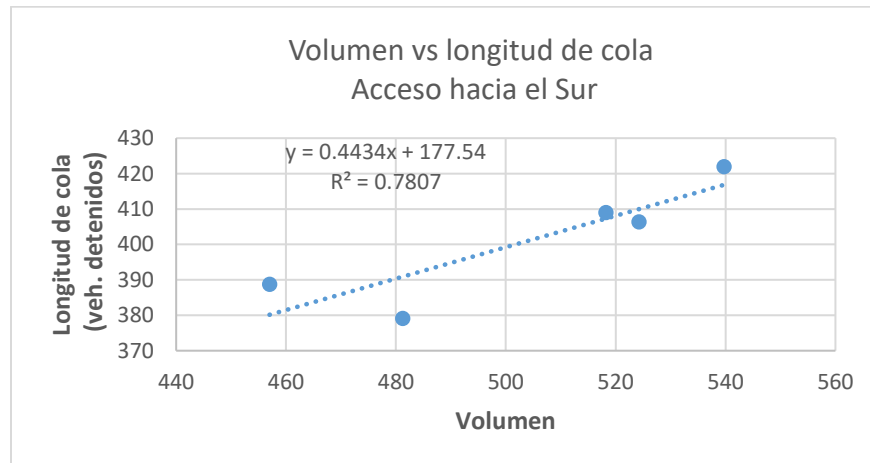


Figura 65 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Sur

En la Figura 66 se muestra un modelo de regresión entre el volumen promedio de cada día en el horario de estudio y la longitud de cola en el acceso hacia el Este. En dicho modelo no se observa un buen ajuste de los datos, lo que refleja que en este acceso de la intersección la longitud de cola no se ve directamente relacionada con el volumen a partir de los datos obtenidos. Por lo tanto, la correlación lineal entre las variables en este acceso es nula, donde la cola que ocurre en el acceso puede depender de otra serie de factores.

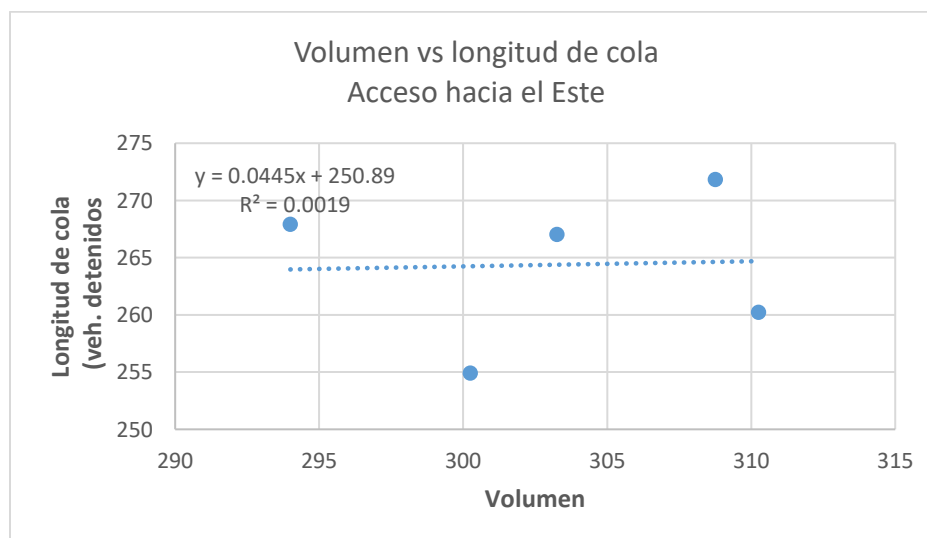


Figura 66 Volumen vs Longitud de cola en el acceso hacia el Este

5.3.3 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Norte en cada día

En la Figura 67 se muestra un modelo de regresión entre el volumen horario y la demora total en cola, el lunes en el acceso hacia el Norte. El volumen se representa en el eje de las abscisas y la demora total en cola en el eje de las ordenadas. En el gráfico se puede observar que no existe un buen ajuste de los datos, es decir que, no hay una alta relación entre el volumen y la demora total en cola, en el día estudiado.

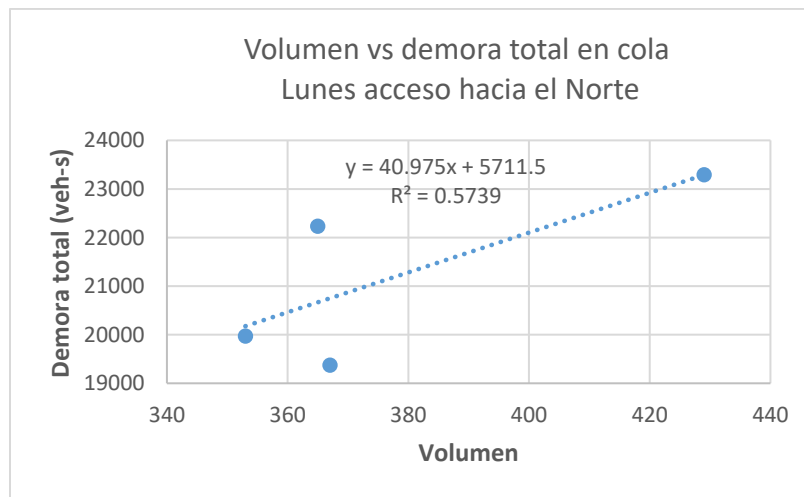


Figura 67 Volumen vs Demora total en cola lunes en el acceso hacia el Norte

En la Figura 68 se muestra un modelo de regresión entre el volumen horario y la demora total en cola, el martes en el acceso hacia el Norte. En el gráfico se puede observar una correlación lineal entre las variables, con un buen ajuste de los datos, del cual se obtiene una ecuación lineal donde se pueden determinar los valores de demora total en cola a partir de los volúmenes conocidos para el día de estudio.

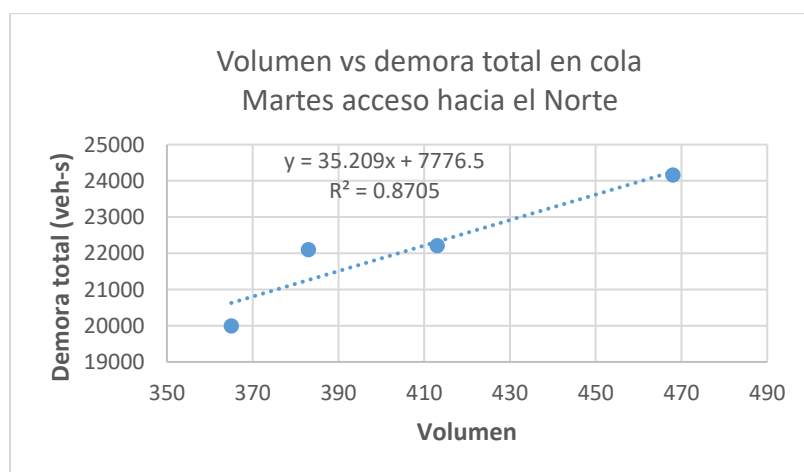


Figura 68 Volumen vs Demora total en cola día martes en el acceso hacia el Norte

En la Figura 69 se muestra un modelo de regresión donde se aprecia una correlación lineal entre el volumen horario y la demora total en cola, el miércoles en el acceso hacia el Norte. En el gráfico se puede evidenciar que existe un buen ajuste de los datos al modelo matemático con un R^2 igual a 0.95, lo que refleja una alta relación entre el volumen y la demora total. De allí se obtiene una ecuación lineal que permite determinar los valores de demoras a partir de los volúmenes conocidos, en el día de estudio.

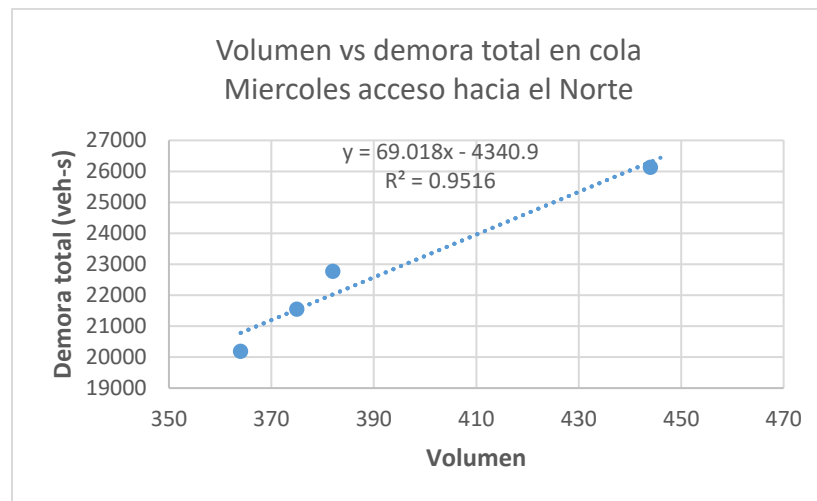


Figura 69 Volumen vs Demora total en cola día, miércoles en el acceso hacia el Norte

En la Figura 70 se muestra un modelo de regresión entre el volumen horario y la demora total en cola, el jueves en el acceso hacia el Norte. En el gráfico se puede evidenciar una correlación lineal entre las variables con un buen ajuste de los datos al modelo matemático. De allí se obtiene una ecuación lineal que permite conocer los valores de demoras a partir de los volúmenes conocidos, en el día estudiado.

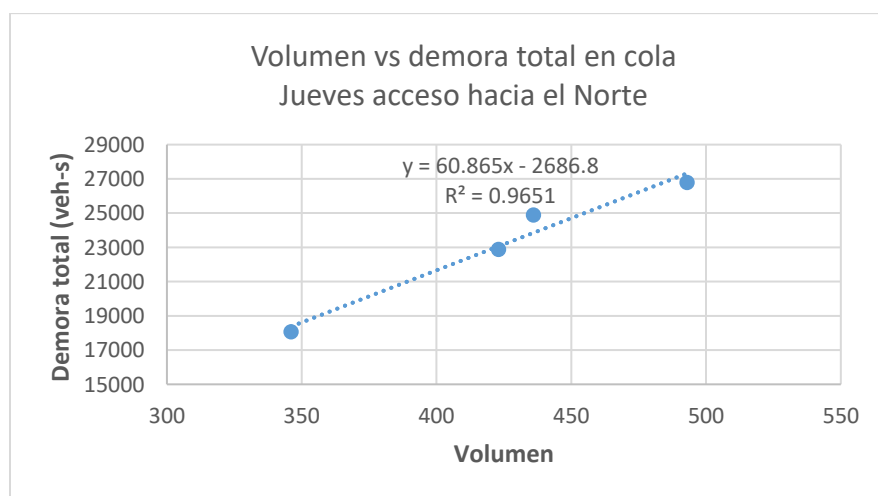


Figura 70 Volumen vs Demora total en cola jueves en el acceso hacia el Norte

En la Figura 71 se muestra un modelo de regresión lineal donde se evidencia una relación entre el volumen y la demora total en cola, el viernes en el acceso hacia el Norte. Los datos presentan un excelente ajuste al modelo matemático y se obtiene la ecuación que permite determinar la demora a partir del volumen estudiado en el día.

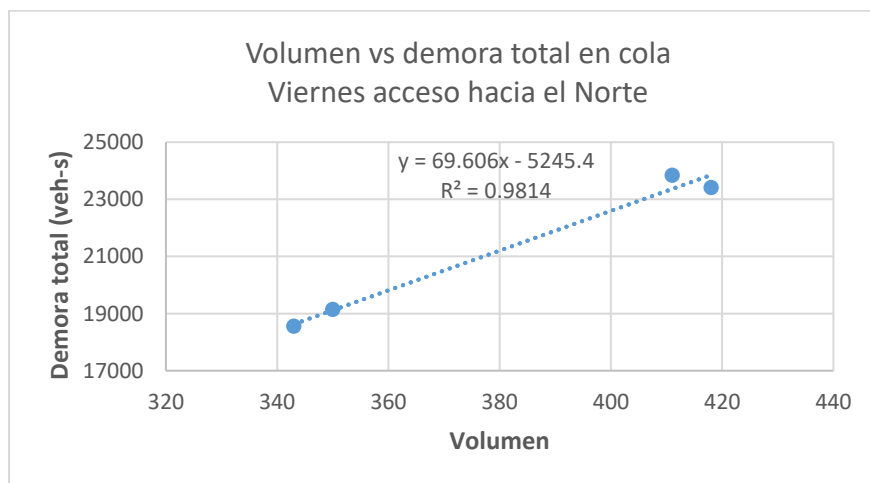


Figura 71 Volumen vs Demora total en cola día viernes en el acceso hacia el Norte

Los gráficos correspondientes a los accesos hacia el Oeste, hacia el Sur y hacia el Este se muestran en los anexos de la investigación.

5.3.4 Volumen vs Demoras totales en cada acceso de la intersección

En la Figura 72 se muestra un modelo de regresión del acceso hacia el Norte donde se representa el volumen horario promedio y la demora total obtenidos para cada día de análisis. En el gráfico se puede observar una tendencia lineal, donde no existe tanta dispersión entre los datos, lo que refleja una relación entre ambas variables.

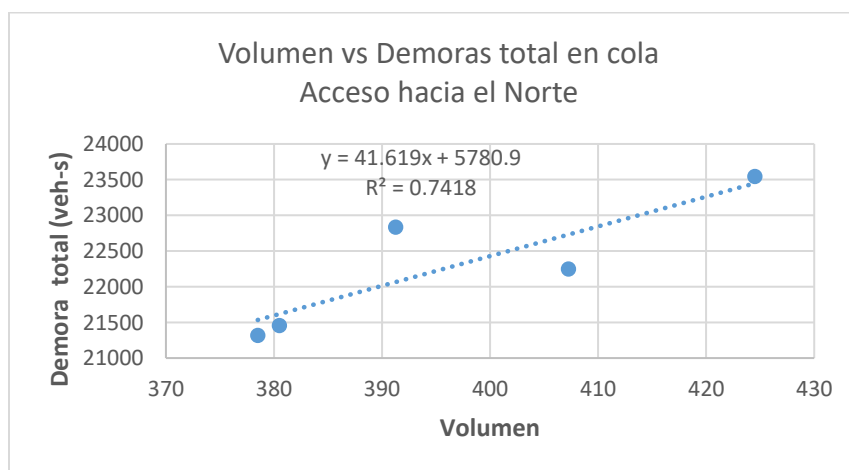


Figura 72 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Norte

En la Figura 73 se muestra un modelo de regresión del acceso hacia el Oeste, representando el volumen horario promedio y la demora total en cola de cada día analizado. En el gráfico se puede observar una cierta dispersión entre los datos obtenidos para cada día. Sin embargo, el ajuste puede ser aceptable, marcando una tendencia lineal entre las variables.

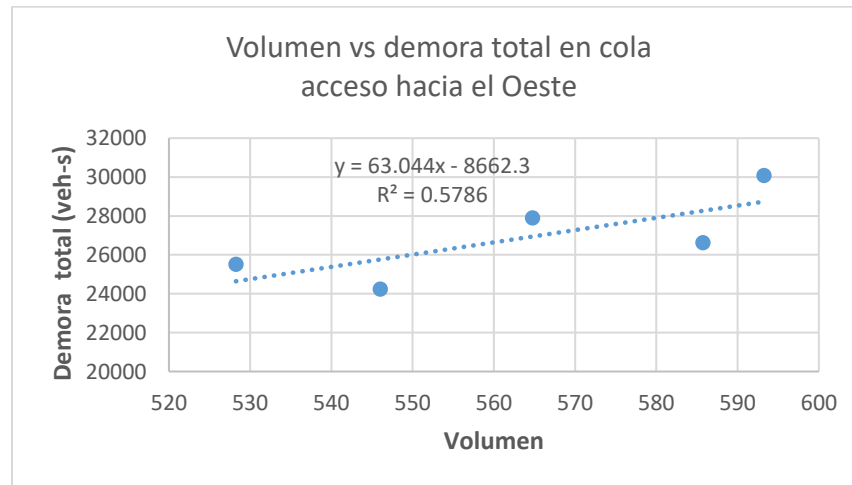


Figura 73 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Oeste

En la Figura 74 se muestra el modelo de regresión del acceso hacia el Sur, representando el volumen horario promedio y la demora total en cola de cada día analizado. Al igual que el acceso anterior, se puede observar una dispersión entre algunos datos. Sin embargo, el ajuste puede ser aceptable y representa una correlación lineal entre las variables.

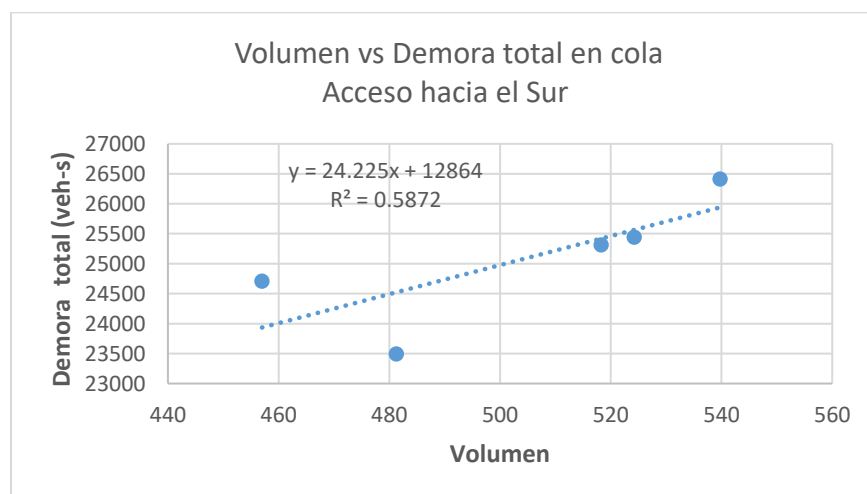


Figura 74 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Sur

En la Figura 75 se muestra el modelo de regresión del acceso hacia el Este, representando el volumen y la demora total en cola de cada día analizado. Dicho acceso es el que muestra la correlación más débil de toda la intersección entre las variables analizadas, es decir, que las demoras existentes en el acceso no dependen totalmente del volumen de vehículos que llega.

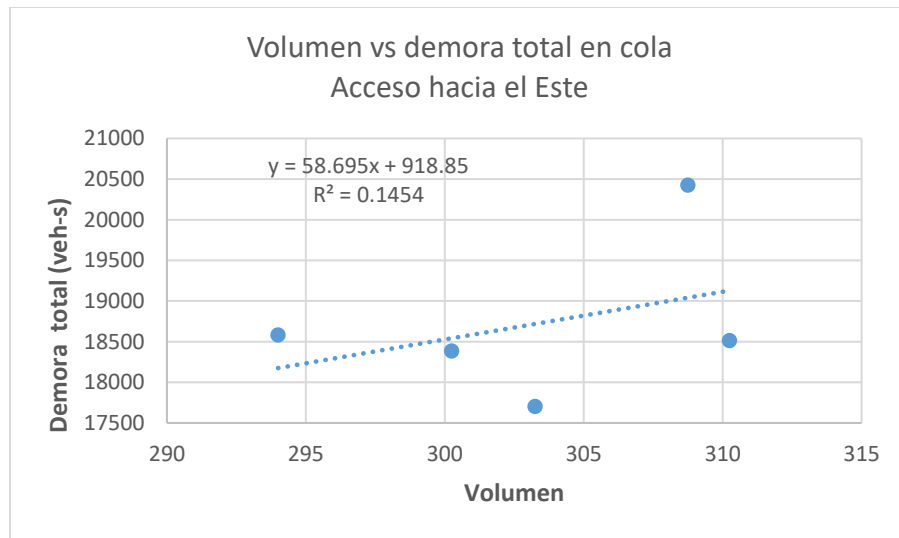


Figura 75 Volumen vs Demora total en cola en el acceso hacia el Este

5.3.5 Longitud de cola vs demoras totales

En la Figura 76 se muestra un modelo de regresión entre la longitud de cola y la demora total en cola obtenidas en el acceso hacia el Norte, donde se observa una correlación lineal entre ambas variables. En el modelo matemático existe un buen ajuste de los datos, por lo tanto, la ecuación lineal obtenida permite determinar los valores de demora total en función de la longitud de cola conocidos obtenidos durante el periodo de estudio.

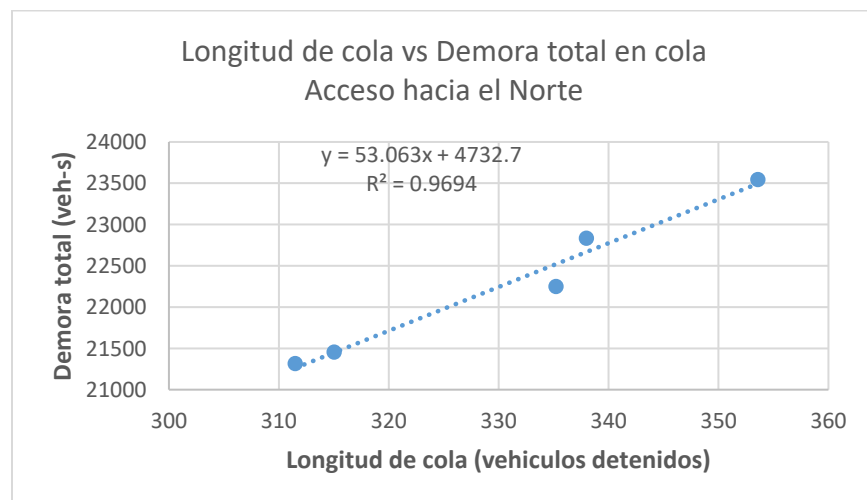


Figura 76 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Norte

En la Figura 77 se muestra un modelo de regresión entre la longitud de cola y la demora total en cola obtenidas en el acceso hacia el Oeste. Se puede observar en el gráfico una correlación lineal buena entre ambas variables, con un excelente ajuste de los datos al modelo matemático, por lo que es factible utilizar la ecuación lineal obtenida para conocer la demora total en cola a partir de los valores de longitud de cola conocidas.

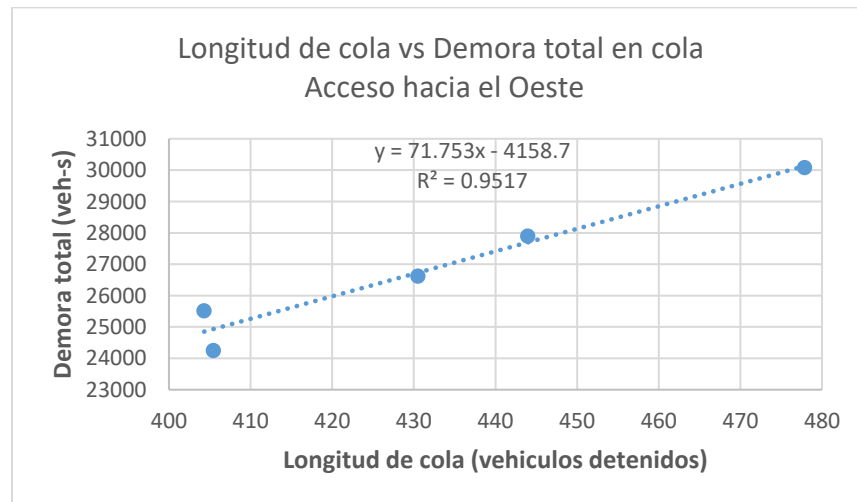


Figura 77 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Oeste

En la Figura 78 se muestra un modelo de regresión entre la longitud de cola y la demora total en cola obtenidas en el acceso hacia el Sur. Al igual que en los accesos mencionados anteriormente, se puede observar una correlación lineal entre las variables, con un buen ajuste de los datos, obteniendo una ecuación lineal donde a partir de los valores de longitud de cola conocidos en el periodo estudiado, se puede determinar la demora total en cola.

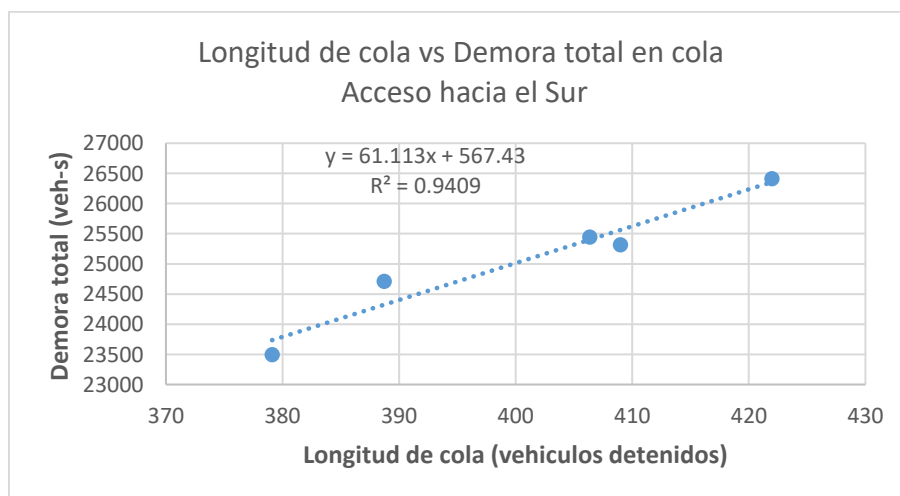


Figura 78 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Sur

En la Figura 79 se muestra un modelo de regresión entre la longitud de cola y la demora total en cola obtenidas en el acceso hacia el Este. Por medio del gráfico se puede apreciar que la correlación lineal es débil, por lo tanto, en dicho acceso la demora total en cola no está directamente relacionada con la longitud de cola del acceso.

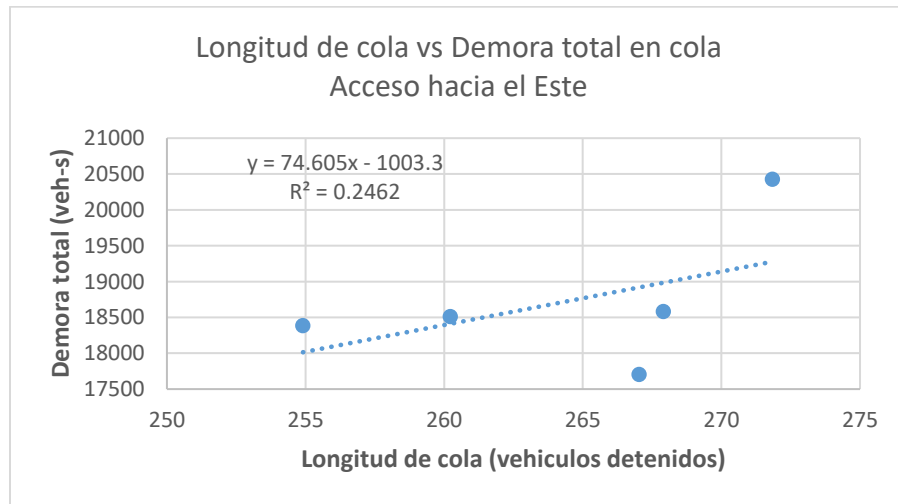


Figura 79 Longitud de cola vs Demora total en cola en el acceso hacia el Este

5.4 Curvas de llegada y salida

Las demoras y longitudes de cola se pueden observar simultáneamente en gráficos de entrada y salida, donde el número de llegadas o salidas de vehículos acumulados se muestra en el eje de las ordenadas y el intervalo de las llegadas o salidas se representa en el eje de las abscisas, siendo 1 el primer intervalo, 2 el segundo intervalo y así sucesivamente. A continuación, se presentan las curvas de llegada y salida correspondientes al lunes, en todos los accesos de la intersección, durante el periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. Los gráficos de las siguientes horas y días de la semana se encuentran disponibles en los anexos digitales para su consulta.

La Figura 80 representa la curva de llegada y salida del día lunes, en el acceso Norte, en el periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., donde el acumulado de los vehículos que llegan a la intersección se representan con la línea de color azul y el acumulado de los vehículos que salen con la línea de color naranja. En el gráfico se destaca un recuadro de color verde con el propósito de realizar un acercamiento en los primeros 20 minutos y así facilitar una mejor observación del comportamiento presentado, el cual se muestra en la Figura 81.

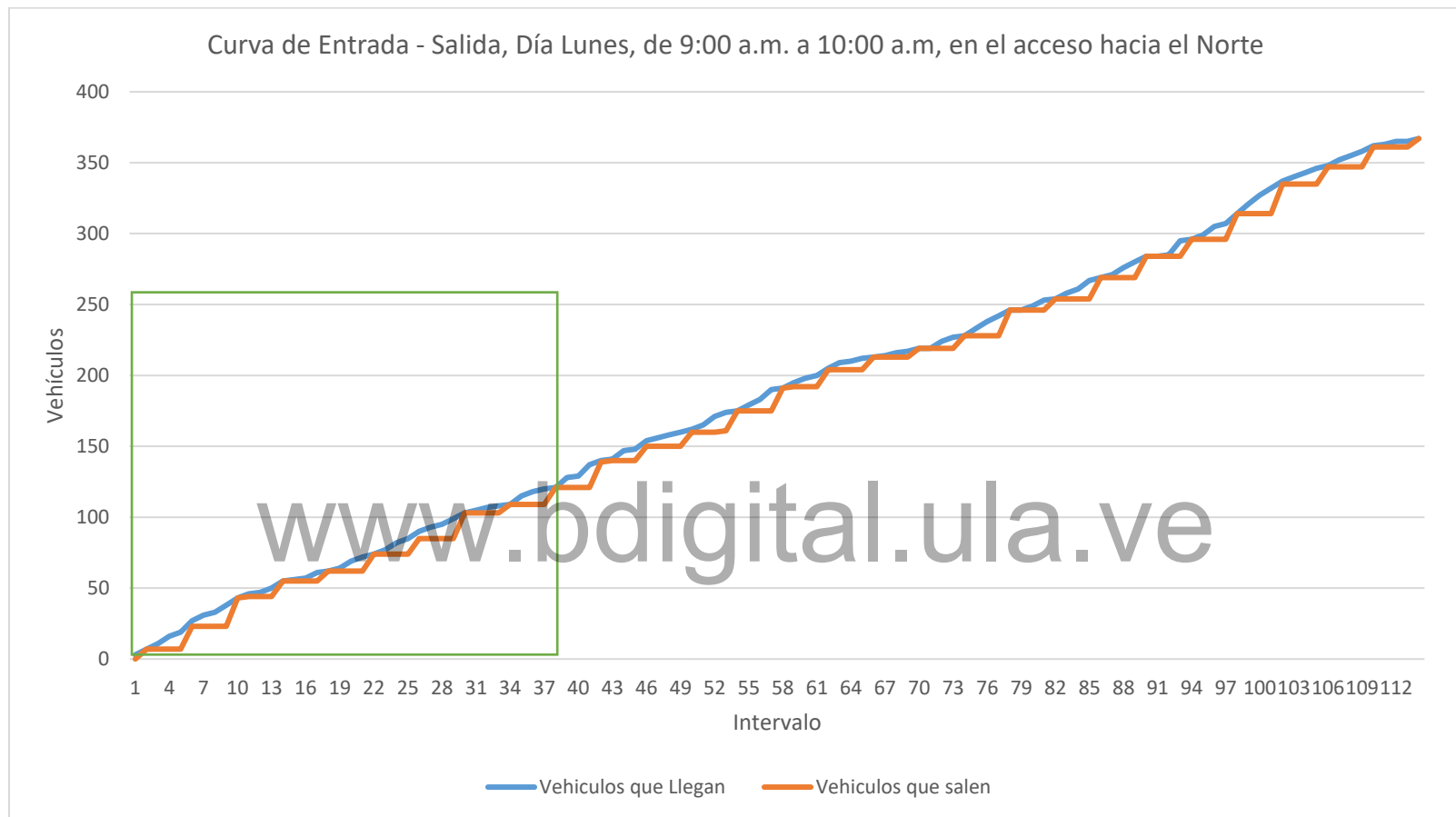


Figura 80 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso hacia el Norte de la intersección.

Por ser una intersección regulada por semáforos, en el gráfico se observan segmentos horizontales en la línea de color naranja, debido a las salidas intermitentes de los vehículos. Esto sucede en el instante donde la luz del semáforo se encuentra en color rojo, obligando a los vehículos que llegan a detenerse y esperar en cola hasta el inicio del intervalo verde. Una vez cambia el semáforo a luz verde, estos vehículos aceleran nuevamente y comienzan a salir de la intersección.

La línea naranja coincide con la línea azul cuando todos los vehículos detenidos, así como aquellos que continúan llegando durante el intervalo de luz verde y amarilla, logran salir de la intersección. Si esto no ocurre, se observa una separación entre ambas líneas, lo que indica la existencia de un remanente de cola que debe esperar hasta el siguiente ciclo, tal como se observa en el intervalo 6 y 26 de la Figura 81.

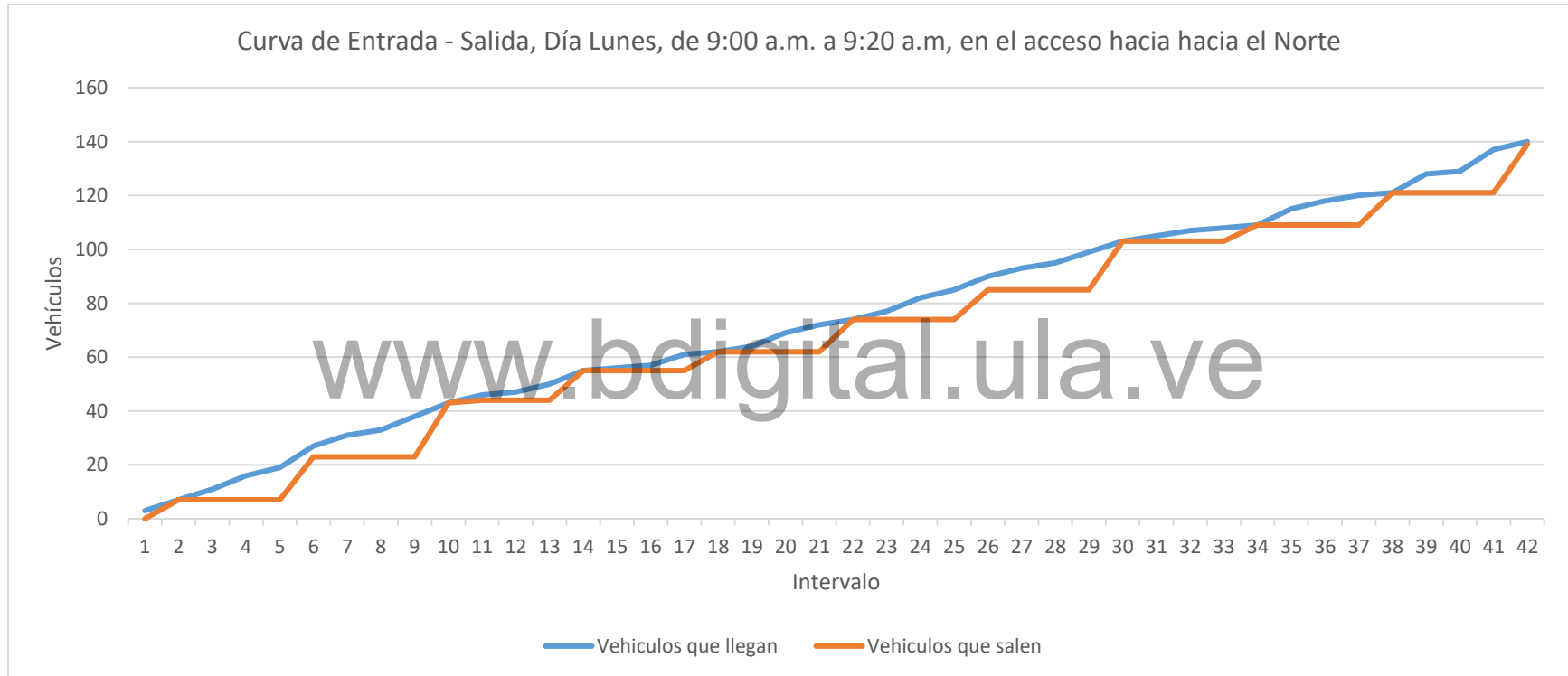


Figura 81 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso hacia el Norte de la intersección.

La Figura 82 representa la curva de llegada y salida del lunes, en el acceso Oeste, en el periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., en la cual se marca un recuadro de color verde que muestra un acercamiento del comportamiento del acceso en los primeros 20 minutos mostrado en la Figura 83.

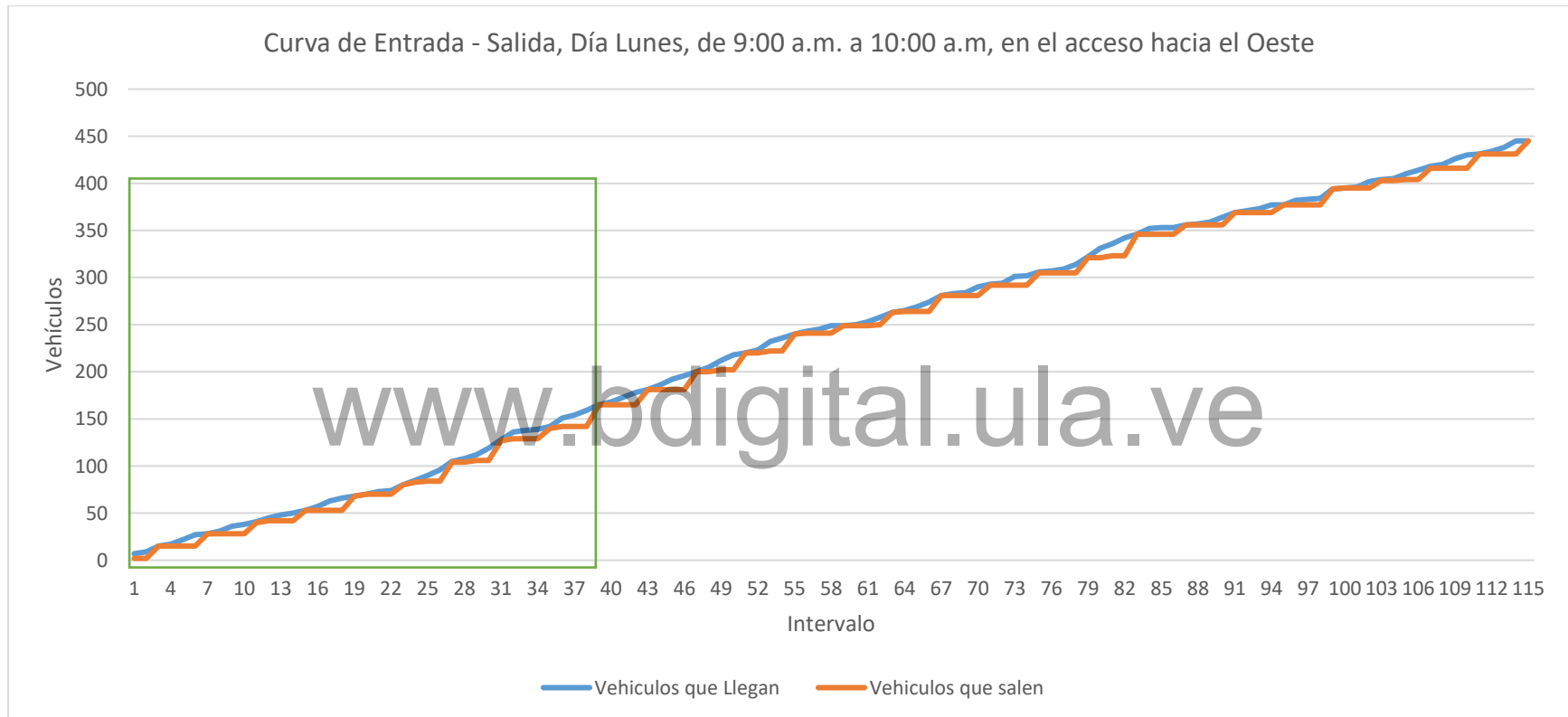


Figura 82 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso hacia el Oeste de la intersección.

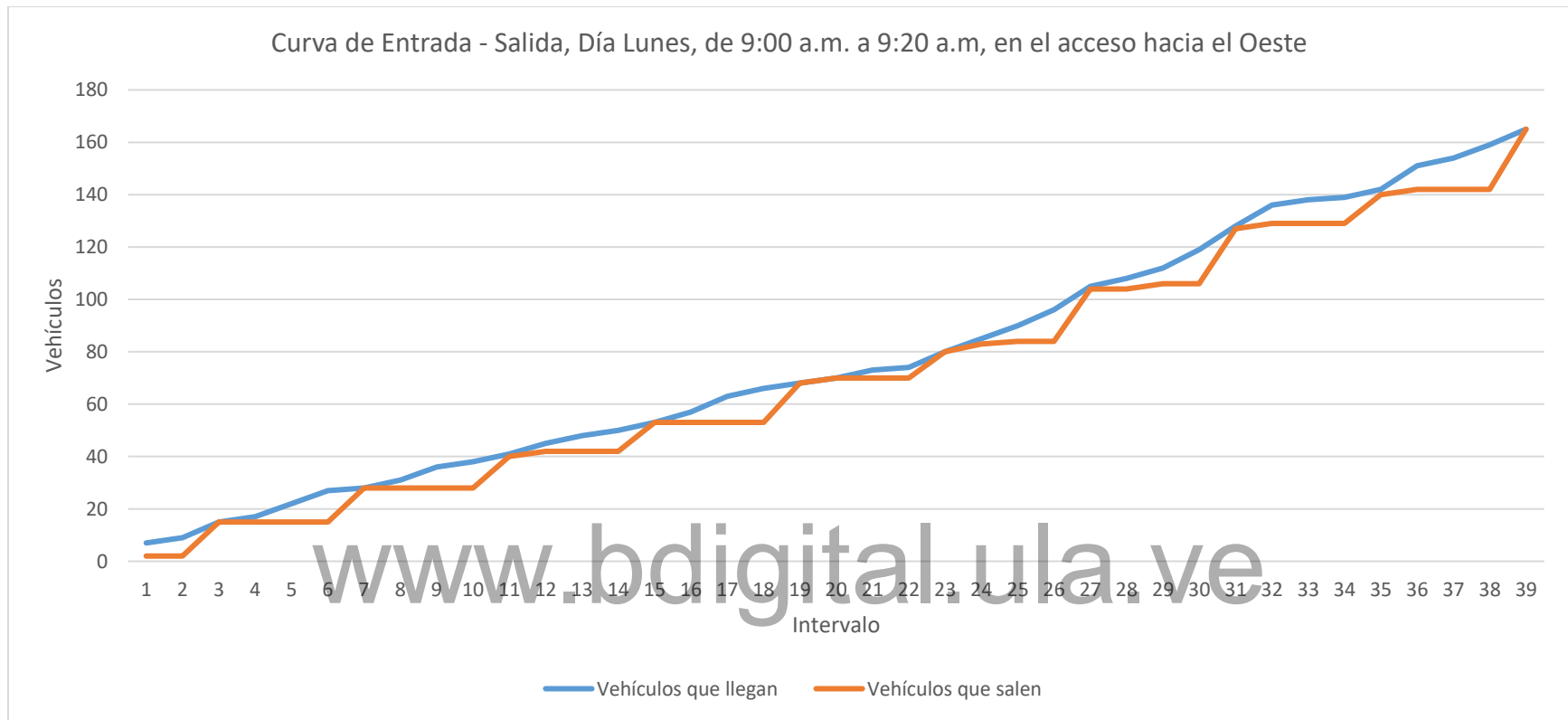


Figura 83 Gráfico de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso hacia el Oeste de la intersección.

La Figura 84 representa la curva de llegada y salida del día lunes del acceso Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. Allí se observa un recuadro de color verde que representa un acercamiento del comportamiento del acceso en los primeros 20 minutos, mostrado a detalle en la Figura 85.

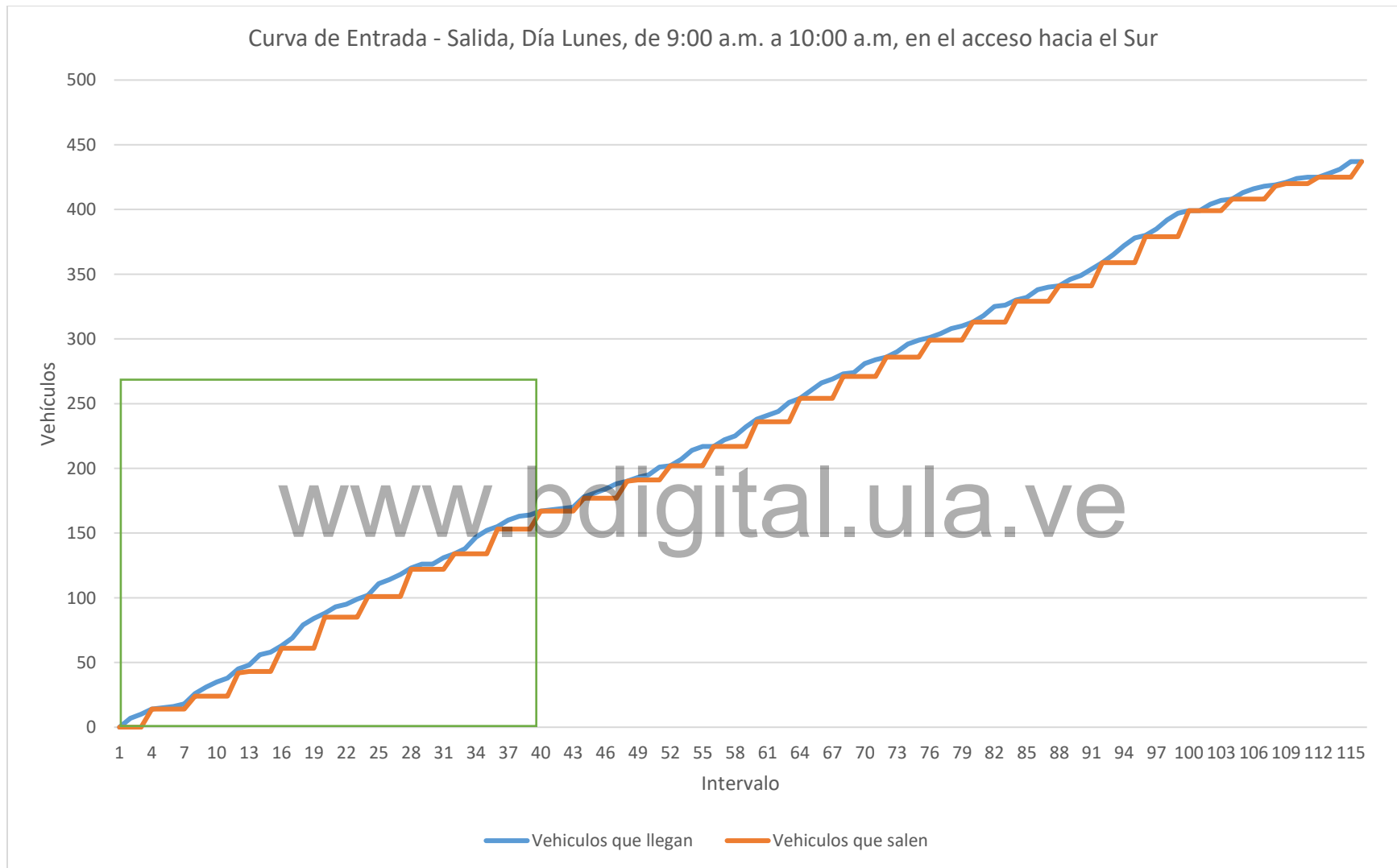


Figura 84 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso Oeste de la intersección.

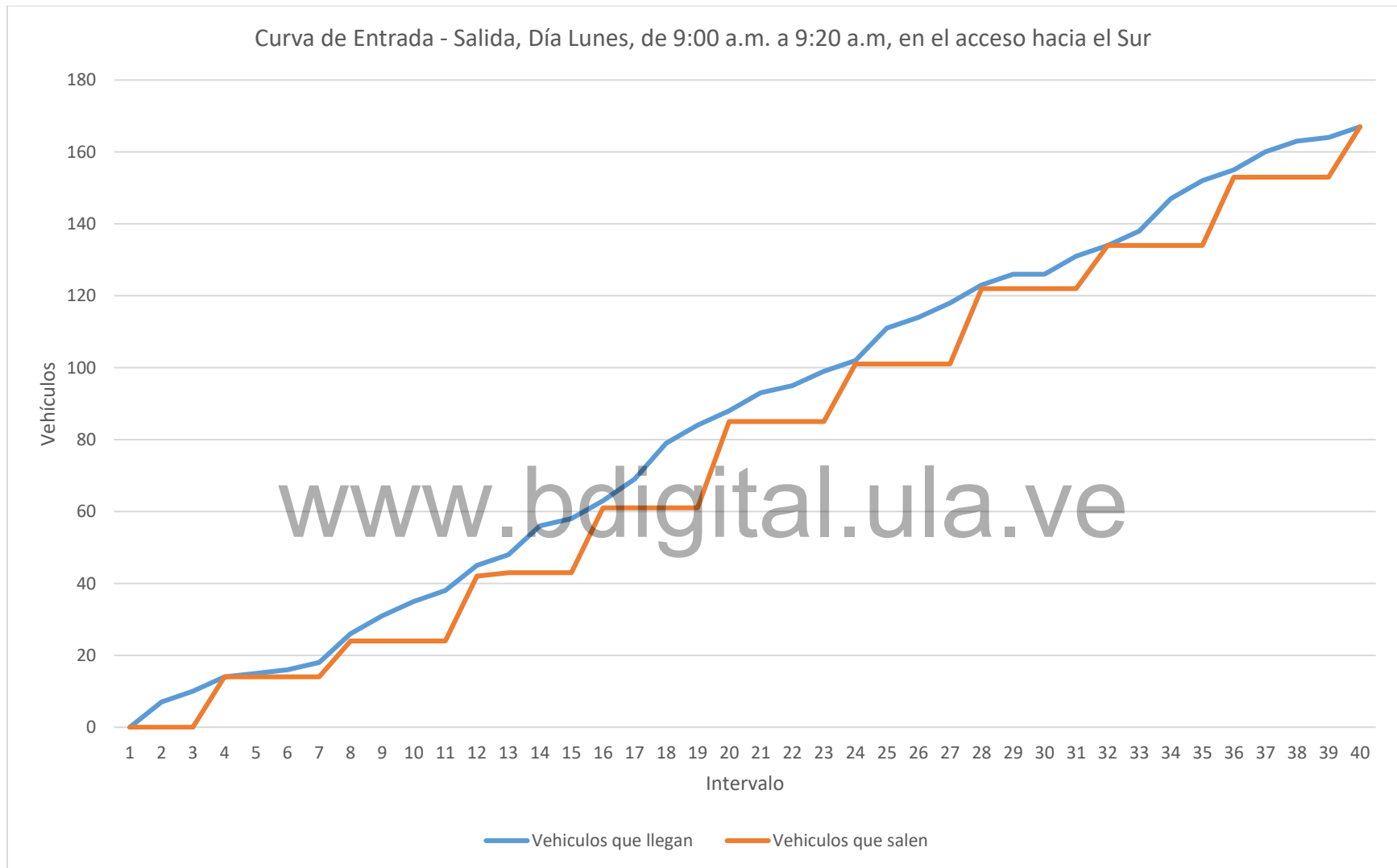


Figura 85 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso Sur de la intersección.

La Figura 86 representa la curva de llegada y salida del día lunes en el acceso Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., en la cual se observa un recuadro de color verde que representa un acercamiento del comportamiento del acceso en los primeros 20 minutos, mostrado a detalle en la Figura 87.

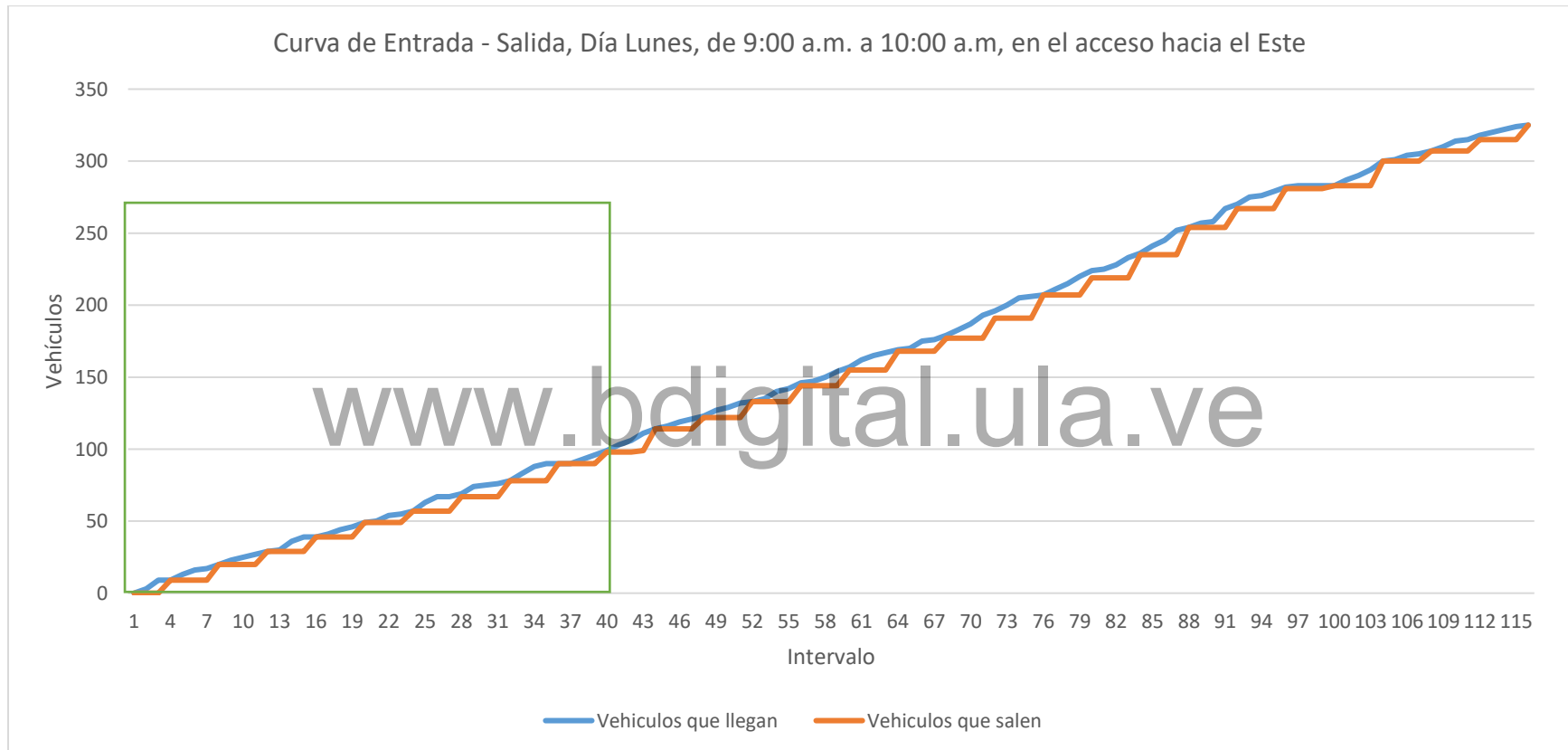


Figura 86 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m., acceso Este de la intersección.

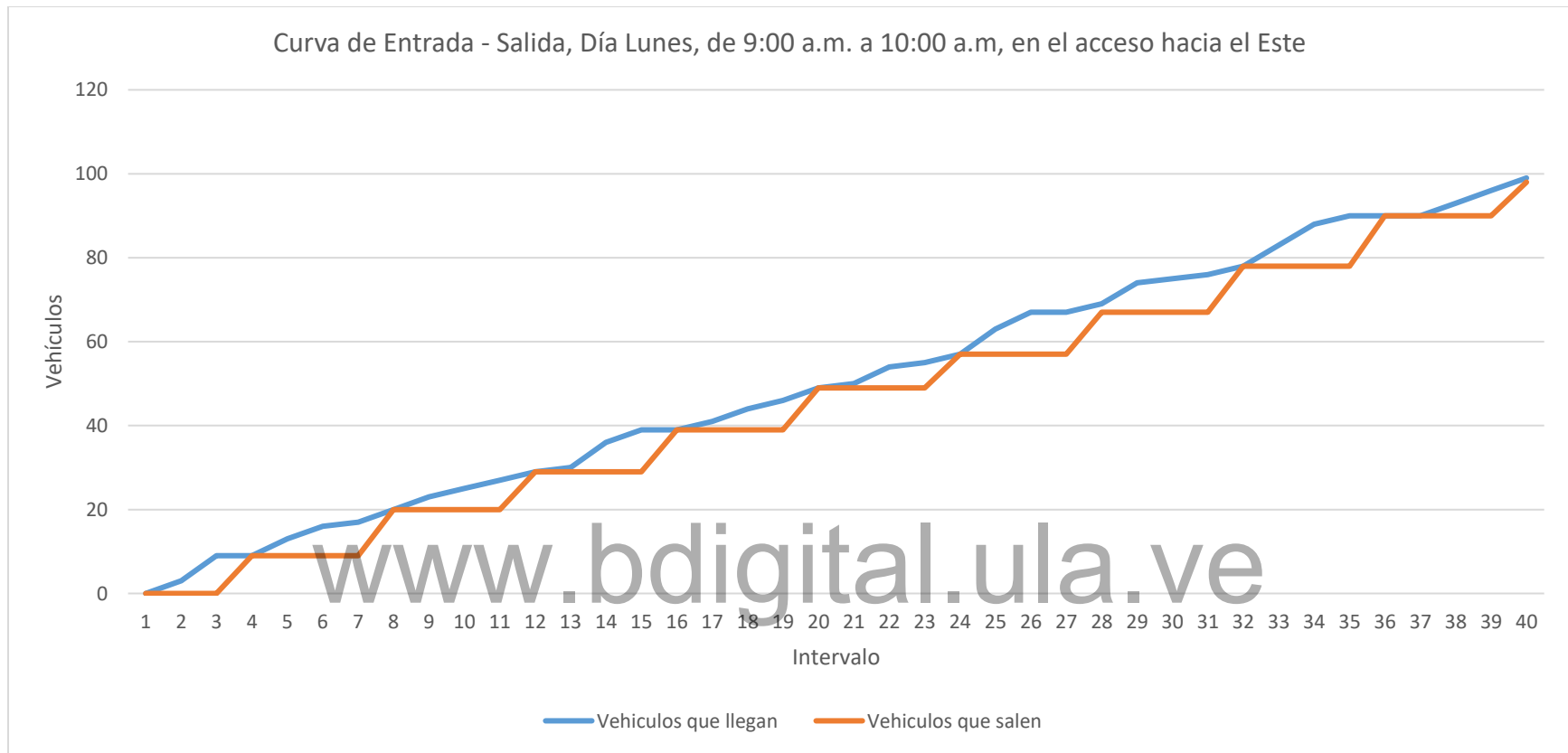


Figura 87 Curva de entrada – salida en una intersección semaforizada, lunes, periodo de 9:00 a.m. a 9:20 a.m., acceso Este de la intersección.

En los gráficos mostrados anteriormente, se puede observar que en la mayoría de los ciclos la cola disipo totalmente, en caso contrario la separación entre la recta azul y la recta naranja fue pequeña, representando que los vehículos que esperaban en cola al siguiente ciclo eran muy pocos y por lo tanto no permanecían detenidos más de un ciclo. En los accesos hacia el Norte, Oeste y Este se observa un comportamiento similar en la pendiente de la curva de salida, mientras que en el acceso Sur la pendiente es más pronunciada, lo que indica mayor cantidad de vehículos saliendo durante el intervalo verde en comparación a los otros accesos.

5.5 Indicadores de Eficiencia de la intersección

Una vez analizado cada parámetro se presentan los indicadores que permiten estudiar la eficiencia de la intersección.

5.5.1 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo, en el periodo de estudio (CDP)

En la Figura 88 se muestra el coeficiente CDP, en el acceso hacia el Norte, el cual representa que en un 98% de los ciclos, la máxima longitud de cola fue disipada totalmente durante el intervalo verde del semáforo. Por el contrario, solo un 2% no disipo la cola, esto manifiesta un buen funcionamiento del tiempo de verde en el acceso.

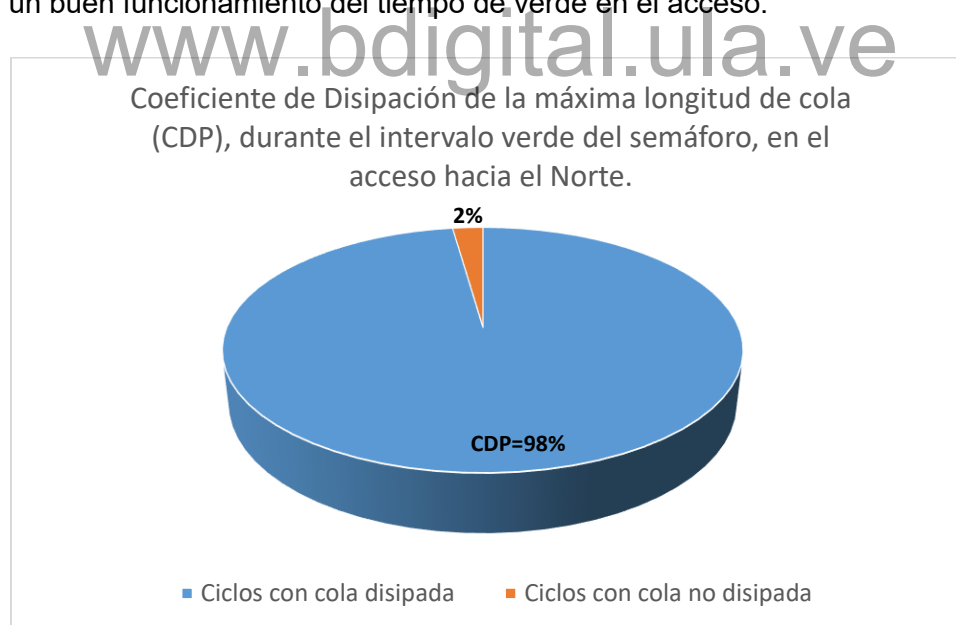


Figura 88 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Norte

La Figura 89 ilustra el coeficiente CDP, en el acceso hacia el Oeste, donde se observa que en un 99% de los ciclos la máxima longitud de cola se disipo durante el intervalo verde del semáforo, mientras que el 1% no disipo la cola. Esto representa una eficiencia de casi el 100% en el tiempo de verde del ciclo.

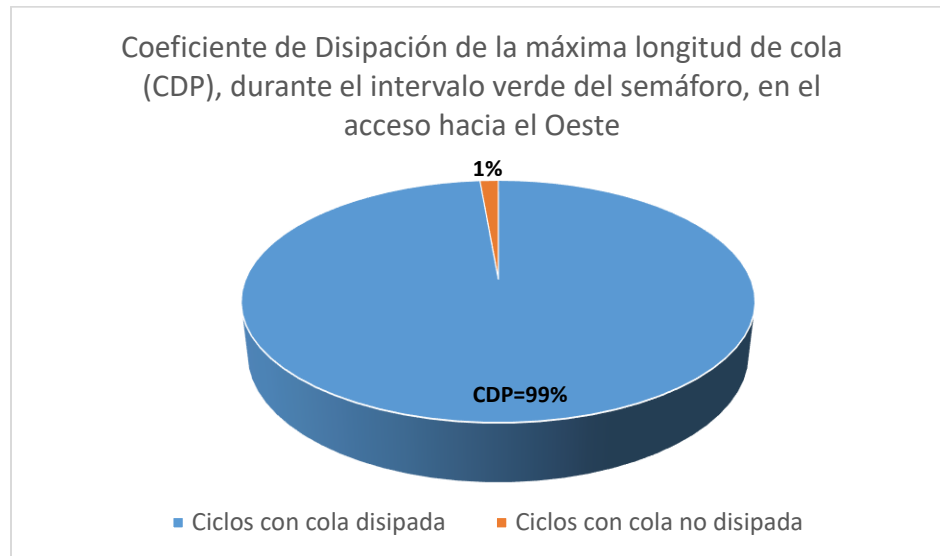


Figura 89 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Oeste

La Figura 90 muestra el coeficiente CDP, en el acceso hacia el Sur, donde se observa que en un 99% de los ciclos la máxima longitud de cola fue disipada durante el intervalo verde del semáforo, mientras que el 1% de los ciclos no disipo. Por lo tanto, se puede considerar una eficiencia de casi el 100% del tiempo de verde en el ciclo del semáforo.

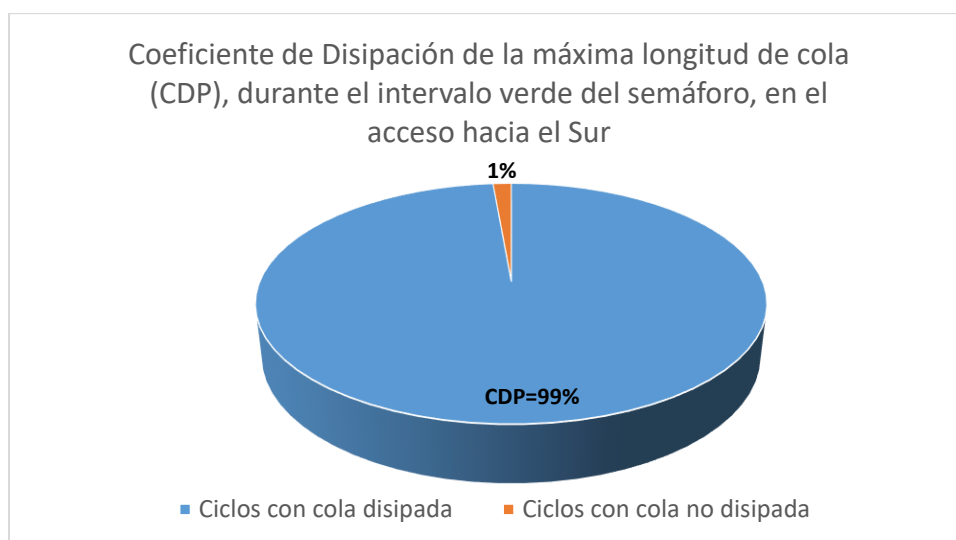


Figura 90 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Sur

En la Figura 91 se representa el coeficiente CDP, en el acceso hacia el Este, donde se observa que en un 93% de los ciclos la máxima longitud de cola fue disipada totalmente, durante el intervalo de verde del semáforo. Mientras que un 7% de los ciclos, no disipo la cola. En comparación a los otros accesos, es el que representa menor disipación de cola en la intersección. Sin embargo, es un buen porcentaje de eficiencia en el tiempo verde del semáforo.

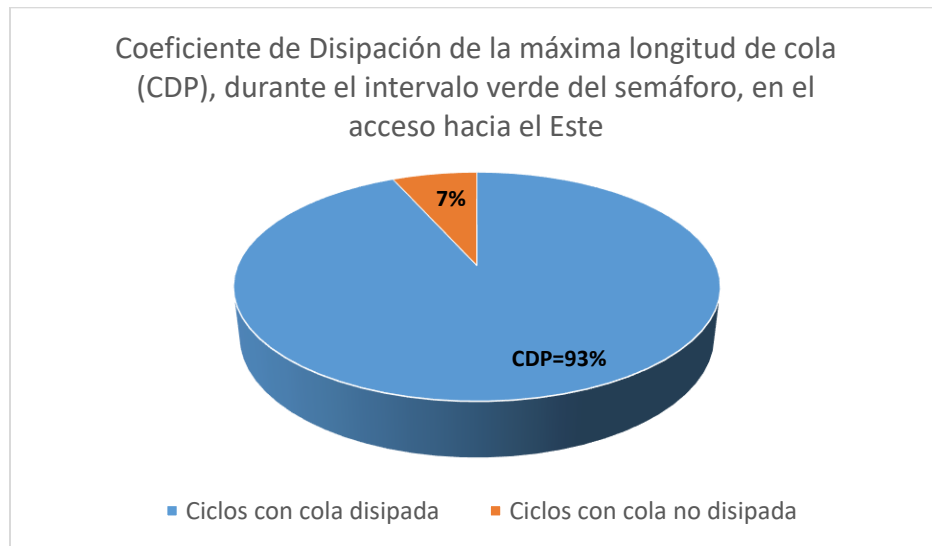


Figura 91 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo (CDP), en el acceso hacia el Este

5.5.2 Porcentaje de vehículos detenidos entre los días de la semana

A partir del porcentaje de vehículos detenidos por hora, para cada día de la semana se obtiene un promedio de dicha proporción para cada acceso de la intersección. En la Figura 92 se muestra la proporción de vehículos que se detienen, en el acceso hacia el Norte, donde se evidencia que un 83% de los vehículos al llegar a la intersección, desaceleran y se detienen en cola. Por el contrario, solo un 17% representa aquellos vehículos que no se detienen y pueden mantener su velocidad.

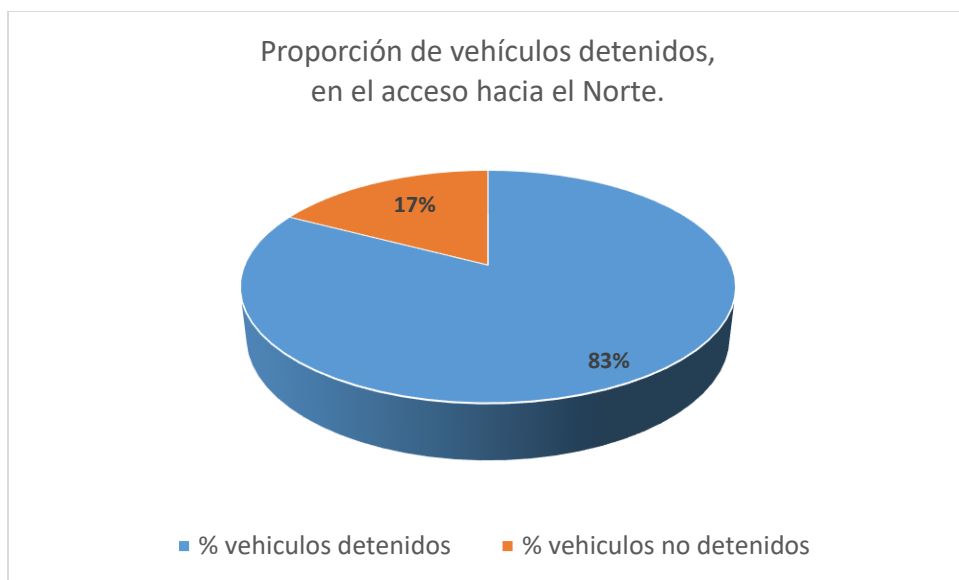


Figura 92 Proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Norte

La Figura 93 muestra la proporción de vehículos que se detienen en el acceso hacia el Oeste, allí se puede evidenciar que un 74% de los vehículos se detienen, mientras que un 26% de vehículos no disminuye su velocidad y continua su trayecto sin detenerse.

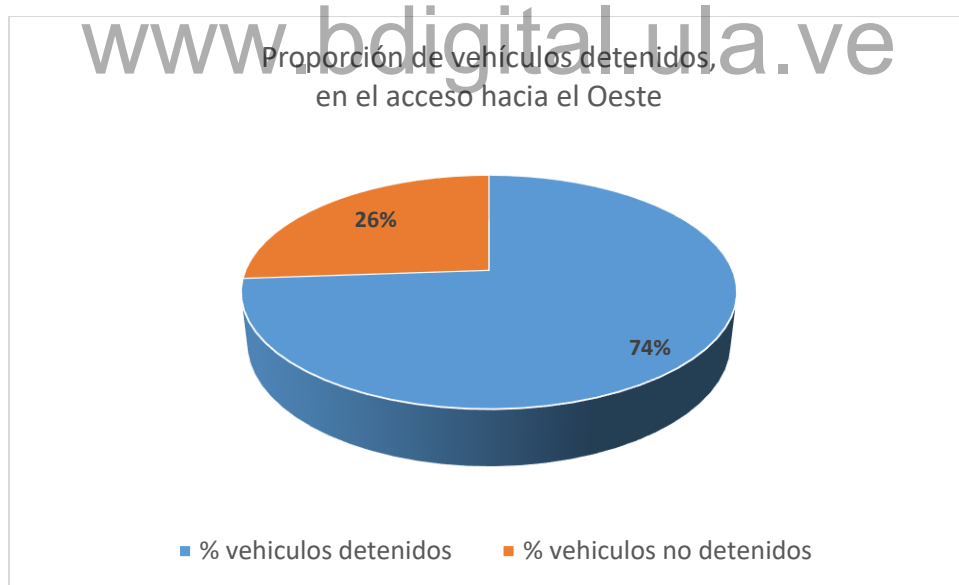


Figura 93 Proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Oeste

La Figura 94 representa la proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Sur, donde se observa que un 20% de vehículos no se detiene al llegar a la intersección. Por el contrario, un 80% de los vehículos debe disminuir su velocidad y esperar en cola para poder salir de la intersección.

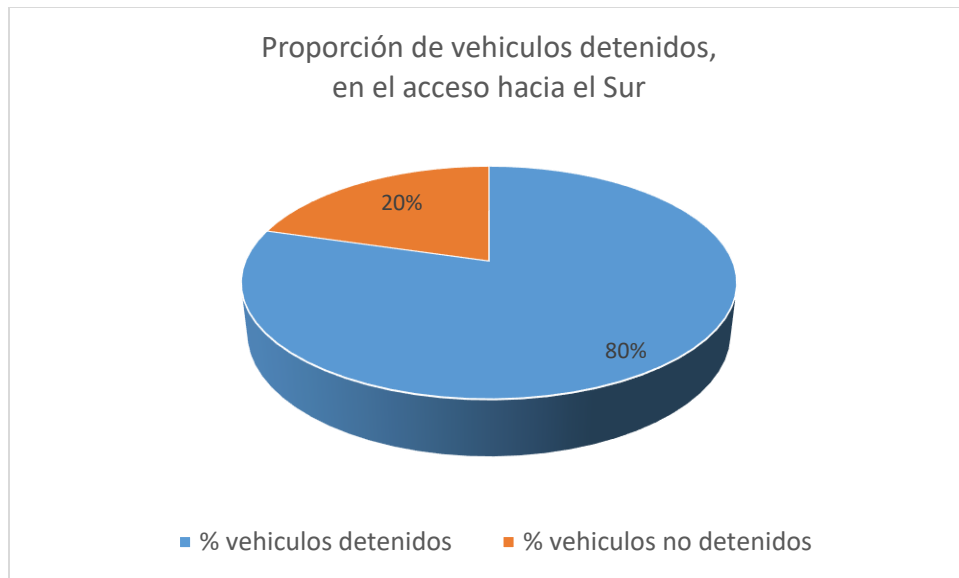


Figura 94 Proporción de vehículos detenidos en el acceso hacia el Sur

La Figura 95 ilustra el porcentaje de los vehículos detenidos en el acceso hacia el Este, donde se percibe que el 87% de los vehículos se detienen y deben esperar en cola, mientras que el 13% de vehículos mantiene su velocidad y salen de la intersección sin detenerse.

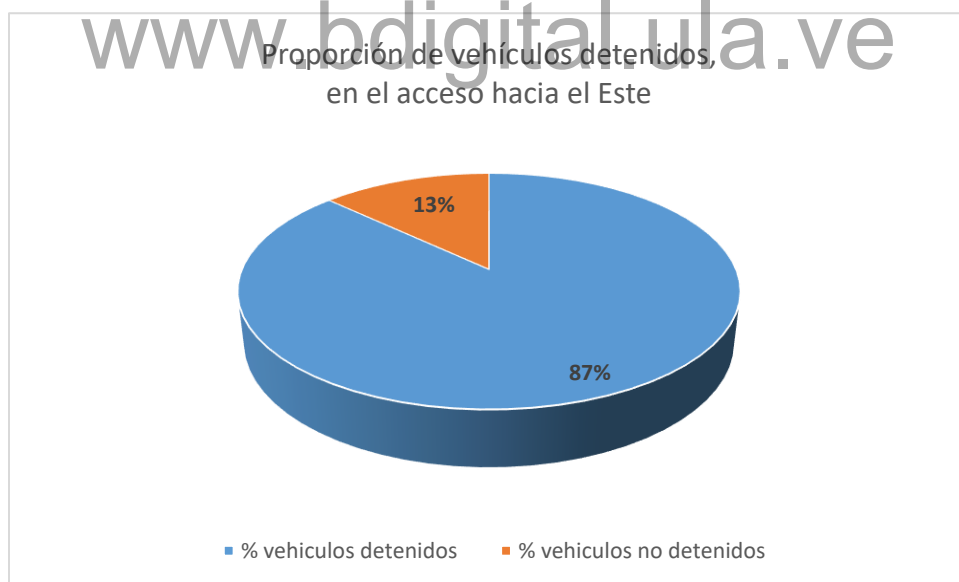


Figura 95 Proporción de vehículos detenidos en el acceso Este

5.5.3 Demora por control

La Figura 96 muestra los valores de demora por control por vehículo para cada día de la semana, correspondientes al acceso hacia el Norte. Las demoras se representan en el eje de las ordenadas y los cinco días de la semana se muestran en el eje de las abscisas.

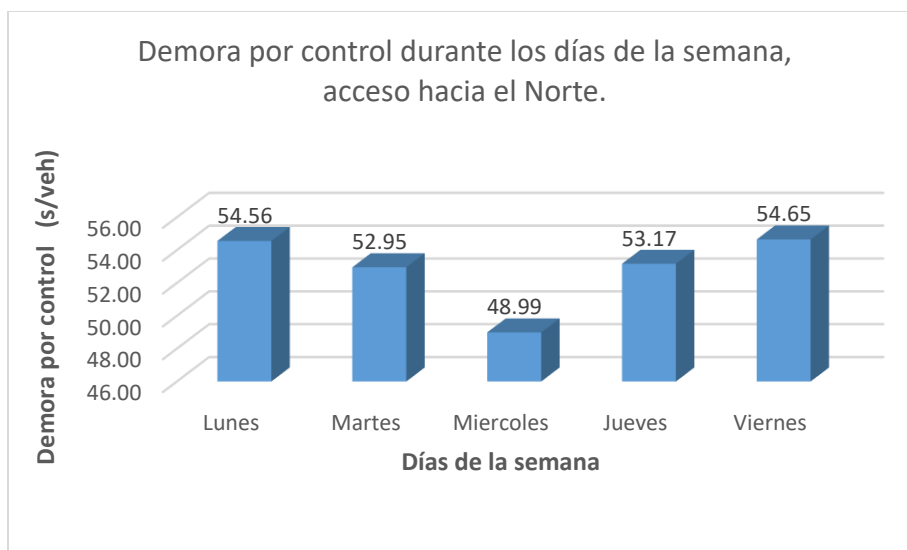


Figura 96 Demora por control durante los días de la semana, acceso hacia el Norte

En el histograma mostrado en la Figura 96 se percibe que la demora por control en el acceso hacia el Norte se encuentra entre los 48,99 s/veh y los 54,65 s/veh durante la semana. Los mayores rangos se presentan los lunes y viernes, que, a pesar de tener las menores demoras y vehículos detenidos en gráficos anteriores, se pueden observar altas demoras por llegar los vehículos a la intersección a inicios del intervalo rojo del semáforo. Por otro lado, el menor rango se reflejó el día miércoles, a causa de que las altas demoras que se observaron anteriormente si se deben en su mayoría a la cantidad de vehículos que llegaron a la intersección.

La Figura 97 presenta las demoras por control durante los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Oeste de la intersección.

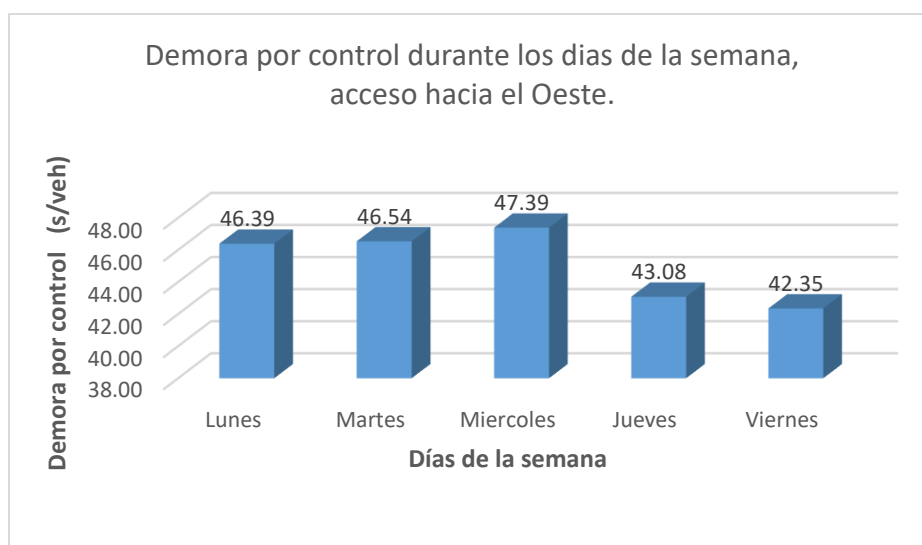


Figura 97 Demora por control durante los días de la semana, acceso hacia el Oeste

En el gráfico de la Figura 97 se puede evidenciar que los valores de demora en la semana se encuentran entre los 42,35 s/veh hasta los 47,39 s/veh. El jueves y viernes fueron los días con menor rango, esto se debe a las bajas demoras observadas en gráficos anteriores por menor cantidad de vehículos que llegaron durante ese día, en comparación al resto de la semana. Sin embargo, el lunes que presentaba un comportamiento similar al viernes, difiere en este caso porque la mayoría de los vehículos llegaban a inicios del intervalo rojo del semáforo. Esto pudo generar incrementos en las demoras totales que al ser relacionadas con una baja cantidad de vehículos que llegaban al acceso, se acerca a los rangos de los demás días la semana que si presentaron altas demoras debido a gran cantidad de vehículos que llegaron.

La Figura 98 muestra las demoras por control durante los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Sur de la intersección. En la imagen se observa que el lunes presentó el mayor valor igual a 54,55 s/veh. Esto pudo ser causa de que la mayoría de los vehículos llegaron a inicios del intervalo rojo del semáforo, generando un gran incremento en las demoras con respecto al resto de los días de la semana que mantiene un rango similar de los 49 s/veh.

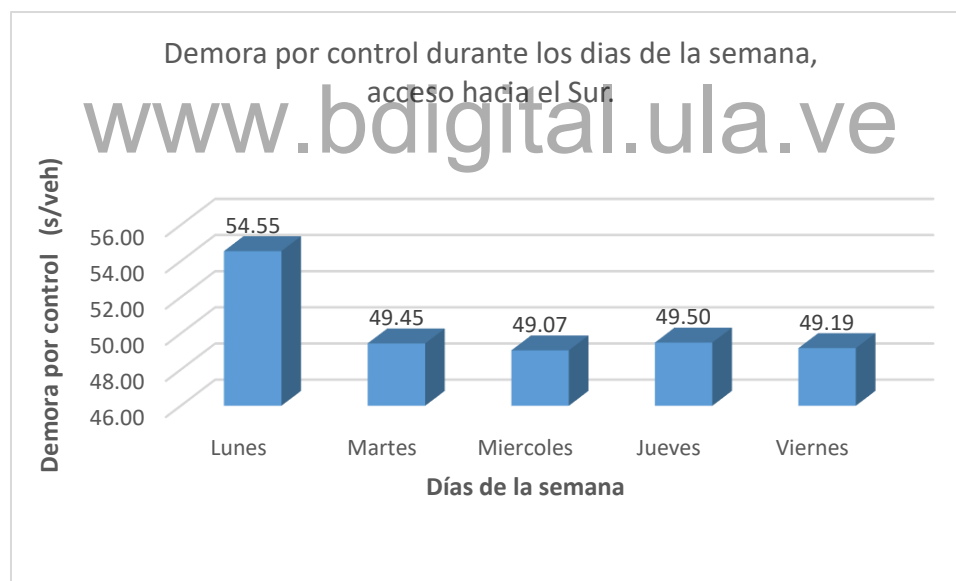


Figura 98 Demora por control durante los días de la semana, acceso hacia el Sur

La Figura 99 ilustra el comportamiento de las demoras por control durante los cinco días de la semana, en el acceso hacia el Este de la intersección. En el gráfico se puede evidenciar que las demoras por control se encuentran entre los 56,88 s/veh y los 62,72 s/veh. El día con mayor valor fue el martes, por el pico que se viene reflejando en este acceso en los gráficos anteriores. Por otra parte, el lunes y viernes tienen rangos similares junto con el jueves de presentar las menores demoras como ha observado en gráficos anteriores.

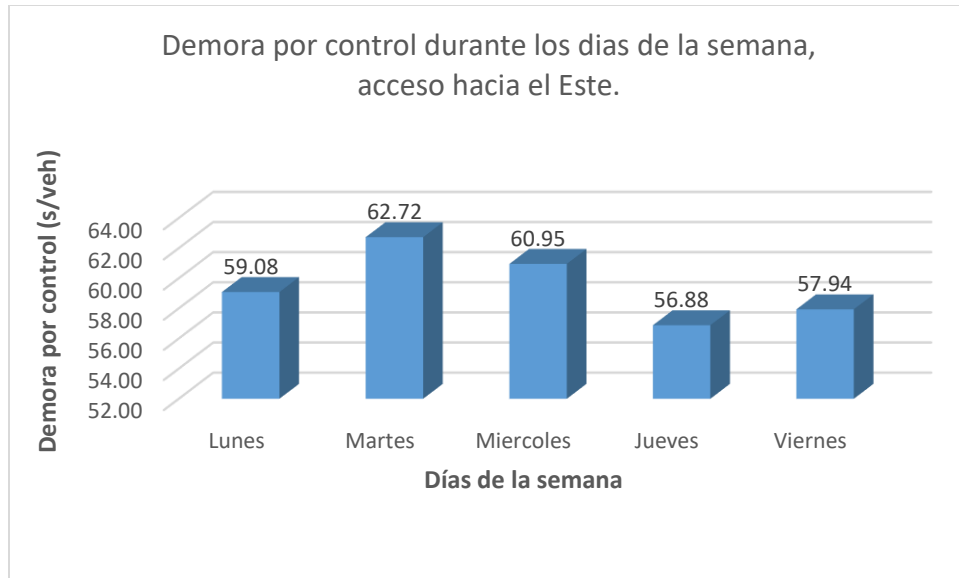


Figura 99 Demora por control durante los días de la semana, acceso Este

5.5.4 Comparación de indicadores de eficiencia en la intersección

En la Figura 100 se muestra el coeficiente de disipación de la máxima longitud de cola en el periodo de estudio (CDP), durante el intervalo verde del semáforo en cada acceso de la intersección. En el eje de las ordenadas se muestra el coeficiente CDP y en el eje de las abscisas cada uno de los accesos.

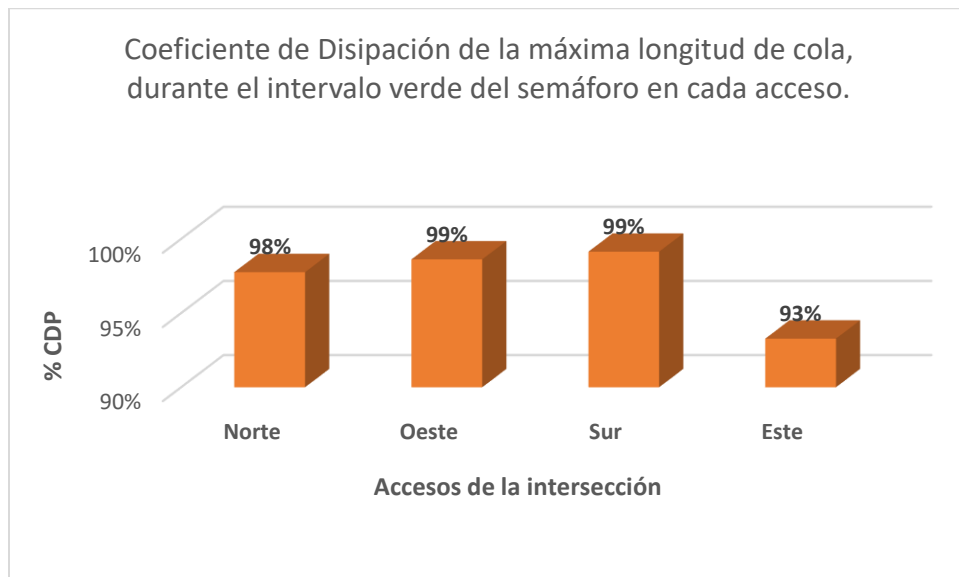


Figura 100 Coeficiente de Disipación de la máxima longitud de cola, durante el intervalo verde del semáforo en cada acceso de la intersección en estudio.

En gráfico de la Figura 100 se percibe que, en los accesos hacia el Norte, hacia el Oeste y hacia el Sur se disipo la cola en casi el 100% de los ciclos, durante el intervalo verde. Mientras que el acceso Este se disipo en un 93% de los ciclos, este valor puede ser causa de los problemas que presenta dicho acceso en sus condiciones geométricas y en el pavimento de la vía. De igual forma por la cantidad de vehículos pesados que circulan por el mismo en ciertos días de la semana. Sin embargo, a pesar de ser el acceso con menor porcentaje de disipación, también representa una proporción significativa. Por ende, se obtiene una buena eficiencia del intervalo verde en los 4 accesos de la intersección.

La Figura 101 representa el porcentaje de vehículos detenidos para cada acceso de la intersección. El porcentaje se muestra en el eje de las ordenadas y cada acceso en el eje de las abscisas.

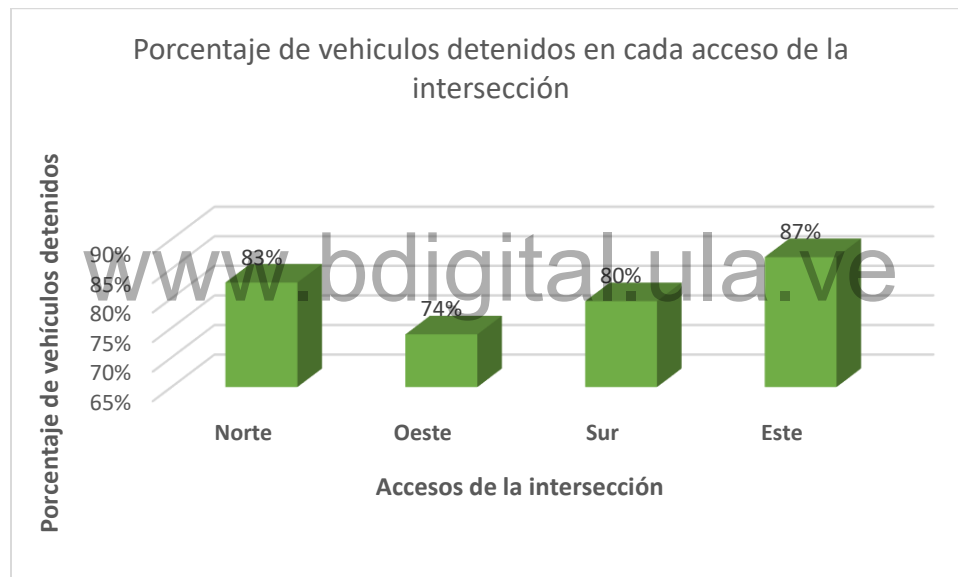


Figura 101 Porcentaje de vehículos detenidos en cada acceso de la intersección

El análisis de los cuatro accesos de la intersección mostrados en el gráfico de la Figura 101, indica que la mayoría de los vehículos llegan a la intersección durante el intervalo rojo del semáforo, por lo que permanecen detenidos en cola una gran cantidad de lo que llega. Por esta razón en el histograma se reflejan proporciones de vehículos detenidos superior al 70%. Siendo el Acceso hacia el Este el que presento el mayor porcentaje igual al 87%, seguido del acceso hacia el Norte con el 83%, el Acceso hacia el Sur con el 80% y el Acceso hacia el Oeste fue el de menor rango con 74%.

La Figura 102 muestra la demora por control en segundos para cada acceso de la intersección, representando la demora en el eje de las ordenadas y cada uno de los accesos en el eje de las abscisas.

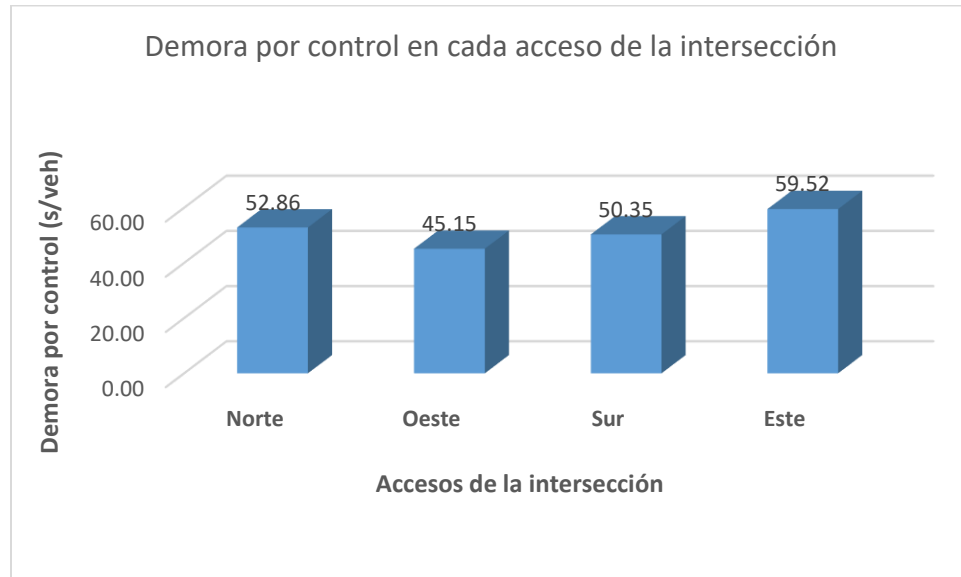


Figura 102 Demoras por control en cada acceso de la intersección

En el histograma mostrado en la Figura 102 se puede observar que las demoras oscilan entre rangos muy cercanos. Sin embargo, en el acceso hacia el Este se evidenció la mayor demora por control de la intersección con un valor de 59,52 segundos, mientras que en el acceso hacia el Oeste se presenció el menor valor con una demora igual a 45,15 segundos. Los otros dos accesos se encuentran entre dichos rangos donde el acceso hacia el Sur presentó una demora de 50,35 segundos y el acceso hacia el Norte una demora de 52,86 segundos.

CONCLUSIONES

Culminado el trabajo de investigación se puede afirmar que los objetivos propuestos fueron alcanzados satisfactoriamente. Con relación a ello, a continuación, se muestran las conclusiones referentes a la revisión de cada uno de los objetivos específicos planteados.

El primer objetivo consideró la medición de longitudes de colas y demoras en la intersección en estudio. Para ello se empleó el método de filmación como instrumento de medición, aprovechando las ventajas de este para obtener a detalle la información necesaria en la determinación de las longitudes de colas y demoras en la intersección entre la avenida las Américas y la calle 26 de la Ciudad de Mérida. Dicha información posteriormente fue tabulada de manera organizada por días, horas y accesos lo que permitió avanzar con los siguientes objetivos.

El segundo objetivo se basó en comparar el comportamiento de longitudes de colas y demoras por horas del día. Para ello se logró identificar y cuantificar con precisión la cantidad de vehículos detenidos en cada ciclo del semáforo por intervalo horario, considerando tanto el día de la semana como el acceso específico de la intersección. De estos registros, se observó que los accesos hacia el Norte y Oeste concentraron el mayor número de vehículos detenidos durante la última hora del periodo de estudio, comprendida entre las 12:10 p.m. y la 1:10 p.m. Por su parte, el acceso hacia el Sur registró su punto máximo de vehículos detenidos en la segunda y tercera hora.

En cambio, el acceso hacia el Este evidenció el mayor número de vehículos detenidos en la primera hora, de 9:10 a.m. a 10:00 a.m. Por otro lado, el menor rango de vehículos detenidos ocurrió en el acceso hacia el Este, mayormente en las dos últimas horas del periodo de estudio. Caso contrario ocurrió en los accesos hacia el Norte, Oeste y Sur donde los valores más bajos de vehículos detenidos fueron principalmente en la primera hora, y ocasionalmente en la segunda hora de ciertos días. Las diferencias entre el acceso hacia el Este y los demás accesos de la intersección pueden deberse a las condiciones del entorno por ser una zona muy residencial y comercial, donde la mayoría de las personas salen de sus casas en las primeras horas del día, generando un incremento de vehículos por el acceso, así como la llegada de vehículos pesados a primeras horas de la mañana por el acceso.

En función del número de vehículos en cola, fue posible obtener las demoras totales correspondientes a cada hora de análisis, por acceso independiente. En los análisis de estas demoras totales por tiempo en cola, se evidenciaron patrones de comportamientos horarios

similares al de los vehículos que se detuvieron. Esto se debe a la correlación lineal que existe entre ambas variables, como se observó en los modelos de regresión entre longitudes de cola y demoras. Por otra parte, en los modelos de regresión que relacionan volumen con longitudes de colas y con demoras, se evidenció que en los accesos hacia el Norte, Oeste y Sur las longitudes de colas y demoras son variables dependientes del volumen que llega a la intersección. Solo para el acceso Este se evidencio una correlación nula entre dichas variables, por lo que la demora reflejada en dicho acceso puede ser causa de otros factores. En los accesos donde se observó una correlación lineal positiva entre longitud de cola y demoras con el volumen vehicular, es posible determinar la hora pico y la hora valle del periodo estudio a partir del comportamiento analizado de estas variables por horas. De allí, se concluye que las últimas horas del periodo estudiado corresponde a la hora pico y la primera hora representa la hora valle.

El tercer objetivo consistió en analizar el comportamiento de longitudes de colas y demoras en los días de la semana. Para ello, por medio de cada registro horario se determinó el valor promedio de vehículos detenidos para cada día de la semana. De esta manera, se identificó que los menores rangos de vehículos detenidos ocurrieron los lunes y viernes en todos los accesos de la intersección. Esta tendencia representa una menor congestión y mayor fluidez del tránsito en estos días, en comparación a los martes, miércoles y jueves que presentaron la mayor cantidad de vehículos detenidos en los diferentes accesos de la intersección. Esto manifiesta que la cola tiende a incrementarse a mitad de semana. Sin embargo, la magnitud entre unos días con otros no varía significativamente. De la cantidad de vehículos detenidos dependieron los valores de demoras totales en cola obtenidos en cada día de la semana, presentando un comportamiento similar de rangos más bajos los lunes y viernes, así como los valores más altos los martes, miércoles y jueves.

El cuarto objetivo de investigación se enfocó en estudiar el comportamiento de la disipación de la longitud de cola por ciclo del semáforo. Para ello, se determinó con precisión la disipación de la máxima longitud de cola en cada ciclo del semáforo, considerando la hora específica de análisis. Esta evaluación detallada brindó información clave sobre la eficiencia del intervalo verde del semáforo en los diversos accesos de la intersección analizada, donde se observó una disipación en la mayoría de los ciclos. Esto indica que, el tiempo asignado al intervalo verde resulta adecuado para permitir el desalojo de los vehículos detenidos, facilitando así la fluidez del tránsito en cada ciclo del semáforo.

A partir de los parámetros analizados anteriormente fue posible obtener los 3 indicadores que permitieron determinar la eficiencia de la intersección como fue planteado en el quinto

objetivo. El primer indicador de eficiencia se obtuvo a partir del análisis de disipación de la cola. De allí se obtuvo el coeficiente de disipación de cola del periodo de estudio (CDP), el cual representa el porcentaje de ciclos en los que se logra disipar la máxima longitud de cola durante el intervalo de verde. En los accesos hacia el Norte, Oeste y Sur se identificó que la disipación de las colas fue casi del 100% de los ciclos, mientras que en el acceso hacia el Este fue del 93% de los ciclos que, a pesar de ser el menor rango de la intersección, representa una buena proporción. En consecuencia, el elevado porcentaje de disipación de colas refleja un desempeño positivo en el semáforo, al garantizar que las acumulaciones de vehículos formadas durante el intervalo rojo sean disipadas de manera efectiva durante el verde, contribuyendo a la optimización del tránsito vehicular en la intersección.

El segundo indicador de eficiencia fue el porcentaje de vehículos detenidos, que se obtuvo al relacionar los vehículos que se detuvieron con los vehículos que llegaron a la intersección. Este coeficiente fue igual o superior al 74%, con el rango más alto en el acceso hacia el Este de la intersección igual a 87%. Esta elevada proporción evidencia que solo un 26% o menos de los vehículos que llegan a la intersección logran atravesarla sin detenerse, lo que conlleva a una eficiencia limitada en el tránsito vehicular. Este comportamiento también se ve reflejado en los valores de demoras promedio por vehículos detenidos, que se refiere al tiempo que cada vehículo permanece detenido durante el intervalo rojo del semáforo. Sus valores oscilan, según el acceso, entre 59 y 75 segundos por vehículos, que al ser comparados con la duración del intervalo rojo del semáforo que varía entre 90 y 98 segundos, se evidencia que los vehículos permanecen detenidos durante gran parte del tiempo rojo. Este comportamiento sugiere que el tipo de llegada de los vehículos podría estar asociado a una progresión desfavorable en los accesos evaluados.

Por otra parte, con las demoras totales también fue posible obtener las demoras por vehículos que llegan. Es importante señalar que, al tratarse de mediciones realizadas directamente en campo, estos valores fueron sometidos a una corrección que consideró el tiempo adicional relacionado con la desaceleración y la posterior aceleración de los vehículos. De esta manera, se obtuvo una estimación más precisa de las demoras por control como el tercer indicador de eficiencia, desglosadas para cada día de la semana y para cada acceso analizado. Las demoras por control representan un indicador cualitativo relevante, ya que permiten evaluar el nivel de servicio brindado en la intersección estudiada. En cuanto a los resultados obtenidos, se identificó que los accesos hacia el Norte, Oeste y Sur presentaron valores de demora por control comprendidos entre 42 y 55 segundos por vehículo. Por su parte, el acceso hacia el Este

registró demoras ligeramente superiores, situándose en un rango de 56 a 63 segundos por vehículo.

Al comparar estos valores con los criterios establecidos en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, 2010), se determinó que los accesos hacia el Norte, Oeste y Sur corresponden a un nivel de servicio D, mientras que el acceso hacia el Este se clasifica dentro del nivel de servicio E. Estas condiciones de servicio se atribuyen principalmente a la presencia de ciclos excesivamente largos y a progresiones desfavorables en el flujo vehicular, lo que implica un aumento en los tiempos de espera a los usuarios que quieren atravesar la intersección.

Finalmente, con esta investigación se demuestra que, evaluando el comportamiento de las longitudes de colas y demoras en intersecciones semaforizadas, se pueden obtener indicadores que estimen la eficiencia de la intersección. Considerando estos indicadores se puede trabajar en alternativas de mejoramiento. Por lo tanto, en un análisis general de los resultados obtenidos en la intersección estudiada se concluye que, al presentar altos valores de demora, la intersección no está trabajando eficientemente en todos sus aspectos. Esto quiere decir que a pesar de que el tiempo de verde es suficiente para despejar la intersección, el nivel de servicio en sus accesos se manifiesta en niveles bajos que afectan el confort de los usuarios.

Como recomendación a estos hallazgos, en los accesos hacia el Norte y Oeste se propone una sincronización de los semáforos que se encuentran a una distancia menor a 500 metros, para evitar una calidad de progresión desfavorable donde los vehículos lleguen en su mayoría durante el intervalo Rojo. En el acceso hacia el Este, se debe trabajar en mejorar las condiciones geométricas del acceso, para que trabaje con sus tres canales, evitando los carros estacionados en el canal de giro a la derecha, que afectan en la capacidad de la vía. Esto se ve reflejado con los valores más desfavorables de la intersección en sus tres indicadores de eficiencia, aun cuando es el acceso con menor volumen.

Adicionalmente, se sugiere recortar la longitud de ciclo, ya que en ocasiones el intervalo verde se prolonga sin necesidad, pudiendo despejar la intersección antes de culminar el tiempo de este, como se ve reflejado en el alto porcentaje de disipación de la máxima longitud de cola en todos sus accesos. Andueza (2014), establece que la longitud de ciclo usado en semáforos predeterminados se encuentra entre 30 segundos y 120 segundos, por lo que valores mayores a 120 segundos no son muy convenientes. Por otra parte, el trabajo realizado por Dugarte y Peña (2024), evaluó la longitud de ciclo en la intersección entre la Avenida las Américas y la calle 26, concluyendo que las longitudes de ciclo más idóneas para trabajar en la intersección se

encuentra entre los 110 s y 120 s. Este valor fue calculado teóricamente con una relación aceptable entre la rata de flujo y la capacidad (X_c) igual a 0.79. En su planteamiento el plan de fases se mantiene con las cuatro fases que trabaja actualmente la intersección. El intervalo de cambio (amarillo) se mantiene en 5 segundos para todos los accesos y la asignación de los tiempos de verde óptimos en cada fase son los siguientes: fase I, el intervalo de verde igual a 24 segundos permitiendo el movimiento al grupo de canales del acceso hacia el Norte; fase II, el intervalo de verde igual a 25 segundos permitiendo el movimiento al grupo de canales del acceso hacia el Oeste; fase III, el intervalo de verde igual a 26 segundos permitiendo el movimiento al grupo de canales del acceso hacia el Sur y fase IV, el intervalo de verde igual a 25 segundos permitiendo el movimiento al grupo de canales del acceso hacia el Este. Por ende, se propone evaluar demoras por control en la intersección con una longitud de ciclo igual a 120 segundos, considerando la propuesta de Dugarte y Peña (2024) mencionada anteriormente y determinar los nuevos niveles de Servicio.

www.bdigital.ula.ve

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de demoras y longitudes de cola sábado y domingo, para comparar el comportamiento durante los fines de semana.
- Continuar investigaciones de este tipo, estudiando otras intersecciones que permitan generalizar el comportamiento de las variables analizadas.
- Analizar el impacto de la presencia de las motos al inicio de la intersección, dado que pueden afectar los tiempos de arranque y por consiguiente generar demoras a los vehículos.
- Hacer estudios de demoras y longitudes de cola por grupo de canales, para determinar con precisión donde se generan las mayores demoras y colas en el acceso, las cuales se deben tomar en cuenta cuando haya que proponer alternativas de mejoramientos.
- Calcular demoras y longitudes de cola con Syncro y comparar resultados.

www.bdigital.ula.ve

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andueza, P. (2013). *Diseño funcional de intersecciones a nivel*. Mérida: Publicaciones Vicerrectorado Académico.
- Andueza, P. (2014). *Análisis operacional de intersecciones reguladas con semáforos*. Mérida: Publicaciones Vicerrectorado Académico.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica 6ta edición*. Caracas: Episteme, C.A.
- American Association of State Highway and Transportation. (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and streets 7th edition*.
- Box, P. & Oppenlander, J. (1985). *Manual de estudios de Ingeniería de tránsito*. México: Representaciones y servicios de ingeniería, S.A.
- Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones 9na edición*. México: Alfaomega.
- Dugarte & Peña (2024). *Evaluación de la longitud de Ciclo en intersecciones semaforizadas. Caso de Estudio: Municipio Libertador del Estado Mérida-Venezuela*. [Trabajo de grado, Universidad de los Andes].
- González, M. & Sepulveda, E. (2010). *Aplicación de la teoría de colas en los semáforos para mejorar la movilidad en la carrera 7 entre calles 15 y 20 de la ciudad de Pereira*. [Trabajo de grado, Universidad de Pereira].
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición*. Mexico: McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Highway Capacity Manual. (2010). Washington, D.C.: Transportation Research Board
- Jithender, J. & Mehar, A. (2023). *Estimation of Queue Length at Signalized Intersection Under Non-Lane Based Traffic Conditions*. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 51(1), pp. 31–39. <https://doi.org/10.3311/PPtr.17454>
- Radelat, G. (2003). *Principios de Ingeniería de tránsito*. Whashington: Instituto de Ingenieros de Transporte.

Ramírez, A. (2019). *Aplicabilidad de la transformada de Whiting para determinar colas en una intersección semaforizada en la ciudad de Lima*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Singh, D., Ameen, T. & Ahmad, A (2021). *Analysis of delay and queue length variation at three-leg signalized intersection under mixed traffic condition*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1107/s41062-021-00493-1>

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

www.bdigital.ula.ve

ANEXO A.1a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día lunes en el acceso hacia el Norte

Tabla 82 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	12	22	SI
ciclo 2	6	8	SI
ciclo 3	11	15	SI
ciclo 4	7	9	SI
ciclo 5	14	15	SI
ciclo 6	14	17	SI
ciclo 7	16	17	SI
ciclo 8	7	7	SI
ciclo 9	10	14	SI
ciclo 10	10	14	SI
ciclo 11	6	8	SI
ciclo 12	8	10	SI
ciclo 13	10	10	SI
ciclo 14	9	13	SI
ciclo 15	9	10	SI
ciclo 16	9	10	SI
ciclo 17	11	12	SI
ciclo 18	10	11	SI
ciclo 19	7	7	SI
ciclo 20	10	10	SI
ciclo 21	17	19	SI
ciclo 22	7	7	SI
ciclo 23	11	11	SI
ciclo 24	14	15	SI
ciclo 25	14	17	SI
ciclo 26	9	10	SI
ciclo 27	13	15	SI
ciclo 28	10	12	SI
ciclo 29	8	8	SI
Total	299 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 83 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	4	8	SI
ciclo 2	9	15	SI
ciclo 3	8	10	SI
ciclo 4	9	10	SI
ciclo 5	14	16	SI
ciclo 6	11	16	SI
ciclo 7	6	7	SI
ciclo 8	9	9	SI
ciclo 9	10	13	SI
ciclo 10	9	9	SI
ciclo 11	17	18	SI
ciclo 12	11	13	SI
ciclo 13	10	12	SI
ciclo 14	13	13	SI
ciclo 15	14	16	SI
ciclo 16	13	15	SI
ciclo 17	13	13	SI
ciclo 18	5	7	SI
ciclo 19	11	14	SI
ciclo 20	13	14	SI
ciclo 21	17	21	SI
ciclo 22	7	10	SI
ciclo 23	7	7	SI
ciclo 24	8	9	SI
ciclo 25	10	11	SI
ciclo 26	12	15	SI
ciclo 27	14	15	SI
ciclo 28	11	10	No
ciclo 29	15	16	SI
Total	310 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 84 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	17	23	SI
ciclo 2	17	22	SI
ciclo 3	15	27	SI
ciclo 4	4	7	SI
ciclo 5	20	22	SI
ciclo 6	14	16	SI
ciclo 7	15	19	SI
ciclo 8	14	16	SI
ciclo 9	6	11	SI
ciclo 10	10	11	SI
ciclo 11	15	16	SI
ciclo 12	8	10	SI
ciclo 13	9	12	SI
ciclo 14	6	11	SI
ciclo 15	5	7	SI
ciclo 16	8	9	SI
ciclo 17	9	14	SI
ciclo 18	15	15	SI
ciclo 19	8	11	SI
ciclo 20	12	14	SI
ciclo 21	3	6	SI
ciclo 22	9	9	SI
ciclo 23	19	20	SI
ciclo 24	13	18	SI
ciclo 25	18	19	SI
ciclo 26	11	12	SI
ciclo 27	19	20	SI
ciclo 28	12	18	SI
ciclo 29	7	7	SI
Total	338 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO A.2a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día martes, en el acceso hacia el Norte

Tabla 85 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	12	13	SI
ciclo 2	16	19	SI
ciclo 3	14	16	SI
ciclo 4	8	11	SI
ciclo 5	10	15	SI
ciclo 6	17	23	SI
ciclo 7	11	11	SI
ciclo 8	8	9	SI
ciclo 9	13	14	SI
ciclo 10	15	15	SI
ciclo 11	14	15	SI
ciclo 12	10	13	SI
ciclo 13	12	11	No
ciclo 14	14	15	SI
ciclo 15	9	10	SI
ciclo 16	5	10	SI
ciclo 17	11	13	SI
ciclo 18	12	13	SI
ciclo 19	6	8	SI
ciclo 20	9	12	SI
ciclo 21	12	13	SI
ciclo 22	13	14	SI
ciclo 23	13	17	SI
ciclo 24	13	18	SI
ciclo 25	8	10	SI
ciclo 26	8	11	SI
ciclo 27	11	13	SI
ciclo 28	12	14	SI
ciclo 29	11	17	SI
Total	327 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 86 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	16	21	SI
ciclo 2	9	11	SI
ciclo 3	8	9	SI
ciclo 4	12	16	SI
ciclo 5	13	21	SI
ciclo 6	9	10	SI
ciclo 7	13	15	SI
ciclo 8	9	14	SI
ciclo 9	5	9	SI
ciclo 10	6	8	SI
ciclo 11	12	14	SI
ciclo 12	12	14	SI
ciclo 13	12	14	SI
ciclo 14	13	14	SI
ciclo 15	11	14	SI
ciclo 16	5	10	SI
ciclo 17	9	9	SI
ciclo 18	10	11	SI
ciclo 19	10	13	SI
ciclo 20	10	14	SI
ciclo 21	8	8	SI
ciclo 22	16	20	SI
ciclo 23	16	16	SI
ciclo 24	8	9	SI
ciclo 25	14	18	SI
ciclo 26	4	9	SI
ciclo 27	7	12	SI
ciclo 28	6	10	SI
ciclo 29	2	2	SI
Total	285 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 87 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	11	12	SI
ciclo 2	11	15	SI
ciclo 3	7	10	SI
ciclo 4	12	20	SI
ciclo 5	10	10	SI
ciclo 6	14	14	SI
ciclo 7	13	13	SI
ciclo 8	11	11	SI
ciclo 9	12	15	SI
ciclo 10	10	18	SI
ciclo 11	5	10	SI
ciclo 12	11	14	SI
ciclo 13	10	12	SI
ciclo 14	14	14	SI
ciclo 15	7	8	SI
ciclo 16	16	21	SI
ciclo 17	11	13	SI
ciclo 18	11	10	No
ciclo 19	11	12	SI
ciclo 20	12	15	SI
ciclo 21	15	20	SI
ciclo 22	15	19	SI
ciclo 23	10	13	SI
ciclo 24	10	15	SI
ciclo 25	13	15	SI
ciclo 26	15	15	SI
ciclo 27	15	15	SI
ciclo 28	13	13	SI
ciclo 29	16	20	SI
Total	341 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 88 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	17	19	SI
ciclo 2	13	14	SI
ciclo 3	17	19	SI
ciclo 4	12	12	SI
ciclo 5	26	29	SI
ciclo 6	12	20	SI
ciclo 7	10	15	SI
ciclo 8	19	22	SI
ciclo 9	13	13	SI
ciclo 10	14	20	SI
ciclo 11	16	20	SI
ciclo 12	17	18	SI
ciclo 13	11	12	SI
ciclo 14	16	18	SI
ciclo 15	9	13	SI
ciclo 16	9	13	SI
ciclo 17	12	16	SI
ciclo 18	8	8	SI
ciclo 19	11	13	SI
ciclo 20	16	21	SI
ciclo 21	3	6	SI
ciclo 22	9	13	SI
ciclo 23	3	4	SI
ciclo 24	18	22	SI
ciclo 25	14	21	SI
ciclo 26	11	13	SI
ciclo 27	15	17	SI
ciclo 28	15	17	SI
ciclo 29	10	19	SI
Total	376 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO A.3a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día miércoles, en el acceso hacia el Norte

Tabla 89 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	17	18	SI
ciclo 2	23	26	SI
ciclo 3	14	16	SI
ciclo 4	6	12	SI
ciclo 5	8	11	SI
ciclo 6	8	9	SI
ciclo 7	9	11	SI
ciclo 8	10	14	SI
ciclo 9	3	6	SI
ciclo 10	11	14	SI
ciclo 11	8	9	SI
ciclo 12	7	8	SI
ciclo 13	12	13	SI
ciclo 14	20	19	No
ciclo 15	12	13	SI
ciclo 16	8	13	SI
ciclo 17	12	14	SI
ciclo 18	21	19	No
ciclo 19	19	21	SI
ciclo 20	10	12	SI
ciclo 21	10	13	SI
ciclo 22	9	13	SI
ciclo 23	10	9	No
ciclo 24	14	15	SI
ciclo 25	5	9	SI
ciclo 26	8	11	SI
ciclo 27	10	12	SI
ciclo 28	8	10	SI
ciclo 29	11	11	SI
Total	323 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 90 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	10	12	SI
ciclo 2	20	22	SI
ciclo 3	13	16	SI
ciclo 4	11	16	SI
ciclo 5	6	9	SI
ciclo 6	8	8	SI
ciclo 7	16	16	SI
ciclo 8	10	12	SI
ciclo 9	5	6	SI
ciclo 10	8	11	SI
ciclo 11	4	4	SI
ciclo 12	5	10	SI
ciclo 13	15	18	SI
ciclo 14	13	16	SI
ciclo 15	11	13	SI
ciclo 16	15	16	SI
ciclo 17	9	11	SI
ciclo 18	13	17	SI
ciclo 19	13	15	SI
ciclo 20	13	14	SI
ciclo 21	17	17	SI
ciclo 22	15	15	SI
ciclo 23	12	13	SI
ciclo 24	6	10	SI
ciclo 25	5	5	SI
ciclo 26	12	12	SI
ciclo 27	11	15	SI
ciclo 28	8	8	SI
ciclo 29	15	17	SI
Total	319 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 91 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	6	6	SI
ciclo 2	13	14	SI
ciclo 3	14	13	No
ciclo 4	15	15	SI
ciclo 5	10	14	SI
ciclo 6	8	8	SI
ciclo 7	9	10	SI
ciclo 8	5	6	SI
ciclo 9	10	12	SI
ciclo 10	9	9	SI
ciclo 11	11	14	SI
ciclo 12	10	13	SI
ciclo 13	9	12	SI
ciclo 14	10	15	SI
ciclo 15	10	10	SI
ciclo 16	22	23	SI
ciclo 17	13	16	SI
ciclo 18	10	12	SI
ciclo 19	9	9	SI
ciclo 20	11	16	SI
ciclo 21	9	10	SI
ciclo 22	8	9	SI
ciclo 23	8	9	SI
ciclo 24	8	8	SI
ciclo 25	5	9	SI
ciclo 26	12	14	SI
ciclo 27	14	16	SI
ciclo 28	14	18	SI
ciclo 29	19	23	SI
Total	311 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 92 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	25	23	No
ciclo 2	19	22	SI
ciclo 3	19	18	No
ciclo 4	19	21	SI
ciclo 5	14	16	SI
ciclo 6	12	18	SI
ciclo 7	14	16	SI
ciclo 8	12	12	SI
ciclo 9	18	25	SI
ciclo 10	17	23	SI
ciclo 11	15	18	SI
ciclo 12	6	7	SI
ciclo 13	8	13	SI
ciclo 14	12	13	SI
ciclo 15	12	14	SI
ciclo 16	10	10	SI
ciclo 17	13	16	SI
ciclo 18	8	10	SI
ciclo 19	17	21	SI
ciclo 20	14	15	SI
ciclo 21	17	22	SI
ciclo 22	11	11	SI
ciclo 23	9	9	SI
ciclo 24	11	11	SI
ciclo 25	10	10	SI
ciclo 26	8	8	SI
ciclo 27	14	16	SI
ciclo 28	9	9	SI
ciclo 29	16	16	SI
Total	389 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO A.4a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día jueves, en el acceso hacia el Norte

Tabla 93 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	7	7	SI
ciclo 2	10	10	SI
ciclo 3	12	14	SI
ciclo 4	15	18	SI
ciclo 5	10	14	SI
ciclo 6	10	14	SI
ciclo 7	10	12	SI
ciclo 8	5	7	SI
ciclo 9	12	15	SI
ciclo 10	6	8	SI
ciclo 11	8	12	SI
ciclo 12	6	11	SI
ciclo 13	7	12	SI
ciclo 14	9	10	SI
ciclo 15	13	14	SI
ciclo 16	11	12	SI
ciclo 17	8	13	SI
ciclo 18	6	12	SI
ciclo 19	13	13	SI
ciclo 20	11	16	SI
ciclo 21	9	15	SI
ciclo 22	5	7	SI
ciclo 23	10	15	SI
ciclo 24	17	19	SI
ciclo 25	7	9	SI
ciclo 26	8	9	SI
ciclo 27	2	2	SI
ciclo 28	13	13	SI
ciclo 29	8	13	SI
Total	268 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 94 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	9	SI
ciclo 2	11	14	SI
ciclo 3	11	18	SI
ciclo 4	13	17	SI
ciclo 5	5	8	SI
ciclo 6	18	17	No
ciclo 7	14	16	SI
ciclo 8	4	4	SI
ciclo 9	8	12	SI
ciclo 10	19	20	SI
ciclo 11	16	19	SI
ciclo 12	14	17	SI
ciclo 13	13	14	SI
ciclo 14	15	19	SI
ciclo 15	6	10	SI
ciclo 16	19	19	SI
ciclo 17	8	10	SI
ciclo 18	12	13	SI
ciclo 19	15	20	SI
ciclo 20	11	13	SI
ciclo 21	14	16	SI
ciclo 22	9	12	SI
ciclo 23	15	17	SI
ciclo 24	11	15	SI
ciclo 25	12	12	SI
ciclo 26	12	17	SI
ciclo 27	6	13	SI
ciclo 28	12	15	SI
ciclo 29	14	14	SI
Total	345 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 95 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	6	10	SI
ciclo 2	8	8	SI
ciclo 3	19	20	SI
ciclo 4	16	17	SI
ciclo 5	14	16	SI
ciclo 6	16	16	SI
ciclo 7	11	13	SI
ciclo 8	9	11	SI
ciclo 9	14	16	SI
ciclo 10	18	19	SI
ciclo 11	8	8	SI
ciclo 12	12	14	SI
ciclo 13	12	14	SI
ciclo 14	10	12	SI
ciclo 15	16	17	SI
ciclo 16	17	18	SI
ciclo 17	8	9	SI
ciclo 18	5	7	SI
ciclo 19	15	17	SI
ciclo 20	9	12	SI
ciclo 21	11	13	SI
ciclo 22	20	25	SI
ciclo 23	9	11	SI
ciclo 24	24	27	SI
ciclo 25	19	19	SI
ciclo 26	13	16	SI
ciclo 27	13	18	SI
ciclo 28	17	19	SI
ciclo 29	14	13	No
Total	383 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 96 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	11	13	SI
ciclo 2	12	17	SI
ciclo 3	12	18	SI
ciclo 4	15	17	SI
ciclo 5	13	13	SI
ciclo 6	10	14	SI
ciclo 7	9	13	SI
ciclo 8	10	19	SI
ciclo 9	13	17	SI
ciclo 10	19	25	SI
ciclo 11	13	17	SI
ciclo 12	18	19	SI
ciclo 13	23	21	No
ciclo 14	17	20	SI
ciclo 15	13	13	SI
ciclo 16	18	24	SI
ciclo 17	14	16	SI
ciclo 18	8	13	SI
ciclo 19	12	13	SI
ciclo 20	11	16	SI
ciclo 21	12	14	SI
ciclo 22	17	19	SI
ciclo 23	12	15	SI
ciclo 24	14	16	SI
ciclo 25	10	13	SI
ciclo 26	16	22	SI
ciclo 27	18	23	SI
ciclo 28	17	24	SI
ciclo 29	8	8	SI
Total	395 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO A.5a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día viernes, en el acceso hacia el Norte

Tabla 97 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	13	SI
ciclo 2	5	6	SI
ciclo 3	12	15	SI
ciclo 4	9	11	SI
ciclo 5	7	7	SI
ciclo 6	12	10	No
ciclo 7	11	17	SI
ciclo 8	9	10	SI
ciclo 9	19	17	No
ciclo 10	7	8	SI
ciclo 11	9	12	SI
ciclo 12	10	10	SI
ciclo 13	3	7	SI
ciclo 14	10	11	SI
ciclo 15	4	4	SI
ciclo 16	9	13	SI
ciclo 17	8	8	SI
ciclo 18	11	12	SI
ciclo 19	10	11	SI
ciclo 20	10	12	SI
ciclo 21	15	20	SI
ciclo 22	12	15	SI
ciclo 23	10	11	SI
ciclo 24	10	13	SI
ciclo 25	6	12	SI
ciclo 26	6	7	SI
ciclo 27	12	14	SI
ciclo 28	7	12	SI
ciclo 29	18	21	SI
Total	281 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 98 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	6	0	SI
ciclo 2	12	0	SI
ciclo 3	11	0	SI
ciclo 4	5	0	SI
ciclo 5	13	0	SI
ciclo 6	7	0	SI
ciclo 7	8	0	SI
ciclo 8	9	1	No
ciclo 9	6	1	No
ciclo 10	9	0	SI
ciclo 11	8	1	No
ciclo 12	9	1	No
ciclo 13	5	0	SI
ciclo 14	11	0	SI
ciclo 15	11	0	SI
ciclo 16	10	0	SI
ciclo 17	8	0	SI
ciclo 18	11	2	No
ciclo 19	9	1	No
ciclo 20	11	0	SI
ciclo 21	12	1	No
ciclo 22	11	1	No
ciclo 23	11	0	SI
ciclo 24	10	2	No
ciclo 25	11	1	No
ciclo 26	9	1	No
ciclo 27	13	1	No
ciclo 28	7	1	No
ciclo 29	7	0	SI
Total	270 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 99 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	0	SI
ciclo 2	10	0	SI
ciclo 3	8	0	SI
ciclo 4	10	1	No
ciclo 5	10	0	SI
ciclo 6	11	2	No
ciclo 7	6	1	No
ciclo 8	9	3	No
ciclo 9	17	3	No
ciclo 10	12	1	No
ciclo 11	12	1	No
ciclo 12	16	2	No
ciclo 13	13	0	SI
ciclo 14	10	0	SI
ciclo 15	8	1	No
ciclo 16	12	4	No
ciclo 17	14	1	No
ciclo 18	16	1	No
ciclo 19	13	0	SI
ciclo 20	15	0	SI
ciclo 21	6	3	No
ciclo 22	11	0	SI
ciclo 23	15	0	SI
ciclo 24	6	2	No
ciclo 25	21	4	No
ciclo 26	17	1	No
ciclo 27	10	0	SI
ciclo 28	12	0	SI
ciclo 29	11	0	SI
Total	344 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 100 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Norte, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Norte	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	9	4	No
ciclo 2	15	0	SI
ciclo 3	7	1	No
ciclo 4	11	1	No
ciclo 5	18	0	SI
ciclo 6	8	0	SI
ciclo 7	11	3	No
ciclo 8	16	1	No
ciclo 9	16	2	No
ciclo 10	11	2	No
ciclo 11	15	3	No
ciclo 12	22	1	No
ciclo 13	6	0	SI
ciclo 14	7	0	SI
ciclo 15	11	0	SI
ciclo 16	10	2	No
ciclo 17	23	2	No
ciclo 18	11	0	SI
ciclo 19	12	0	SI
ciclo 20	16	0	SI
ciclo 21	11	0	SI
ciclo 22	13	0	SI
ciclo 23	9	0	SI
ciclo 24	4	0	SI
ciclo 25	11	0	SI
ciclo 26	16	0	SI
ciclo 27	9	0	SI
ciclo 28	14	1	No
ciclo 29	10	0	SI
Total	<i>HÍCULOS DETENIDOS EN LA HORA DE ANÁLISIS.</i>		

ANEXO B.1a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día lunes, en el acceso hacia el Oeste

Tabla 101 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	7	13	SI
ciclo 2	12	13	SI
ciclo 3	10	12	SI
ciclo 4	8	11	SI
ciclo 5	13	15	SI
ciclo 6	4	10	SI
ciclo 7	12	20	SI
ciclo 8	13	21	SI
ciclo 9	10	11	SI
ciclo 10	17	23	SI
ciclo 11	13	16	SI
ciclo 12	15	19	SI
ciclo 13	16	18	SI
ciclo 14	14	18	SI
ciclo 15	8	8	SI
ciclo 16	8	13	SI
ciclo 17	10	17	SI
ciclo 18	9	11	SI
ciclo 19	10	13	SI
ciclo 20	9	16	SI
ciclo 21	19	23	SI
ciclo 22	7	10	SI
ciclo 23	8	13	SI
ciclo 24	8	8	SI
ciclo 25	7	17	SI
ciclo 26	7	8	SI
ciclo 27	10	12	SI
ciclo 28	14	15	SI
ciclo 29	14	14	SI
Total	312 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 102 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	7	10	SI
ciclo 2	13	15	SI
ciclo 3	14	14	SI
ciclo 4	16	24	SI
ciclo 5	15	19	SI
ciclo 6	13	15	SI
ciclo 7	9	17	SI
ciclo 8	16	16	SI
ciclo 9	12	14	SI
ciclo 10	14	16	SI
ciclo 11	10	10	SI
ciclo 12	16	16	SI
ciclo 13	9	10	SI
ciclo 14	12	15	SI
ciclo 15	14	18	SI
ciclo 16	13	15	SI
ciclo 17	12	12	SI
ciclo 18	11	17	SI
ciclo 19	14	19	SI
ciclo 20	10	16	SI
ciclo 21	11	17	SI
ciclo 22	14	20	SI
ciclo 23	12	12	SI
ciclo 24	14	17	SI
ciclo 25	15	19	SI
ciclo 26	14	14	SI
ciclo 27	16	20	SI
ciclo 28	21	21	SI
ciclo 29	18	21	SI
Total	385 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 103 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	12	14	SI
ciclo 2	13	18	SI
ciclo 3	14	16	SI
ciclo 4	11	18	SI
ciclo 5	12	16	SI
ciclo 6	15	17	SI
ciclo 7	9	16	SI
ciclo 8	14	14	SI
ciclo 9	11	16	SI
ciclo 10	12	12	SI
ciclo 11	12	16	SI
ciclo 12	14	14	SI
ciclo 13	12	12	SI
ciclo 14	11	16	SI
ciclo 15	17	20	SI
ciclo 16	19	31	SI
ciclo 17	15	20	SI
ciclo 18	17	25	SI
ciclo 19	15	19	SI
ciclo 20	12	19	SI
ciclo 21	16	25	SI
ciclo 22	21	31	SI
ciclo 23	11	17	SI
ciclo 24	18	23	SI
ciclo 25	22	30	SI
ciclo 26	15	20	SI
ciclo 27	19	23	SI
ciclo 28	19	21	SI
ciclo 29	21	30	SI
Total	429 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 104 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	18	23	SI
ciclo 2	14	18	SI
ciclo 3	25	31	SI
ciclo 4	25	26	SI
ciclo 5	21	24	SI
ciclo 6	19	21	SI
ciclo 7	14	22	SI
ciclo 8	16	24	SI
ciclo 9	21	22	SI
ciclo 10	22	29	SI
ciclo 11	17	24	SI
ciclo 12	9	14	SI
ciclo 13	22	26	SI
ciclo 14	20	23	SI
ciclo 15	14	19	SI
ciclo 16	12	20	SI
ciclo 17	14	16	SI
ciclo 18	10	17	SI
ciclo 19	10	10	SI
ciclo 20	23	24	SI
ciclo 21	25	28	SI
ciclo 22	13	14	SI
ciclo 23	15	21	SI
ciclo 24	19	24	SI
ciclo 25	12	18	SI
ciclo 26	8	12	SI
ciclo 27	13	21	SI
ciclo 28	7	17	SI
ciclo 29	5	5	SI
Total	463 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO B.1b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día lunes, en el acceso hacia el Oeste

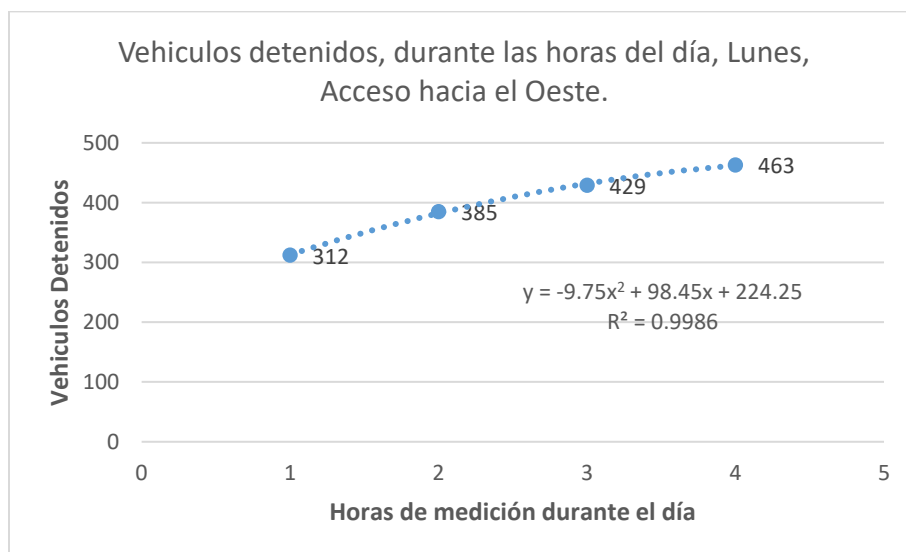


Figura 103 Vehículos detenidos, durante las horas del día, Lunes, Acceso hacia el Oeste

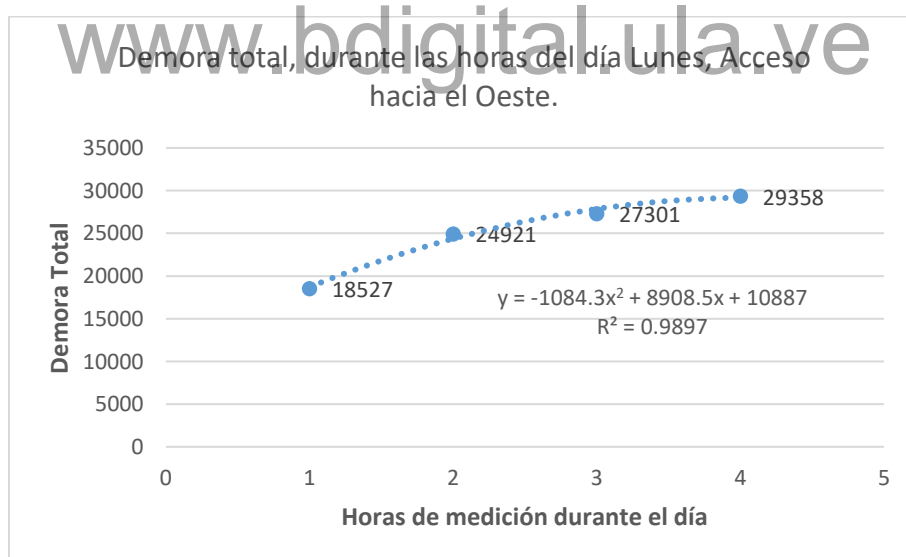


Figura 104 Demora total, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Oeste

ANEXO B.1c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Lunes en el acceso hacia el Oeste

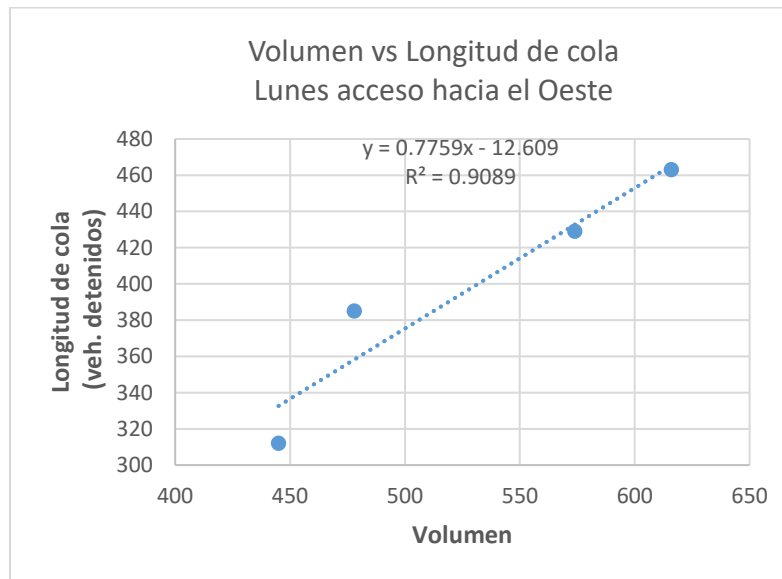


Figura 105 Volumen vs Longitud de cola del día Lunes, en el acceso hacia el Oeste

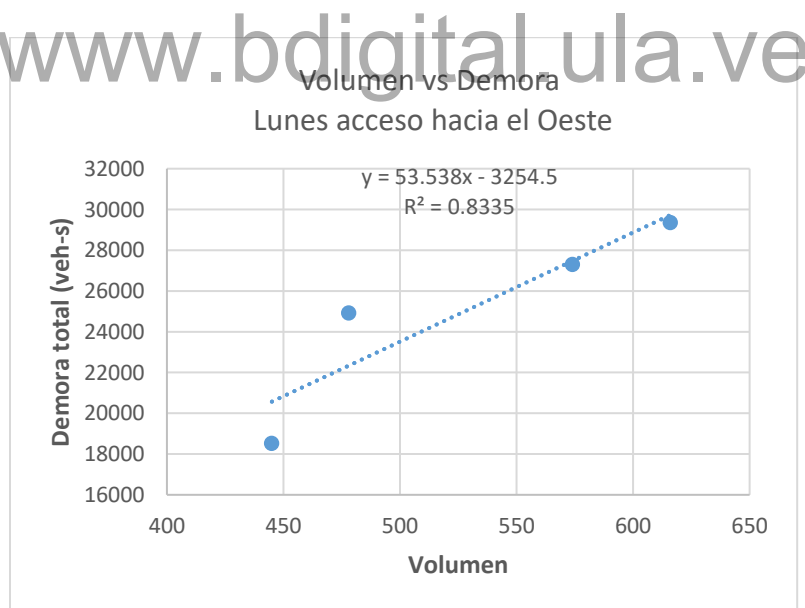


Figura 106 Volumen vs Demora total del día Lunes, en el acceso hacia el Oeste

ANEXO B.2a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día martes, en el acceso hacia el Oeste

Tabla 105 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	9	9	SI
ciclo 2	7	14	SI
ciclo 3	9	10	SI
ciclo 4	9	12	SI
ciclo 5	7	9	SI
ciclo 6	5	7	SI
ciclo 7	4	8	SI
ciclo 8	12	14	SI
ciclo 9	14	20	SI
ciclo 10	3	10	SI
ciclo 11	15	18	SI
ciclo 12	18	19	SI
ciclo 13	8	11	SI
ciclo 14	12	16	SI
ciclo 15	6	11	SI
ciclo 16	8	10	SI
ciclo 17	11	12	SI
ciclo 18	14	19	SI
ciclo 19	13	15	SI
ciclo 20	12	23	SI
ciclo 21	12	14	SI
ciclo 22	6	9	SI
ciclo 23	9	11	SI
ciclo 24	16	20	SI
ciclo 25	11	12	SI
ciclo 26	11	17	SI
ciclo 27	8	9	SI
ciclo 28	13	19	SI
ciclo 29	13	16	SI
Total	295 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 106 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	9	12	SI
ciclo 2	15	19	SI
ciclo 3	21	21	SI
ciclo 4	9	15	SI
ciclo 5	10	11	SI
ciclo 6	15	16	SI
ciclo 7	13	15	SI
ciclo 8	16	16	SI
ciclo 9	13	13	SI
ciclo 10	14	17	SI
ciclo 11	13	13	SI
ciclo 12	16	23	SI
ciclo 13	17	20	SI
ciclo 14	18	22	SI
ciclo 15	9	10	SI
ciclo 16	12	12	SI
ciclo 17	15	15	SI
ciclo 18	12	15	SI
ciclo 19	15	24	SI
ciclo 20	14	13	No
ciclo 21	14	18	SI
ciclo 22	12	15	SI
ciclo 23	7	12	SI
ciclo 24	18	24	SI
ciclo 25	13	18	SI
ciclo 26	18	18	SI
ciclo 27	17	19	SI
ciclo 28	15	27	SI
ciclo 29	12	15	SI
Total	402 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 107 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	12	17	SI
ciclo 2	17	21	SI
ciclo 3	17	18	SI
ciclo 4	15	17	SI
ciclo 5	15	16	SI
ciclo 6	13	16	SI
ciclo 7	10	19	SI
ciclo 8	17	17	SI
ciclo 9	13	16	SI
ciclo 10	16	20	SI
ciclo 11	17	20	SI
ciclo 12	21	27	SI
ciclo 13	10	16	SI
ciclo 14	15	20	SI
ciclo 15	18	22	SI
ciclo 16	19	24	SI
ciclo 17	15	17	SI
ciclo 18	16	21	SI
ciclo 19	16	21	SI
ciclo 20	24	28	SI
ciclo 21	16	20	SI
ciclo 22	24	24	SI
ciclo 23	26	30	SI
ciclo 24	19	22	SI
ciclo 25	26	30	SI
ciclo 26	20	27	SI
ciclo 27	29	32	SI
ciclo 28	26	33	SI
ciclo 29	22	28	SI
Total	524 vehículos detenidos en la hora de análisis		

Tabla 108 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	24	24	SI
ciclo 2	22	27	SI
ciclo 3	18	24	SI
ciclo 4	22	24	SI
ciclo 5	20	24	SI
ciclo 6	11	17	SI
ciclo 7	22	26	SI
ciclo 8	20	28	SI
ciclo 9	21	25	SI
ciclo 10	18	25	SI
ciclo 11	15	22	SI
ciclo 12	9	11	SI
ciclo 13	18	24	SI
ciclo 14	15	18	SI
ciclo 15	17	25	SI
ciclo 16	21	30	SI
ciclo 17	21	22	SI
ciclo 18	22	26	SI
ciclo 19	20	25	SI
ciclo 20	13	17	SI
ciclo 21	10	20	SI
ciclo 22	16	16	SI
ciclo 23	19	28	SI
ciclo 24	14	18	SI
ciclo 25	9	11	SI
ciclo 26	13	16	SI
ciclo 27	21	30	SI
ciclo 28	16	22	SI
ciclo 29	8	8	SI
Total	495 vehículos detenidos en la hora de análisis		

ANEXO B.2b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día martes, en el acceso hacia el Oeste

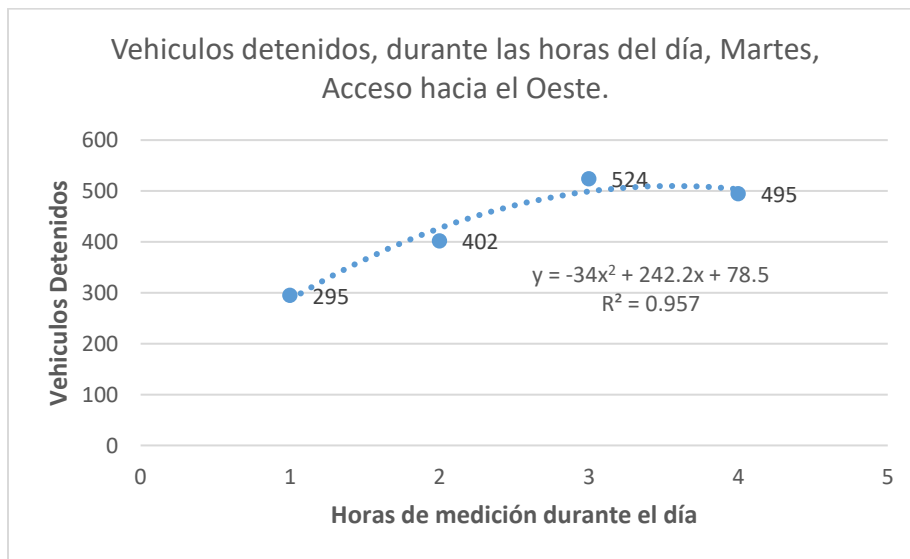


Figura 107 Vehículos detenidos, durante las horas del día, martes, Acceso hacia el Oeste.

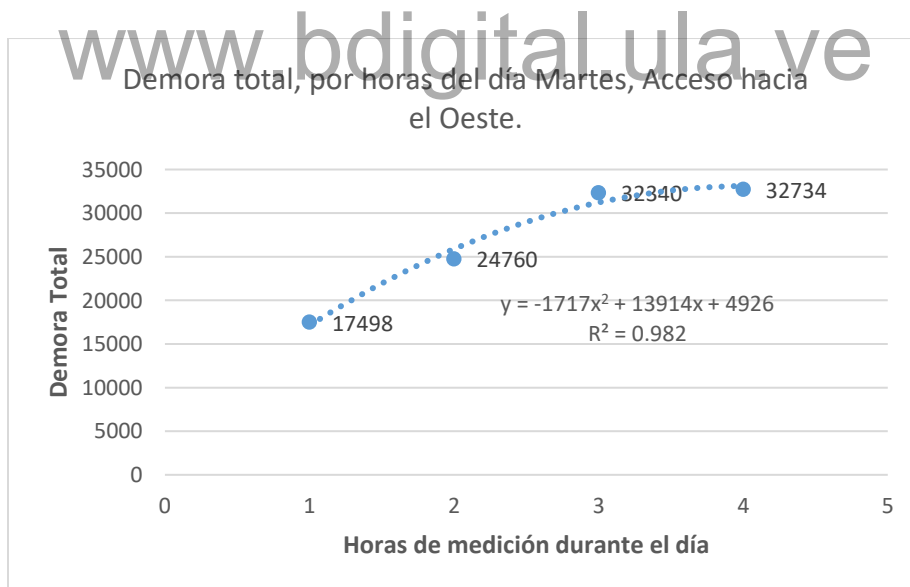


Figura 108 Demora total, por horas del día Martes, Acceso hacia el Oeste

ANEXO B.2c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, martes en el acceso hacia el Oeste

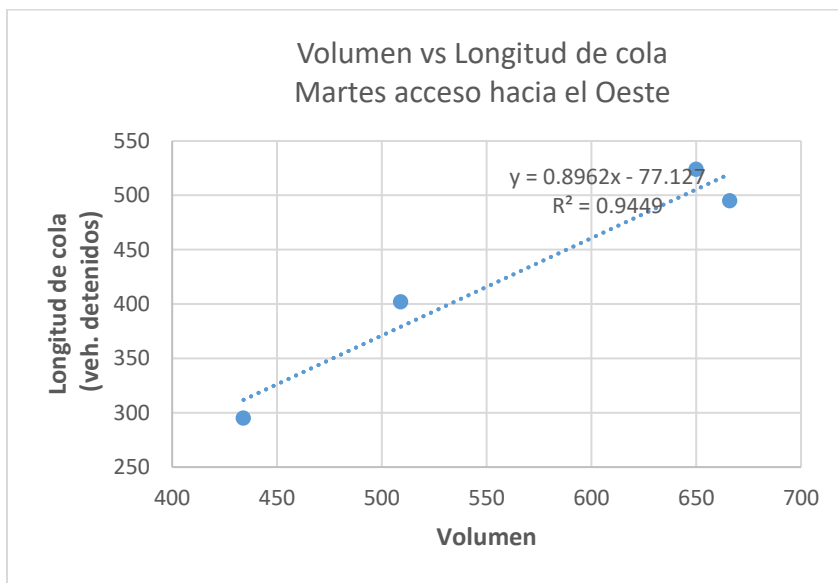


Figura 109 Volumen vs Longitud de cola del día martes, en el acceso hacia el Oeste

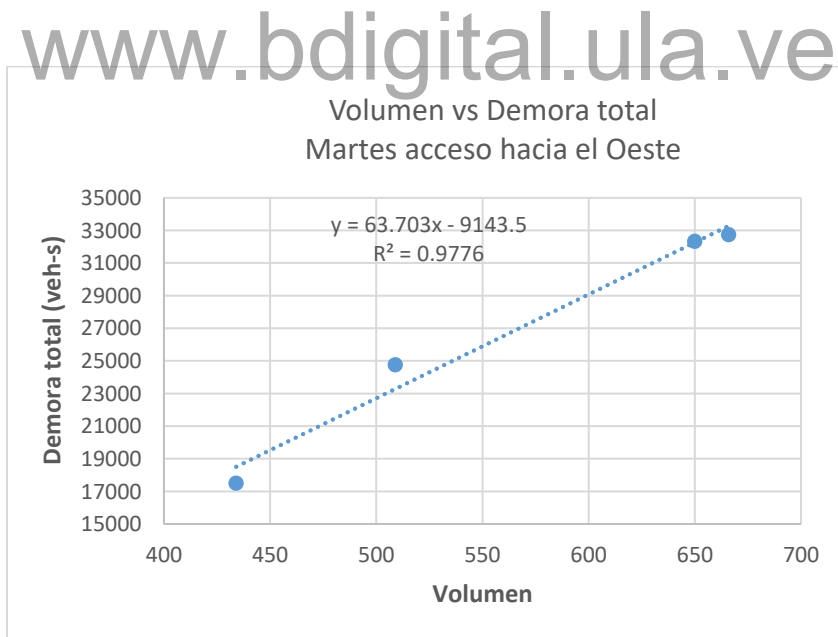


Figura 110 Volumen vs demora total del día martes, en el acceso hacia el Oeste

ANEXO B3.a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día miércoles, en el acceso hacia el Oeste

Tabla 109 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	9	10	SI
ciclo 2	15	17	SI
ciclo 3	8	8	SI
ciclo 4	12	15	SI
ciclo 5	7	7	SI
ciclo 6	14	15	SI
ciclo 7	11	12	SI
ciclo 8	9	13	SI
ciclo 9	9	9	SI
ciclo 10	10	11	SI
ciclo 11	7	13	SI
ciclo 12	7	11	SI
ciclo 13	6	6	SI
ciclo 14	11	16	SI
ciclo 15	13	13	SI
ciclo 16	18	20	SI
ciclo 17	16	18	SI
ciclo 18	15	15	SI
ciclo 19	16	19	SI
ciclo 20	8	11	SI
ciclo 21	16	17	SI
ciclo 22	15	19	SI
ciclo 23	8	8	SI
ciclo 24	9	14	SI
ciclo 25	17	19	SI
ciclo 26	8	8	SI
ciclo 27	12	15	SI
ciclo 28	15	15	SI
ciclo 29	19	21	SI
Total	340 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 110 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	7	No
ciclo 2	11	11	SI
ciclo 3	11	15	SI
ciclo 4	17	18	SI
ciclo 5	11	15	SI
ciclo 6	14	16	SI
ciclo 7	8	10	SI
ciclo 8	13	18	SI
ciclo 9	6	10	SI
ciclo 10	9	9	SI
ciclo 11	12	15	SI
ciclo 12	17	17	SI
ciclo 13	17	21	SI
ciclo 14	19	22	SI
ciclo 15	19	19	SI
ciclo 16	11	16	SI
ciclo 17	22	22	SI
ciclo 18	13	14	SI
ciclo 19	15	17	SI
ciclo 20	18	20	SI
ciclo 21	11	14	SI
ciclo 22	16	20	SI
ciclo 23	17	16	No
ciclo 24	13	14	SI
ciclo 25	16	17	SI
ciclo 26	15	17	SI
ciclo 27	8	17	SI
ciclo 28	15	20	SI
ciclo 29	7	7	SI
Total	389 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 111 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	19	SI
ciclo 2	10	16	SI
ciclo 3	15	20	SI
ciclo 4	25	27	SI
ciclo 5	18	18	SI
ciclo 6	14	16	SI
ciclo 7	15	16	SI
ciclo 8	13	16	SI
ciclo 9	9	14	SI
ciclo 10	16	18	SI
ciclo 11	15	18	SI
ciclo 12	17	21	SI
ciclo 13	11	15	SI
ciclo 14	20	24	SI
ciclo 15	12	17	SI
ciclo 16	21	28	SI
ciclo 17	17	23	SI
ciclo 18	11	17	SI
ciclo 19	13	19	SI
ciclo 20	9	15	SI
ciclo 21	14	16	SI
ciclo 22	26	25	No
ciclo 23	21	21	SI
ciclo 24	26	28	SI
ciclo 25	28	30	SI
ciclo 26	24	29	SI
ciclo 27	19	22	SI
ciclo 28	14	17	SI
ciclo 29	28	31	SI
Total	489 vehículos detenidos en la hora de análisis		

Tabla 112 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	25	26	SI
ciclo 2	27	30	SI
ciclo 3	32	33	SI
ciclo 4	31	30	No
ciclo 5	29	28	No
ciclo 6	23	29	SI
ciclo 7	22	24	SI
ciclo 8	28	32	SI
ciclo 9	24	25	SI
ciclo 10	28	30	SI
ciclo 11	21	25	SI
ciclo 12	19	21	SI
ciclo 13	19	21	SI
ciclo 14	20	25	SI
ciclo 15	29	35	SI
ciclo 16	22	25	SI
ciclo 17	9	9	SI
ciclo 18	20	26	SI
ciclo 19	25	28	SI
ciclo 20	16	20	SI
ciclo 21	17	24	SI
ciclo 22	20	23	SI
ciclo 23	13	13	SI
ciclo 24	15	19	SI
ciclo 25	16	22	SI
ciclo 26	13	15	SI
ciclo 27	15	21	SI
ciclo 28	16	18	SI
ciclo 29	15	17	SI
Total	609 vehículos detenidos en la hora de análisis		

ANEXO B.3b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día miércoles, en el acceso hacia el Oeste

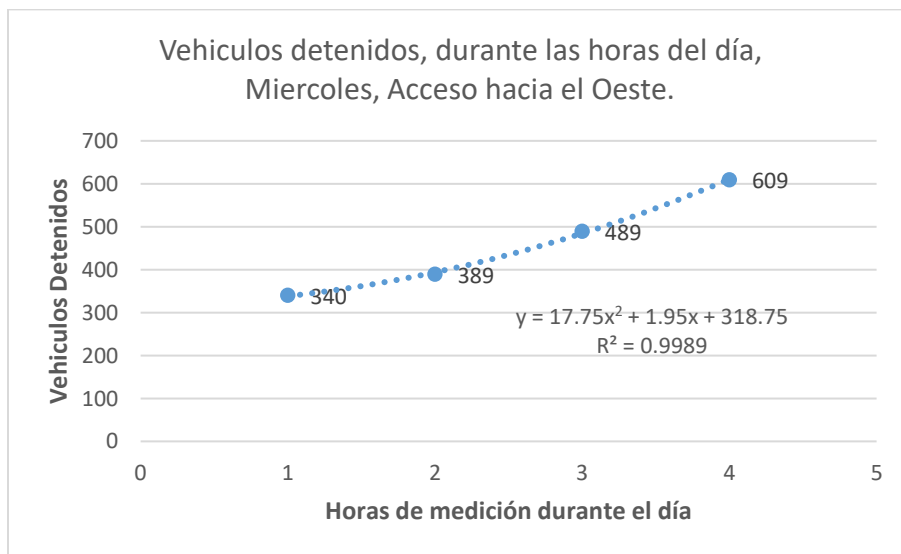


Figura 111 Vehículos detenidos, durante las horas del día Miércoles, Acceso hacia el Oeste.

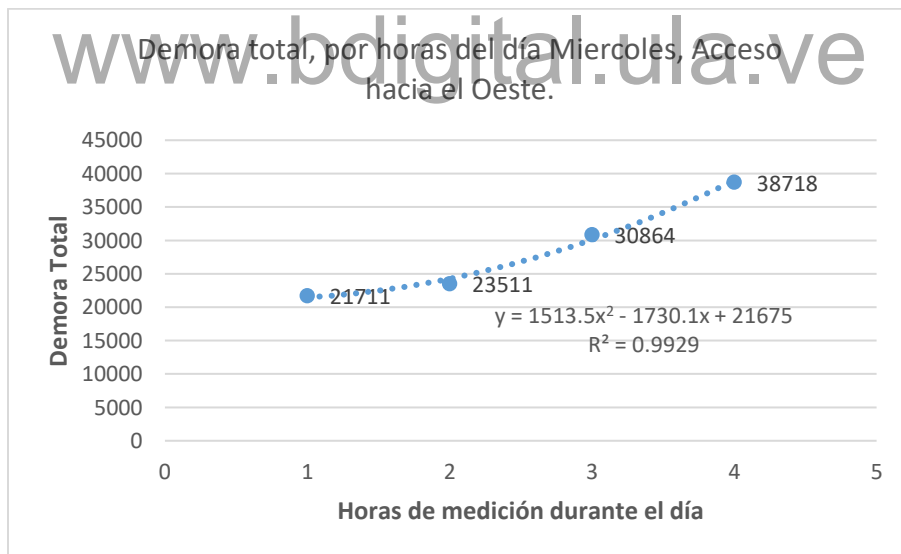


Figura 112 Demora total, por horas del día Miércoles, Acceso hacia el Oeste

ANEXO B.3c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, miércoles en el acceso hacia el Oeste

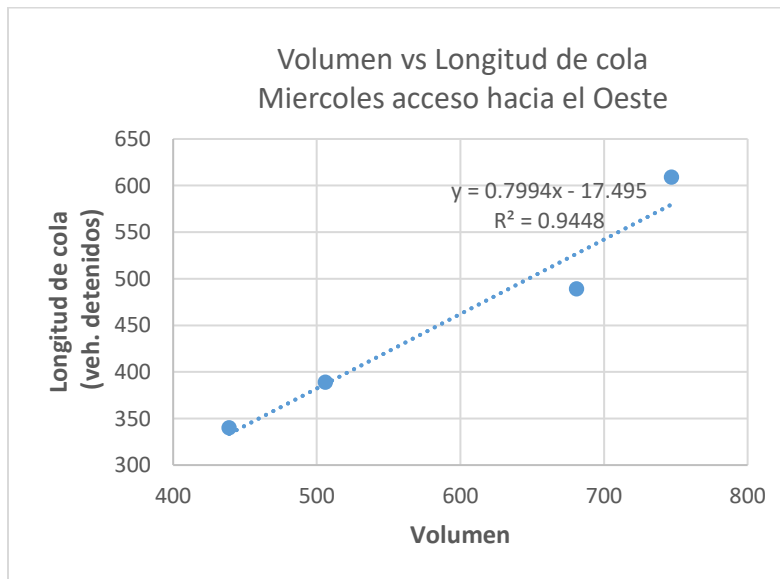


Figura 113 Volumen vs Longitud de cola del día Miércoles, acceso hacia el Oeste

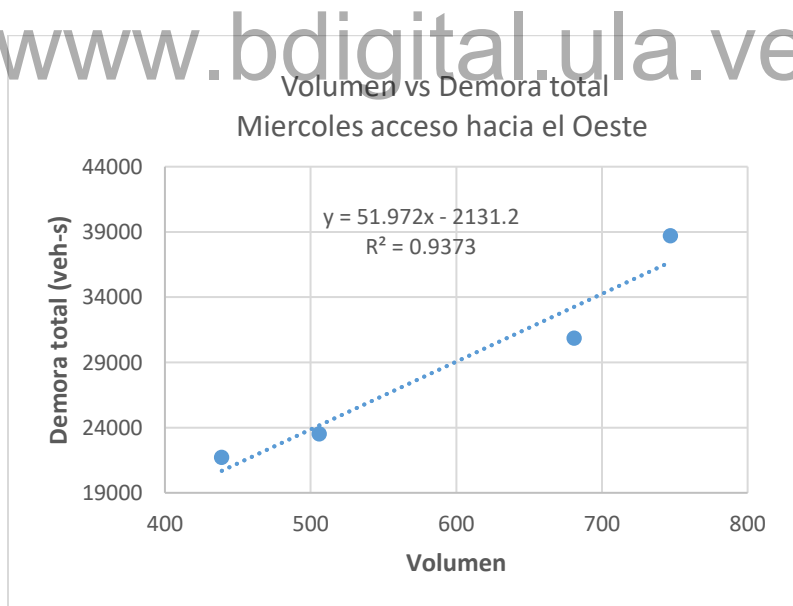


Figura 114 Volumen vs demora total del día Miércoles, acceso hacia el Oeste

ANEXO B.4a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día jueves, en el acceso hacia el Oeste

Tabla 113 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	2	4	SI
ciclo 2	11	13	SI
ciclo 3	7	10	SI
ciclo 4	12	16	SI
ciclo 5	10	10	SI
ciclo 6	4	9	SI
ciclo 7	9	17	SI
ciclo 8	9	16	SI
ciclo 9	11	17	SI
ciclo 10	6	7	SI
ciclo 11	11	11	SI
ciclo 12	8	13	SI
ciclo 13	12	13	SI
ciclo 14	6	10	SI
ciclo 15	9	14	SI
ciclo 16	7	13	SI
ciclo 17	18	21	SI
ciclo 18	11	17	SI
ciclo 19	11	15	SI
ciclo 20	17	21	SI
ciclo 21	14	19	SI
ciclo 22	17	18	SI
ciclo 23	9	9	SI
ciclo 24	17	20	SI
ciclo 25	16	23	SI
ciclo 26	5	11	SI
ciclo 27	8	12	SI
ciclo 28	8	8	SI
ciclo 29	10	12	SI
Total	295 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 114 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	12	18	SI
ciclo 2	13	16	SI
ciclo 3	8	16	SI
ciclo 4	8	19	SI
ciclo 5	15	17	SI
ciclo 6	15	20	SI
ciclo 7	15	21	SI
ciclo 8	15	15	SI
ciclo 9	17	23	SI
ciclo 10	13	14	SI
ciclo 11	16	22	SI
ciclo 12	9	15	SI
ciclo 13	10	15	SI
ciclo 14	22	25	SI
ciclo 15	15	16	SI
ciclo 16	7	14	SI
ciclo 17	13	15	SI
ciclo 18	10	12	SI
ciclo 19	18	24	SI
ciclo 20	6	7	SI
ciclo 21	10	17	SI
ciclo 22	9	9	SI
ciclo 23	13	13	SI
ciclo 24	21	23	SI
ciclo 25	4	4	SI
ciclo 26	12	18	SI
ciclo 27	16	22	SI
ciclo 28	17	23	SI
ciclo 29	12	17	SI
Total	371 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 115 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	1	8	SI
ciclo 2	13	19	SI
ciclo 3	13	19	SI
ciclo 4	13	17	SI
ciclo 5	16	20	SI
ciclo 6	17	25	SI
ciclo 7	17	17	SI
ciclo 8	12	14	SI
ciclo 9	13	18	SI
ciclo 10	20	24	SI
ciclo 11	12	19	SI
ciclo 12	9	16	SI
ciclo 13	17	18	SI
ciclo 14	16	26	SI
ciclo 15	21	27	SI
ciclo 16	19	23	SI
ciclo 17	15	20	SI
ciclo 18	13	17	SI
ciclo 19	27	26	No
ciclo 20	19	19	SI
ciclo 21	18	20	SI
ciclo 22	25	29	SI
ciclo 23	17	19	SI
ciclo 24	23	28	SI
ciclo 25	18	23	SI
ciclo 26	20	30	SI
ciclo 27	23	30	SI
ciclo 28	15	16	SI
ciclo 29	28	34	SI
Total	490 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 116 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	23	23	SI
ciclo 2	21	23	SI
ciclo 3	21	30	SI
ciclo 4	12	14	SI
ciclo 5	21	23	SI
ciclo 6	12	16	SI
ciclo 7	21	26	SI
ciclo 8	16	22	SI
ciclo 9	15	15	SI
ciclo 10	17	21	SI
ciclo 11	20	22	SI
ciclo 12	15	20	SI
ciclo 13	12	18	SI
ciclo 14	21	24	SI
ciclo 15	16	16	SI
ciclo 16	19	20	SI
ciclo 17	16	19	SI
ciclo 18	25	28	SI
ciclo 19	28	28	SI
ciclo 20	11	15	SI
ciclo 21	22	26	SI
ciclo 22	14	14	SI
ciclo 23	19	19	SI
ciclo 24	21	23	SI
ciclo 25	12	13	SI
ciclo 26	12	25	SI
ciclo 27	12	15	SI
ciclo 28	24	24	SI
ciclo 29	14	14	SI
Total	512 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO B.4b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día jueves, en el acceso hacia el Oeste

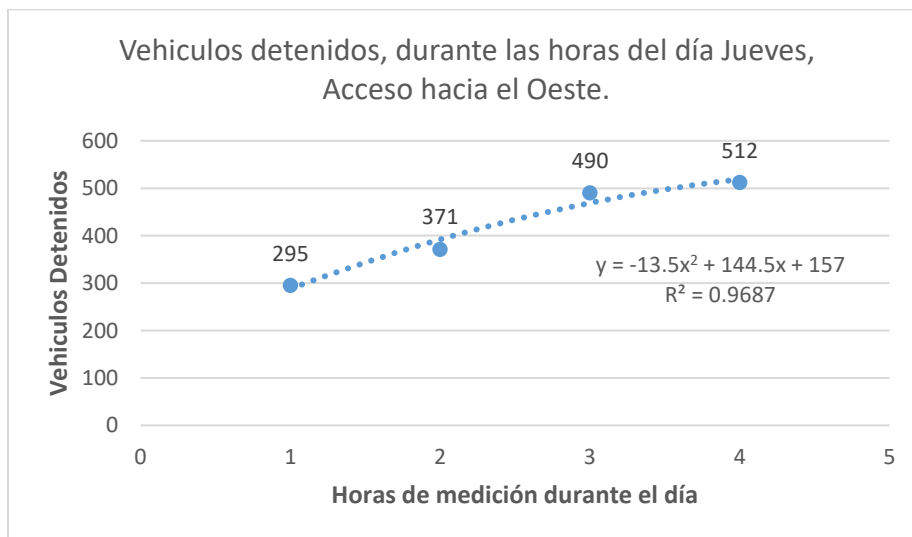


Figura 115 Vehículos detenidos, durante las horas del día, Jueves, Acceso hacia el Oeste.

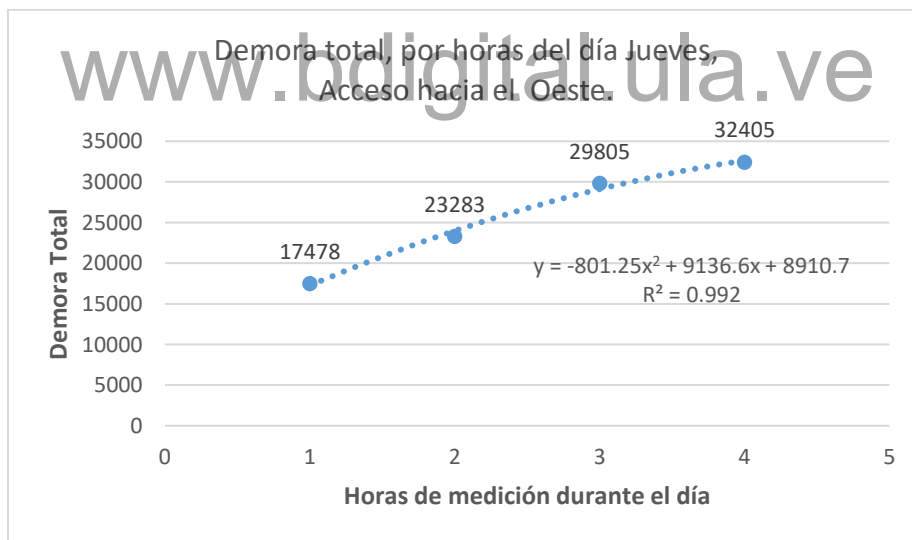


Figura 116 Demora total, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Oeste

ANEXO B.4c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, viernes en el acceso hacia el Oeste

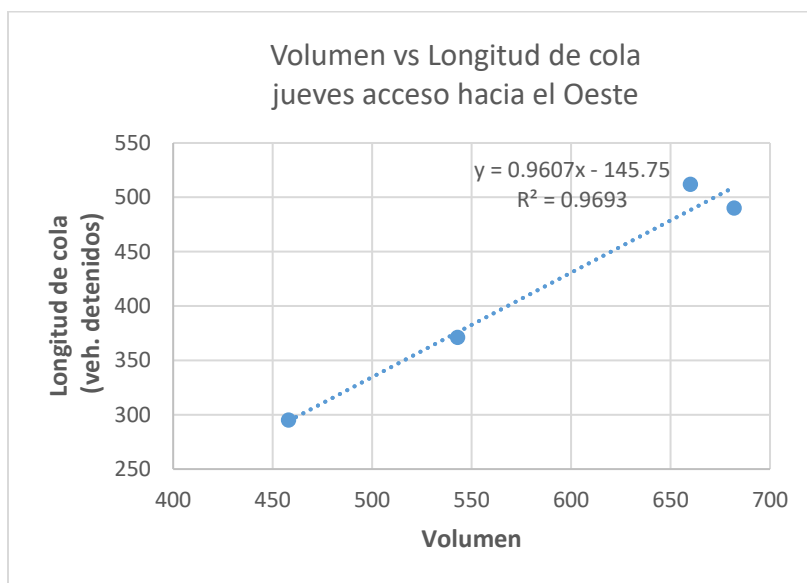


Figura 117 Volumen vs Longitud de cola, día jueves, en el acceso hacia el Oeste

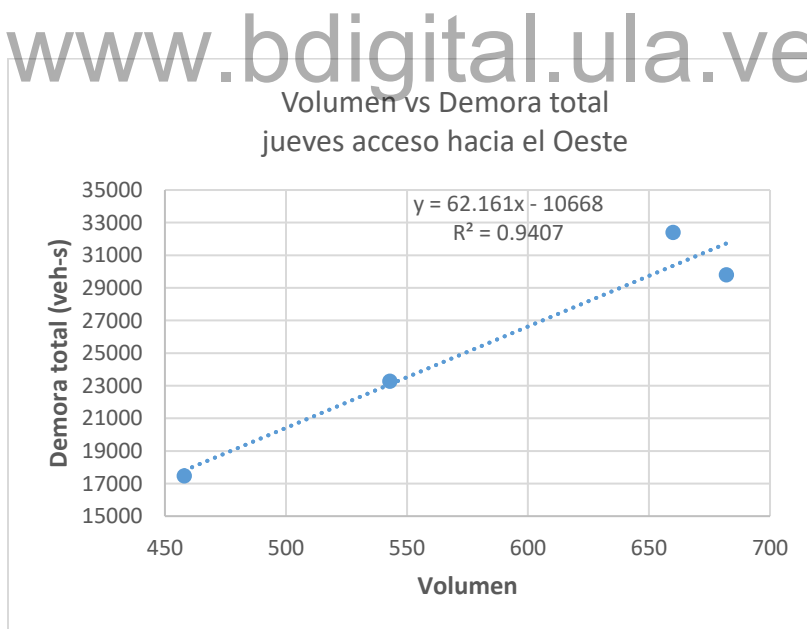


Figura 118 Volumen vs Demora total, día jueves, en el acceso hacia el Oeste

ANEXO B.5a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día viernes, en el acceso hacia el Oeste

Tabla 117 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	1	6	SI
ciclo 2	13	14	SI
ciclo 3	5	15	SI
ciclo 4	13	16	SI
ciclo 5	6	6	SI
ciclo 6	7	7	SI
ciclo 7	6	8	SI
ciclo 8	10	18	SI
ciclo 9	12	14	SI
ciclo 10	5	5	SI
ciclo 11	15	20	SI
ciclo 12	5	8	SI
ciclo 13	16	23	SI
ciclo 14	15	15	SI
ciclo 15	16	20	SI
ciclo 16	13	19	SI
ciclo 17	9	13	SI
ciclo 18	4	5	SI
ciclo 19	14	19	SI
ciclo 20	11	15	SI
ciclo 21	12	19	SI
ciclo 22	14	16	SI
ciclo 23	8	9	SI
ciclo 24	14	23	SI
ciclo 25	9	10	SI
ciclo 26	1	0	No
ciclo 27	14	17	SI
ciclo 28	10	11	SI
ciclo 29	6	8	SI
Total	284 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 118 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	16	16	SI
ciclo 2	18	20	SI
ciclo 3	13	14	SI
ciclo 4	13	17	SI
ciclo 5	14	25	SI
ciclo 6	6	7	SI
ciclo 7	18	26	SI
ciclo 8	14	19	SI
ciclo 9	15	17	SI
ciclo 10	14	16	SI
ciclo 11	11	13	SI
ciclo 12	14	18	SI
ciclo 13	0	0	SI
ciclo 14	12	12	SI
ciclo 15	19	27	SI
ciclo 16	16	18	SI
ciclo 17	10	10	SI
ciclo 18	18	22	SI
ciclo 19	8	8	SI
ciclo 20	9	12	SI
ciclo 21	16	18	SI
ciclo 22	7	11	SI
ciclo 23	7	15	SI
ciclo 24	9	13	SI
ciclo 25	14	18	SI
ciclo 26	13	15	SI
ciclo 27	9	11	SI
ciclo 28	9	16	SI
ciclo 29	12	16	SI
Total	354 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 119 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	15	SI
ciclo 2	8	15	SI
ciclo 3	17	18	SI
ciclo 4	12	18	SI
ciclo 5	24	27	SI
ciclo 6	15	18	SI
ciclo 7	11	18	SI
ciclo 8	13	20	SI
ciclo 9	7	7	SI
ciclo 10	13	20	SI
ciclo 11	20	24	SI
ciclo 12	10	14	SI
ciclo 13	18	22	SI
ciclo 14	14	14	SI
ciclo 15	18	24	SI
ciclo 16	18	20	SI
ciclo 17	18	25	SI
ciclo 18	22	26	SI
ciclo 19	14	14	SI
ciclo 20	21	26	SI
ciclo 21	21	26	SI
ciclo 22	19	25	SI
ciclo 23	23	24	SI
ciclo 24	21	24	SI
ciclo 25	15	22	SI
ciclo 26	20	23	SI
ciclo 27	22	28	SI
ciclo 28	18	20	SI
ciclo 29	14	17	SI
Total	479 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 120 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Oeste, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Oeste	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	14	21	SI
ciclo 2	18	25	SI
ciclo 3	15	23	SI
ciclo 4	20	28	SI
ciclo 5	21	24	SI
ciclo 6	21	24	SI
ciclo 7	12	16	SI
ciclo 8	12	12	SI
ciclo 9	18	27	SI
ciclo 10	19	23	SI
ciclo 11	13	18	SI
ciclo 12	13	14	SI
ciclo 13	28	33	SI
ciclo 14	26	35	SI
ciclo 15	10	15	SI
ciclo 16	12	13	SI
ciclo 17	14	19	SI
ciclo 18	21	21	SI
ciclo 19	13	18	SI
ciclo 20	17	22	SI
ciclo 21	12	14	SI
ciclo 22	21	30	SI
ciclo 23	16	18	SI
ciclo 24	8	15	SI
ciclo 25	15	21	SI
ciclo 26	19	20	SI
ciclo 27	7	11	SI
ciclo 28	9	13	SI
ciclo 29	11	14	SI
Total	455 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO B.5b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día viernes, en el acceso hacia el Oeste

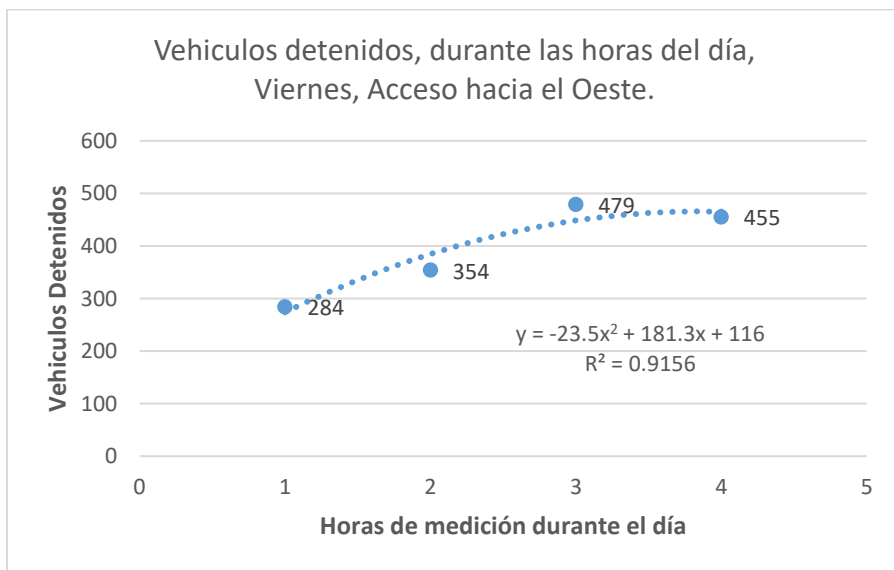


Figura 119 Vehículos detenidos, durante las horas del viernes, Acceso hacia el Oeste

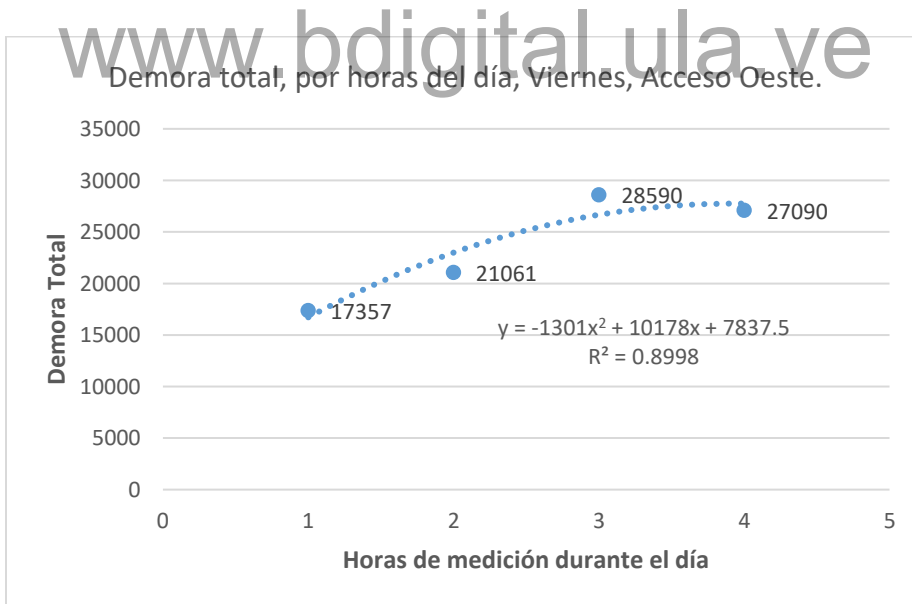


Figura 120 Demora total, por horas del día Viernes, Acceso hacia el Oeste.

ANEXO B.5c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, viernes en el acceso hacia el Oeste

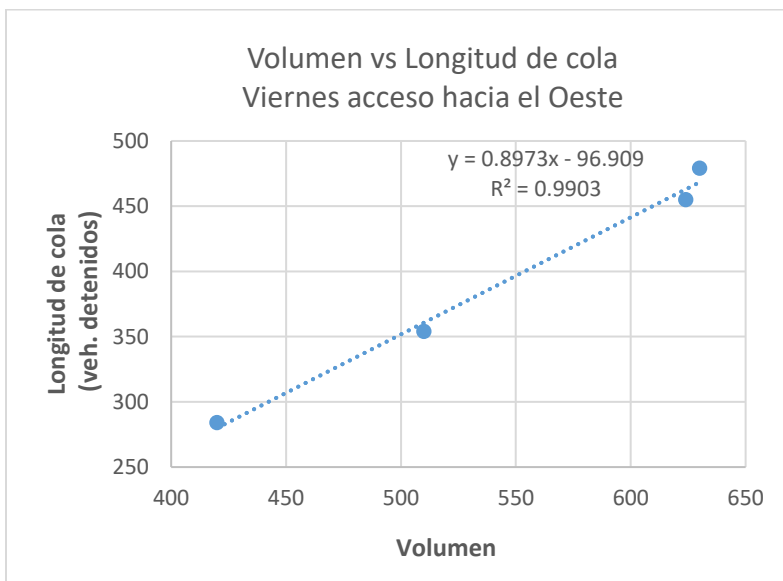


Figura 121 Volumen vs Longitud de cola, día viernes, en el acceso hacia el Oeste

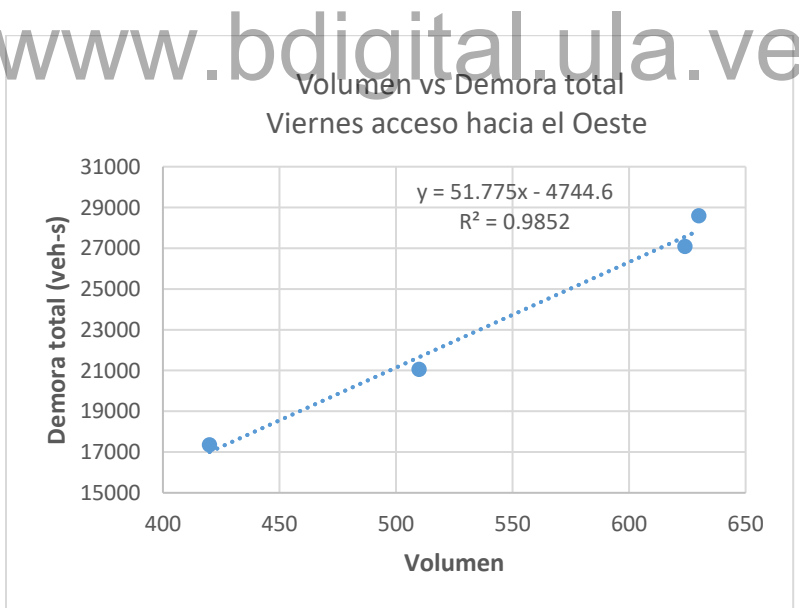


Figura 122 Volumen vs demora total, día viernes, en el acceso hacia el Oeste

ANEXO C.1a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día lunes, en el acceso hacia el Sur

Tabla 121 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	10	14	SI
ciclo 2	4	10	SI
ciclo 3	14	18	SI
ciclo 4	15	18	SI
ciclo 5	23	24	SI
ciclo 6	14	16	SI
ciclo 7	17	21	SI
ciclo 8	9	12	SI
ciclo 9	18	19	SI
ciclo 10	11	14	SI
ciclo 11	3	10	SI
ciclo 12	11	13	SI
ciclo 13	10	11	SI
ciclo 14	15	15	SI
ciclo 15	15	19	SI
ciclo 16	15	18	SI
ciclo 17	15	17	SI
ciclo 18	13	15	SI
ciclo 19	13	13	SI
ciclo 20	11	14	SI
ciclo 21	13	16	SI
ciclo 22	11	12	SI
ciclo 23	13	18	SI
ciclo 24	19	20	SI
ciclo 25	18	20	SI
ciclo 26	8	9	SI
ciclo 27	10	10	SI
ciclo 28	5	5	SI
ciclo 29	12	12	SI
Total	365 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 122 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	18	22	SI
ciclo 2	7	7	SI
ciclo 3	14	14	SI
ciclo 4	23	23	SI
ciclo 5	16	18	SI
ciclo 6	21	24	SI
ciclo 7	15	17	SI
ciclo 8	9	9	SI
ciclo 9	19	19	SI
ciclo 10	22	24	SI
ciclo 11	20	22	SI
ciclo 12	9	9	SI
ciclo 13	10	10	SI
ciclo 14	16	17	SI
ciclo 15	17	20	SI
ciclo 16	18	18	SI
ciclo 17	11	11	SI
ciclo 18	13	13	SI
ciclo 19	15	15	SI
ciclo 20	10	12	SI
ciclo 21	7	7	SI
ciclo 22	6	7	SI
ciclo 23	22	24	SI
ciclo 24	13	13	SI
ciclo 25	17	19	SI
ciclo 26	16	16	SI
ciclo 27	12	12	SI
ciclo 28	14	14	SI
ciclo 29	5	5	SI
Total	415 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 123 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	9	SI
ciclo 2	14	16	SI
ciclo 3	14	15	SI
ciclo 4	22	24	SI
ciclo 5	15	15	SI
ciclo 6	13	15	SI
ciclo 7	6	9	SI
ciclo 8	14	16	SI
ciclo 9	16	17	SI
ciclo 10	9	15	SI
ciclo 11	12	15	SI
ciclo 12	15	17	SI
ciclo 13	12	12	SI
ciclo 14	13	14	SI
ciclo 15	14	15	SI
ciclo 16	15	17	SI
ciclo 17	14	15	SI
ciclo 18	12	15	SI
ciclo 19	12	16	SI
ciclo 20	15	17	SI
ciclo 21	15	18	SI
ciclo 22	17	18	SI
ciclo 23	15	15	SI
ciclo 24	14	15	SI
ciclo 25	13	15	SI
ciclo 26	16	21	SI
ciclo 27	16	18	SI
ciclo 28	14	19	SI
ciclo 29	20	22	SI
Total	405 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 124 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	16	21	SI
ciclo 2	15	18	SI
ciclo 3	13	23	SI
ciclo 4	14	16	SI
ciclo 5	4	6	SI
ciclo 6	9	13	SI
ciclo 7	15	18	SI
ciclo 8	13	15	SI
ciclo 9	10	9	No
ciclo 10	17	15	No
ciclo 11	7	12	SI
ciclo 12	13	15	SI
ciclo 13	14	15	SI
ciclo 14	16	16	SI
ciclo 15	9	14	SI
ciclo 16	9	8	No
ciclo 17	12	11	No
ciclo 18	20	21	SI
ciclo 19	14	15	SI
ciclo 20	12	13	SI
ciclo 21	12	20	SI
ciclo 22	19	24	SI
ciclo 23	13	13	SI
ciclo 24	22	24	SI
ciclo 25	5	6	SI
ciclo 26	8	10	SI
ciclo 27	11	14	SI
ciclo 28	13	16	SI
ciclo 29	13	13	SI
Total	368 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO C.1b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día lunes, en el acceso hacia el Sur

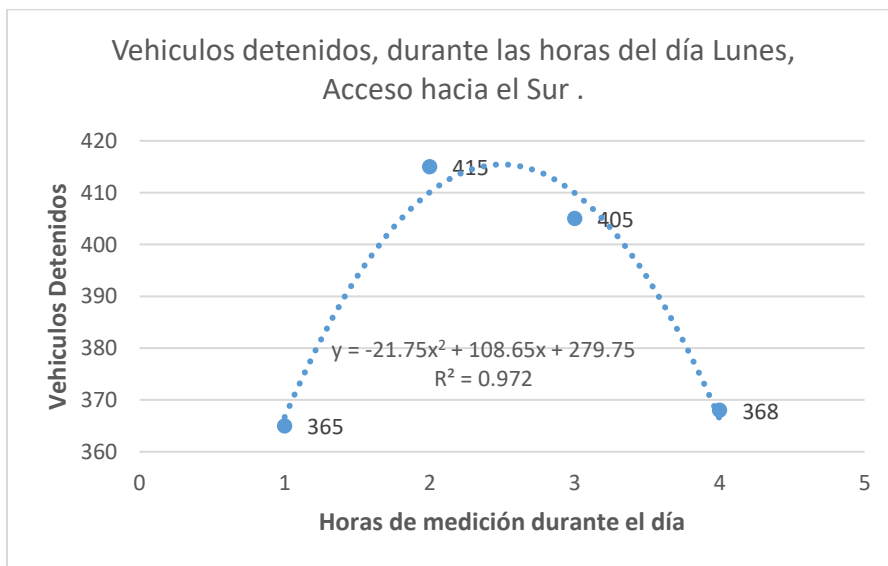


Figura 123 Vehículos detenidos, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Sur

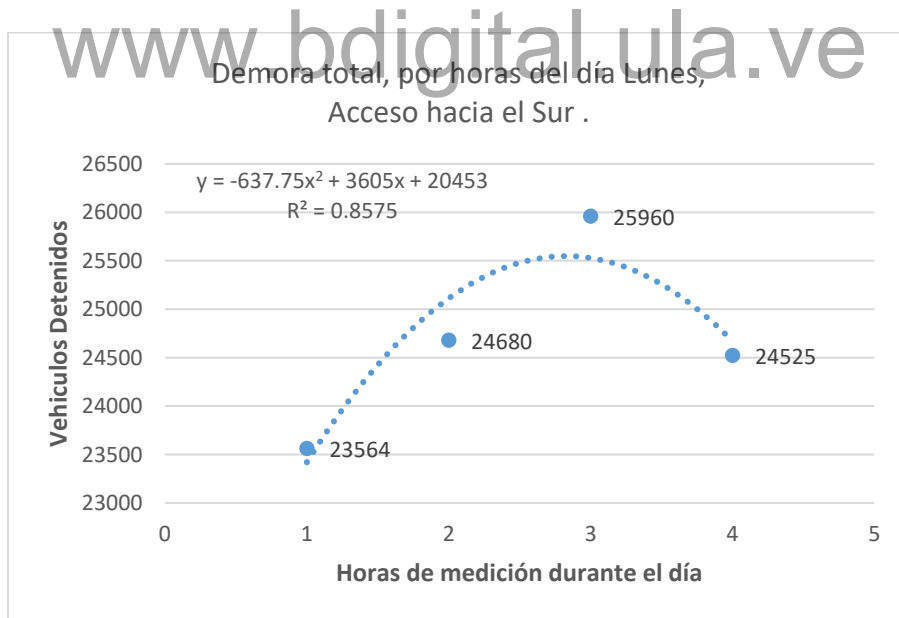


Figura 124 Demora total, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Sur

ANEXO C.1c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Lunes en el acceso hacia el Sur

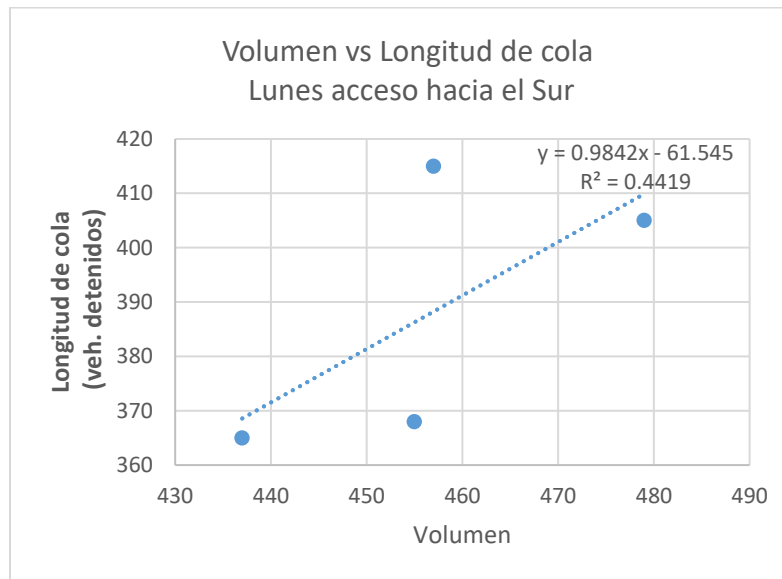


Figura 125 Volumen vs Longitud de cola del día Lunes, acceso hacia el Sur

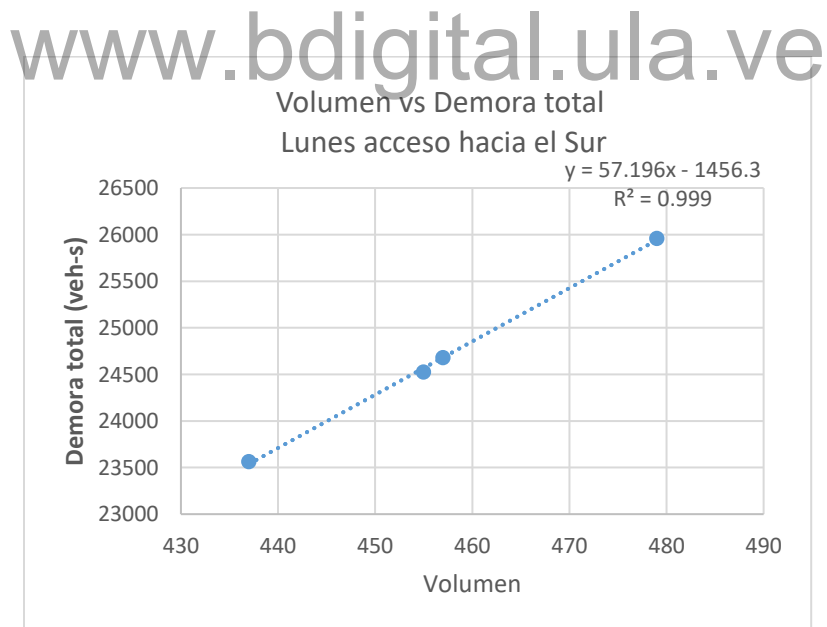


Figura 126 Volumen vs Demora total del día Lunes, acceso hacia el Sur

ANEXO C.2a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día martes, en el acceso hacia el Sur

Tabla 125 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	15	SI
ciclo 2	13	15	SI
ciclo 3	17	21	SI
ciclo 4	13	16	SI
ciclo 5	15	18	SI
ciclo 6	18	22	SI
ciclo 7	15	18	SI
ciclo 8	12	20	SI
ciclo 9	16	19	SI
ciclo 10	6	9	SI
ciclo 11	12	17	SI
ciclo 12	8	15	SI
ciclo 13	11	17	SI
ciclo 14	17	20	SI
ciclo 15	10	12	SI
ciclo 16	9	12	SI
ciclo 17	12	14	SI
ciclo 18	8	11	SI
ciclo 19	10	10	SI
ciclo 20	17	18	SI
ciclo 21	15	19	SI
ciclo 22	16	19	SI
ciclo 23	9	17	SI
ciclo 24	18	19	SI
ciclo 25	18	24	SI
ciclo 26	14	14	SI
ciclo 27	16	16	SI
ciclo 28	19	20	SI
ciclo 29	6	6	SI
Total	383 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 126 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	16	17	SI
ciclo 2	18	22	SI
ciclo 3	16	22	SI
ciclo 4	18	23	SI
ciclo 5	14	22	SI
ciclo 6	14	18	SI
ciclo 7	15	18	SI
ciclo 8	20	26	SI
ciclo 9	21	22	SI
ciclo 10	18	25	SI
ciclo 11	19	24	SI
ciclo 12	10	13	SI
ciclo 13	14	21	SI
ciclo 14	9	16	SI
ciclo 15	14	16	SI
ciclo 16	16	18	SI
ciclo 17	13	18	SI
ciclo 18	18	23	SI
ciclo 19	13	18	SI
ciclo 20	13	19	SI
ciclo 21	15	20	SI
ciclo 22	15	18	SI
ciclo 23	14	17	SI
ciclo 24	9	12	SI
ciclo 25	9	10	SI
ciclo 26	18	22	SI
ciclo 27	12	15	SI
ciclo 28	19	23	SI
ciclo 29	13	16	SI
Total	433 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 127 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	4	4	SI
ciclo 2	18	23	SI
ciclo 3	9	12	SI
ciclo 4	14	17	SI
ciclo 5	16	18	SI
ciclo 6	14	17	SI
ciclo 7	13	15	SI
ciclo 8	15	15	SI
ciclo 9	13	16	SI
ciclo 10	17	18	SI
ciclo 11	19	23	SI
ciclo 12	18	22	SI
ciclo 13	16	20	SI
ciclo 14	21	25	SI
ciclo 15	13	16	SI
ciclo 16	22	26	SI
ciclo 17	14	14	SI
ciclo 18	14	16	SI
ciclo 19	18	22	SI
ciclo 20	18	23	SI
ciclo 21	14	19	SI
ciclo 22	17	22	SI
ciclo 23	14	20	SI
ciclo 24	21	24	SI
ciclo 25	14	17	SI
ciclo 26	15	22	SI
ciclo 27	14	18	SI
ciclo 28	16	19	SI
ciclo 29	18	19	SI
Total	449 vehículos detenidos en la hora de análisis		

Tabla 128 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	20	22	SI
ciclo 2	15	17	SI
ciclo 3	14	18	SI
ciclo 4	17	23	SI
ciclo 5	12	16	SI
ciclo 6	22	27	SI
ciclo 7	17	20	SI
ciclo 8	15	21	SI
ciclo 9	11	11	SI
ciclo 10	8	8	SI
ciclo 11	16	18	SI
ciclo 12	14	18	SI
ciclo 13	16	17	SI
ciclo 14	19	26	SI
ciclo 15	7	10	SI
ciclo 16	19	19	SI
ciclo 17	15	20	SI
ciclo 18	22	27	SI
ciclo 19	13	17	SI
ciclo 20	10	11	SI
ciclo 21	11	15	SI
ciclo 22	7	9	SI
ciclo 23	16	21	SI
ciclo 24	14	19	SI
ciclo 25	12	13	SI
ciclo 26	11	21	SI
ciclo 27	15	19	SI
ciclo 28	16	18	SI
ciclo 29	14	15	SI
Total	418 vehículos detenidos en la hora de análisis		

ANEXO C.2b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día martes, en el acceso hacia el Sur

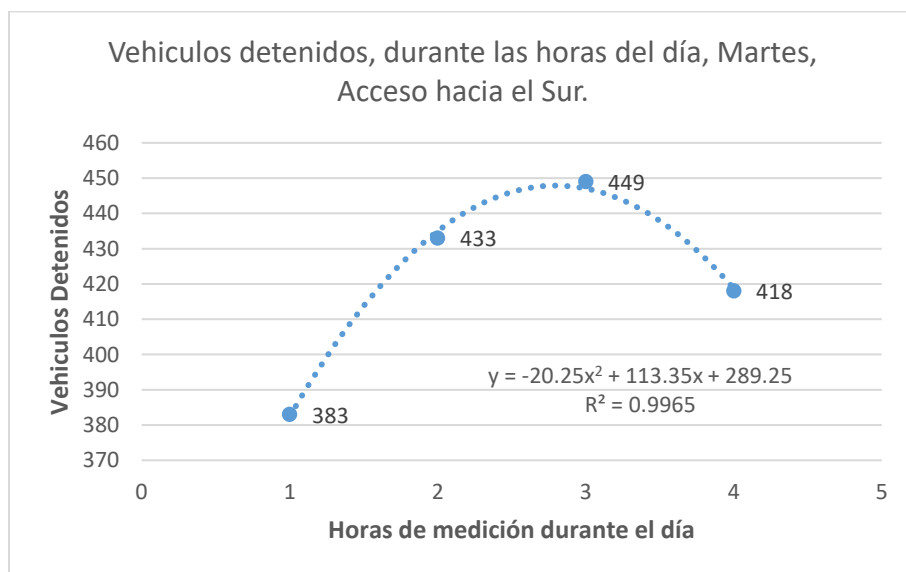


Figura 127 Vehículos detenidos, durante las horas del día, martes, Acceso hacia el Sur.

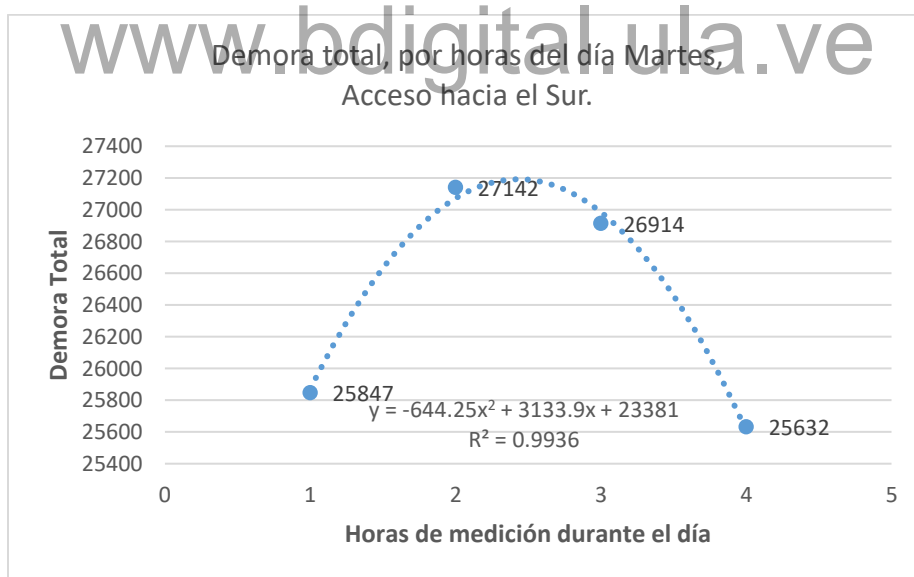


Figura 128 Demora total, por horas del día Martes, Acceso hacia el Sur

ANEXO C.2c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Martes en el acceso hacia el Sur

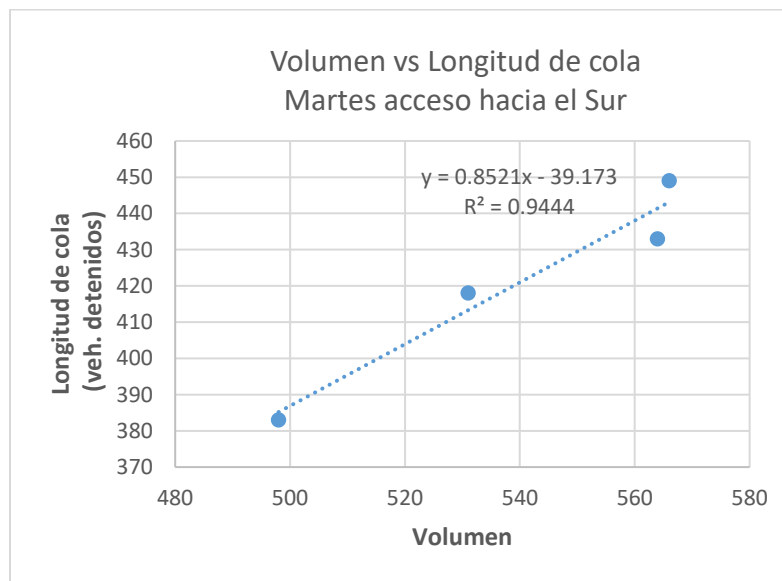


Figura 129 Volumen vs Longitud de cola del día Martes, acceso hacia el Sur

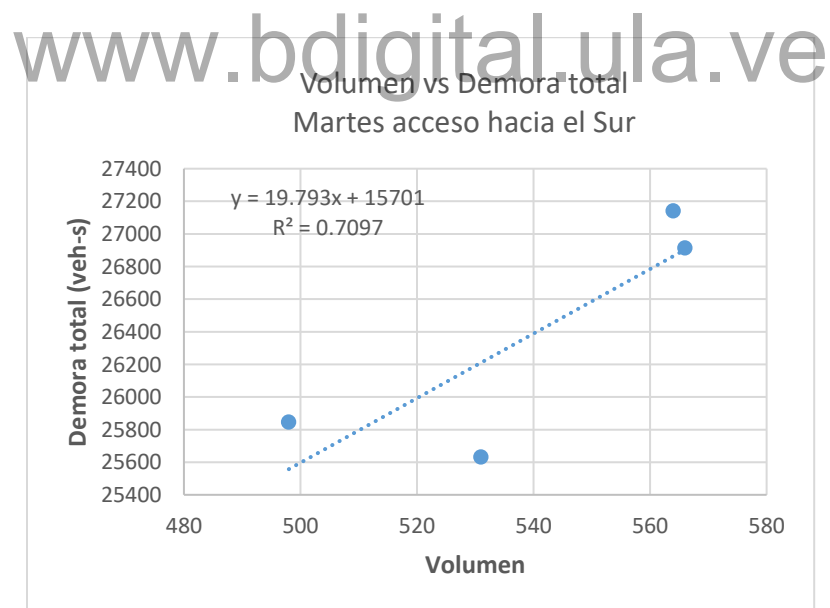


Figura 130 Volumen vs Demora total del día Martes, acceso hacia el Sur

ANEXO C.3a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día miércoles, en el acceso hacia el Sur

Tabla 129 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	15	SI
ciclo 2	17	15	No
ciclo 3	12	15	SI
ciclo 4	20	23	SI
ciclo 5	18	24	SI
ciclo 6	16	21	SI
ciclo 7	15	17	SI
ciclo 8	13	16	SI
ciclo 9	11	13	SI
ciclo 10	18	23	SI
ciclo 11	6	9	SI
ciclo 12	10	17	SI
ciclo 13	9	17	SI
ciclo 14	16	21	SI
ciclo 15	16	21	SI
ciclo 16	8	10	SI
ciclo 17	12	15	SI
ciclo 18	10	15	SI
ciclo 19	11	13	SI
ciclo 20	9	11	SI
ciclo 21	16	18	SI
ciclo 22	14	20	SI
ciclo 23	17	20	SI
ciclo 24	9	13	SI
ciclo 25	12	17	SI
ciclo 26	18	26	SI
ciclo 27	12	12	SI
ciclo 28	8	15	SI
ciclo 29	10	13	SI
Total	376 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 130 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	14	18	SI
ciclo 2	9	16	SI
ciclo 3	13	16	SI
ciclo 4	18	22	SI
ciclo 5	14	19	SI
ciclo 6	17	23	SI
ciclo 7	9	13	SI
ciclo 8	11	16	SI
ciclo 9	12	17	SI
ciclo 10	8	12	SI
ciclo 11	13	16	SI
ciclo 12	7	12	SI
ciclo 13	14	15	SI
ciclo 14	9	13	SI
ciclo 15	9	16	SI
ciclo 16	21	27	SI
ciclo 17	18	21	SI
ciclo 18	19	22	SI
ciclo 19	15	17	SI
ciclo 20	12	12	SI
ciclo 21	13	15	SI
ciclo 22	13	16	SI
ciclo 23	16	16	SI
ciclo 24	22	23	SI
ciclo 25	14	15	SI
ciclo 26	15	18	SI
ciclo 27	14	15	SI
ciclo 28	17	18	SI
ciclo 29	15	17	SI
Total	401 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 131 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	10	10	SI
ciclo 2	15	16	SI
ciclo 3	10	12	SI
ciclo 4	16	16	SI
ciclo 5	17	17	SI
ciclo 6	15	14	No
ciclo 7	12	13	SI
ciclo 8	19	22	SI
ciclo 9	14	14	SI
ciclo 10	18	18	SI
ciclo 11	15	17	SI
ciclo 12	18	20	SI
ciclo 13	18	21	SI
ciclo 14	16	25	SI
ciclo 15	9	12	SI
ciclo 16	17	19	SI
ciclo 17	9	13	SI
ciclo 18	21	25	SI
ciclo 19	11	12	SI
ciclo 20	12	18	SI
ciclo 21	19	19	SI
ciclo 22	16	18	SI
ciclo 23	17	18	SI
ciclo 24	18	20	SI
ciclo 25	11	15	SI
ciclo 26	16	23	SI
ciclo 27	14	17	SI
ciclo 28	12	13	SI
ciclo 29	18	23	SI
Total	433 vehículos detenidos en la hora de análisis		

Tabla 132 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	18	20	SI
ciclo 2	17	25	SI
ciclo 3	17	20	SI
ciclo 4	19	21	SI
ciclo 5	21	23	SI
ciclo 6	16	17	SI
ciclo 7	15	19	SI
ciclo 8	14	19	SI
ciclo 9	15	17	SI
ciclo 10	8	10	SI
ciclo 11	21	26	SI
ciclo 12	12	17	SI
ciclo 13	16	20	SI
ciclo 14	5	11	SI
ciclo 15	17	20	SI
ciclo 16	18	25	SI
ciclo 17	6	8	SI
ciclo 18	11	16	SI
ciclo 19	16	20	SI
ciclo 20	11	15	SI
ciclo 21	16	19	SI
ciclo 22	15	17	SI
ciclo 23	14	15	SI
ciclo 24	9	10	SI
ciclo 25	12	12	SI
ciclo 26	14	16	SI
ciclo 27	17	17	SI
ciclo 28	14	14	SI
ciclo 29	10	10	SI
Total	414 vehículos detenidos en la hora de análisis		

ANEXO C.3b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día miércoles, en el acceso hacia el Sur

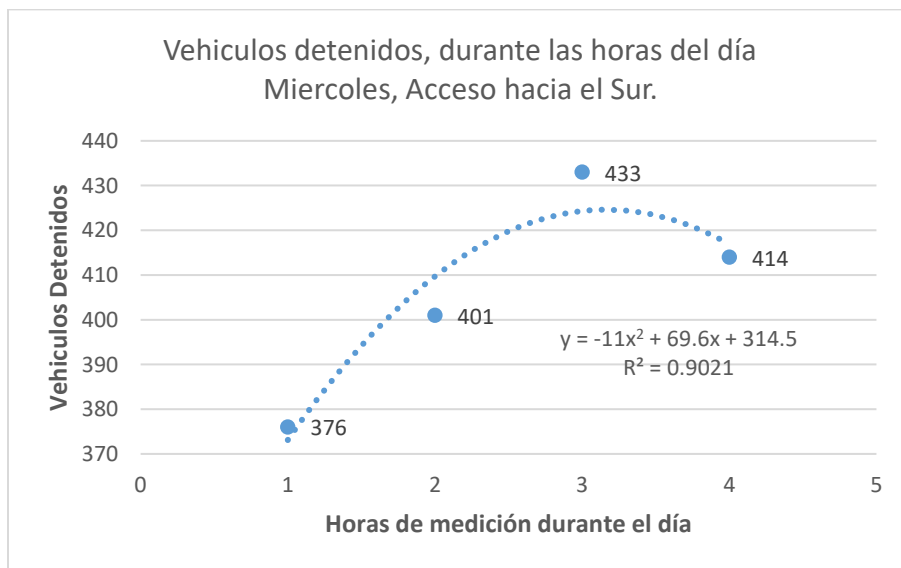


Figura 131 Vehículos detenidos, durante las horas del día miércoles, Acceso hacia el Sur.

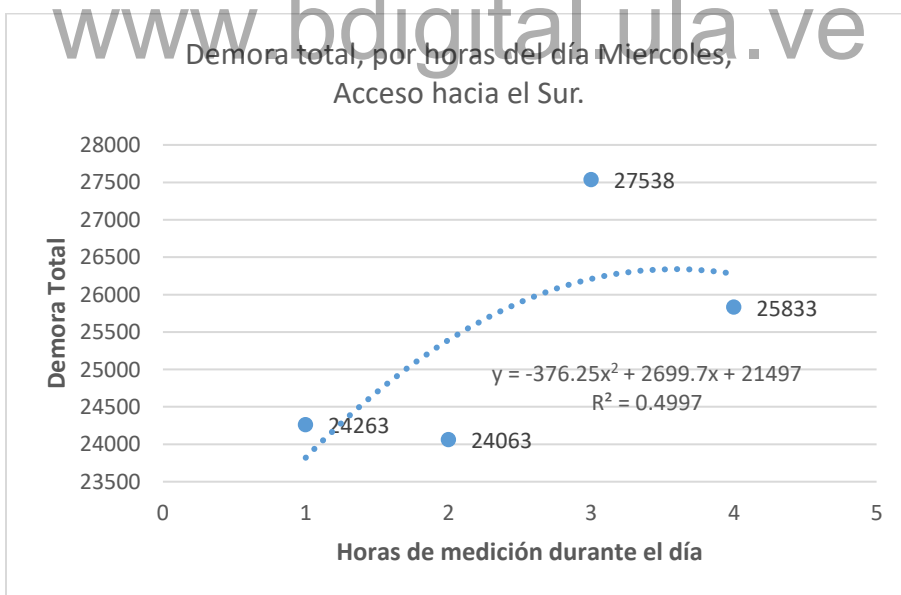


Figura 132 Demora total, por horas del día miércoles, Acceso hacia el Sur

ANEXO C.3c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Miércoles en el acceso hacia el Sur

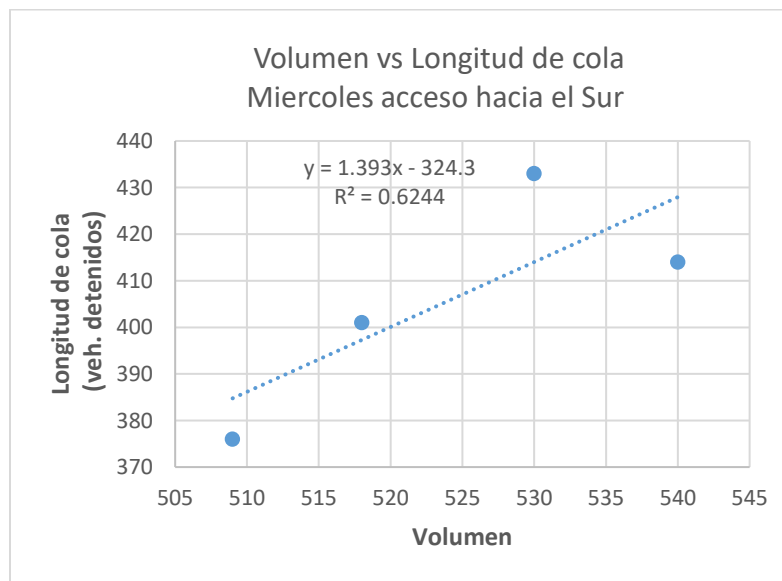


Figura 133 Volumen vs Longitud de cola del día Miércoles, acceso hacia el Sur

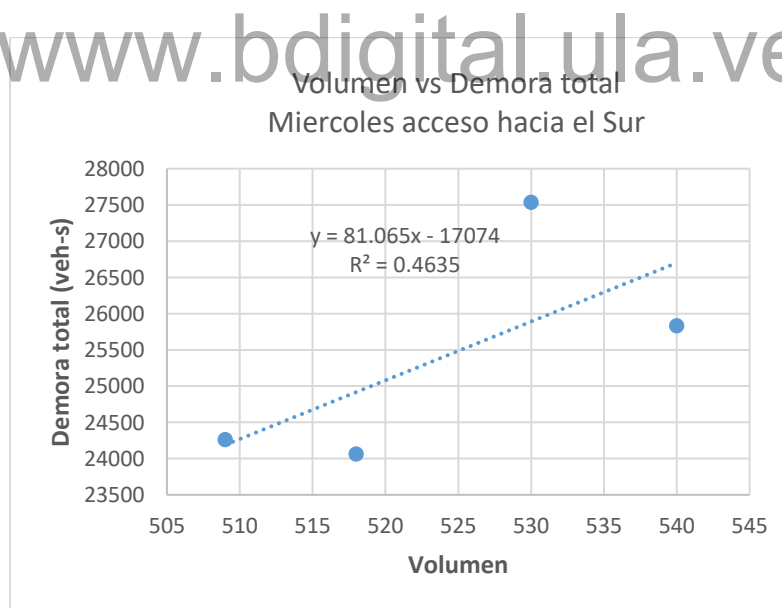


Figura 134 Volumen vs Longitud de cola del día Miércoles, acceso hacia el Sur

ANEXO C.4a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día jueves, en el acceso hacia el Sur

Tabla 133 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	9	14	SI
ciclo 2	19	24	SI
ciclo 3	20	24	SI
ciclo 4	19	22	SI
ciclo 5	20	22	SI
ciclo 6	13	14	SI
ciclo 7	11	15	SI
ciclo 8	21	23	SI
ciclo 9	15	21	SI
ciclo 10	14	21	SI
ciclo 11	11	14	SI
ciclo 12	14	18	SI
ciclo 13	14	17	SI
ciclo 14	9	13	SI
ciclo 15	12	15	SI
ciclo 16	13	16	SI
ciclo 17	9	10	SI
ciclo 18	16	16	SI
ciclo 19	11	12	SI
ciclo 20	7	14	SI
ciclo 21	13	16	SI
ciclo 22	12	15	SI
ciclo 23	15	17	SI
ciclo 24	18	22	SI
ciclo 25	8	10	SI
ciclo 26	17	21	SI
ciclo 27	3	5	SI
ciclo 28	15	15	SI
ciclo 29	11	11	SI
Total	389 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 134 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	20	21	SI
ciclo 2	18	20	SI
ciclo 3	18	22	SI
ciclo 4	14	19	SI
ciclo 5	7	10	SI
ciclo 6	12	14	SI
ciclo 7	18	21	SI
ciclo 8	13	17	SI
ciclo 9	14	20	SI
ciclo 10	9	12	SI
ciclo 11	25	27	SI
ciclo 12	22	26	SI
ciclo 13	17	18	SI
ciclo 14	10	13	SI
ciclo 15	15	17	SI
ciclo 16	15	15	SI
ciclo 17	12	15	SI
ciclo 18	8	11	SI
ciclo 19	19	21	SI
ciclo 20	25	28	SI
ciclo 21	17	18	SI
ciclo 22	20	22	SI
ciclo 23	17	17	SI
ciclo 24	12	16	SI
ciclo 25	8	8	SI
ciclo 26	9	14	SI
ciclo 27	12	15	SI
ciclo 28	7	13	SI
ciclo 29	9	9	SI
Total	422 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 135 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	5	9	SI
ciclo 2	7	13	SI
ciclo 3	11	14	SI
ciclo 4	12	16	SI
ciclo 5	10	10	SI
ciclo 6	16	19	SI
ciclo 7	15	15	SI
ciclo 8	16	14	No
ciclo 9	23	25	SI
ciclo 10	15	18	SI
ciclo 11	7	13	SI
ciclo 12	12	15	SI
ciclo 13	20	20	SI
ciclo 14	10	14	SI
ciclo 15	18	18	SI
ciclo 16	14	15	SI
ciclo 17	10	12	SI
ciclo 18	13	20	SI
ciclo 19	16	20	SI
ciclo 20	13	19	SI
ciclo 21	14	15	SI
ciclo 22	14	18	SI
ciclo 23	15	19	SI
ciclo 24	15	24	SI
ciclo 25	16	22	SI
ciclo 26	18	21	SI
ciclo 27	18	25	SI
ciclo 28	13	15	SI
ciclo 29	20	23	SI
Total	406 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 136 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	15	22	SI
ciclo 2	18	18	SI
ciclo 3	20	24	SI
ciclo 4	20	28	SI
ciclo 5	25	30	SI
ciclo 6	17	19	SI
ciclo 7	7	11	SI
ciclo 8	16	19	SI
ciclo 9	15	18	SI
ciclo 10	7	8	SI
ciclo 11	21	23	SI
ciclo 12	14	17	SI
ciclo 13	17	24	SI
ciclo 14	9	11	SI
ciclo 15	12	15	SI
ciclo 16	14	19	SI
ciclo 17	7	14	SI
ciclo 18	9	15	SI
ciclo 19	20	24	SI
ciclo 20	15	18	SI
ciclo 21	14	19	SI
ciclo 22	11	13	SI
ciclo 23	6	7	SI
ciclo 24	16	20	SI
ciclo 25	8	12	SI
ciclo 26	17	25	SI
ciclo 27	17	20	SI
ciclo 28	15	17	SI
ciclo 29	16	20	SI
Total	418 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO C.4b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día jueves, en el acceso hacia el Sur

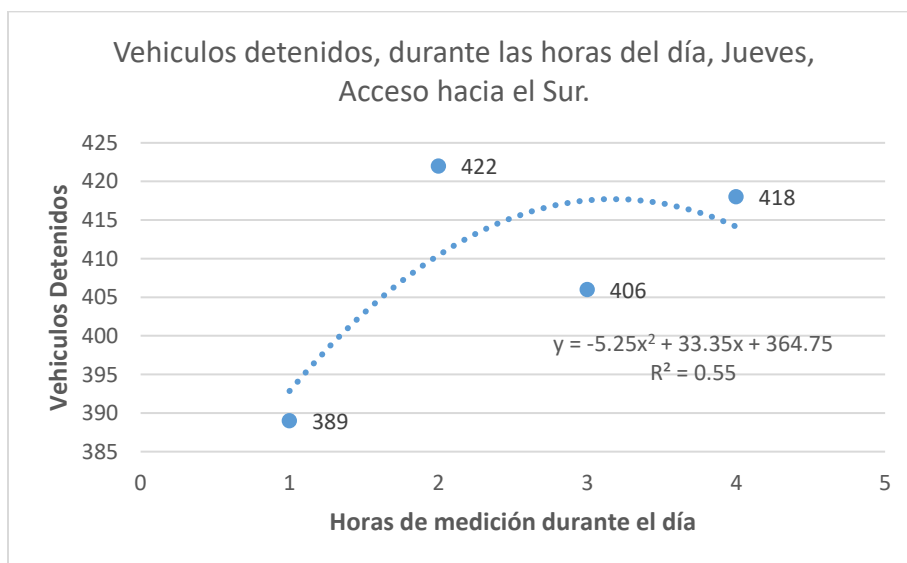


Figura 135 Vehículos detenidos, durante las horas del día, Jueves, Acceso hacia el Sur.

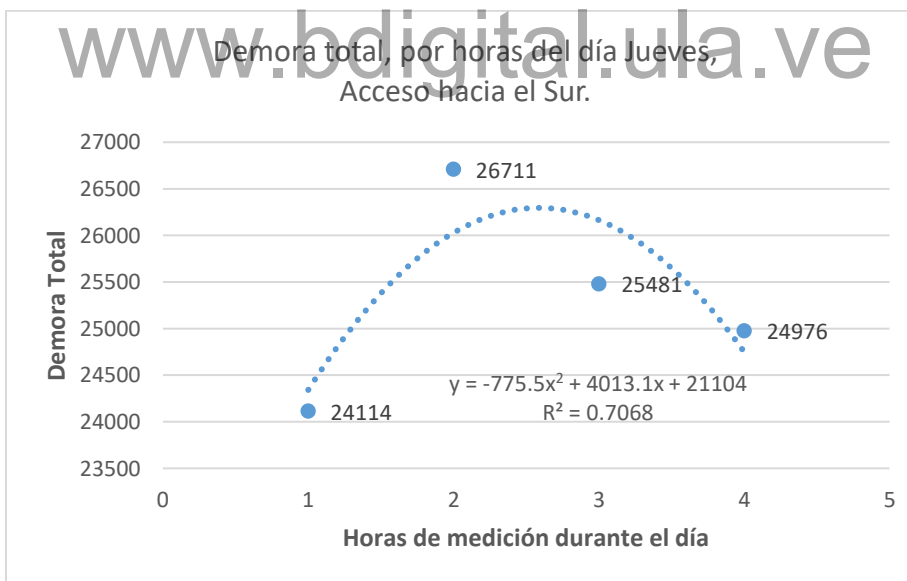


Figura 136 Demora total, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Sur

ANEXO C.4c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Jueves en el acceso hacia el Sur

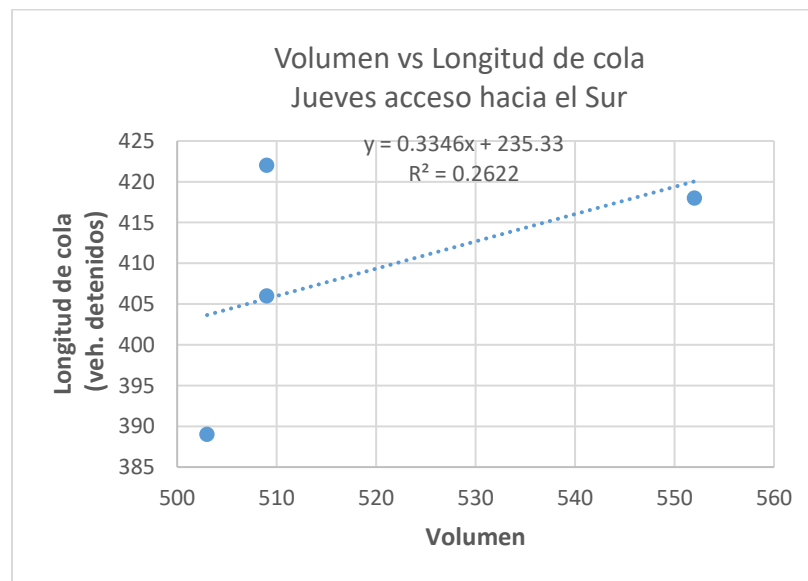


Figura 137 Volumen vs Longitud de cola del día Jueves, acceso hacia el Sur

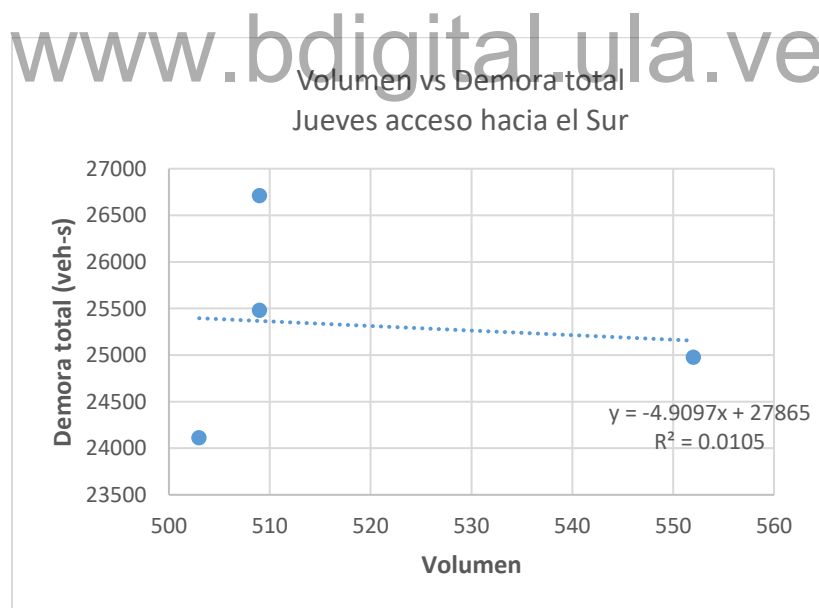


Figura 138 Volumen vs Demora total del día Jueves, acceso hacia el Sur

ANEXO C.5a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día viernes, en el acceso hacia el Sur

Tabla 137 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	3	5	SI
ciclo 2	13	18	SI
ciclo 3	19	22	SI
ciclo 4	13	19	SI
ciclo 5	9	13	SI
ciclo 6	12	13	SI
ciclo 7	12	15	SI
ciclo 8	12	15	SI
ciclo 9	25	28	SI
ciclo 10	13	15	SI
ciclo 11	8	10	SI
ciclo 12	16	18	SI
ciclo 13	20	26	SI
ciclo 14	10	13	SI
ciclo 15	7	10	SI
ciclo 16	14	16	SI
ciclo 17	11	12	SI
ciclo 18	11	15	SI
ciclo 19	16	20	SI
ciclo 20	12	15	SI
ciclo 21	11	12	SI
ciclo 22	8	11	SI
ciclo 23	8	11	SI
ciclo 24	14	17	SI
ciclo 25	18	20	SI
ciclo 26	22	25	SI
ciclo 27	8	13	SI
ciclo 28	11	12	SI
ciclo 29	17	21	SI
Total	373 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 138 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	15	20	SI
ciclo 2	19	23	SI
ciclo 3	9	10	SI
ciclo 4	21	21	SI
ciclo 5	14	17	SI
ciclo 6	12	13	SI
ciclo 7	13	21	SI
ciclo 8	5	7	SI
ciclo 9	14	14	SI
ciclo 10	9	11	SI
ciclo 11	10	13	SI
ciclo 12	16	19	SI
ciclo 13	16	19	SI
ciclo 14	12	13	SI
ciclo 15	10	10	SI
ciclo 16	13	14	SI
ciclo 17	7	10	SI
ciclo 18	6	6	SI
ciclo 19	8	13	SI
ciclo 20	7	10	SI
ciclo 21	16	21	SI
ciclo 22	12	13	SI
ciclo 23	9	13	SI
ciclo 24	17	22	SI
ciclo 25	11	18	SI
ciclo 26	4	6	SI
ciclo 27	8	9	SI
ciclo 28	13	16	SI
ciclo 29	11	11	SI
Total	337 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 139 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	7	10	SI
ciclo 2	17	17	SI
ciclo 3	14	16	SI
ciclo 4	15	16	SI
ciclo 5	14	17	SI
ciclo 6	11	17	SI
ciclo 7	16	20	SI
ciclo 8	10	13	SI
ciclo 9	11	19	SI
ciclo 10	13	15	SI
ciclo 11	16	22	SI
ciclo 12	12	13	SI
ciclo 13	9	13	SI
ciclo 14	11	19	SI
ciclo 15	11	14	SI
ciclo 16	15	19	SI
ciclo 17	18	21	SI
ciclo 18	9	14	SI
ciclo 19	19	23	SI
ciclo 20	15	18	SI
ciclo 21	19	25	SI
ciclo 22	12	14	SI
ciclo 23	13	14	SI
ciclo 24	15	17	SI
ciclo 25	15	22	SI
ciclo 26	13	17	SI
ciclo 27	8	12	SI
ciclo 28	17	24	SI
ciclo 29	18	19	SI
Total	393 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 140 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Sur, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Sur	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	10	14	SI
ciclo 2	18	24	SI
ciclo 3	12	17	SI
ciclo 4	16	19	SI
ciclo 5	16	22	SI
ciclo 6	18	21	SI
ciclo 7	17	17	SI
ciclo 8	12	17	SI
ciclo 9	17	20	SI
ciclo 10	10	11	SI
ciclo 11	10	11	SI
ciclo 12	17	21	SI
ciclo 13	14	16	SI
ciclo 14	12	15	SI
ciclo 15	11	11	SI
ciclo 16	16	19	SI
ciclo 17	8	12	SI
ciclo 18	14	15	SI
ciclo 19	9	15	SI
ciclo 20	14	21	SI
ciclo 21	17	22	SI
ciclo 22	17	23	SI
ciclo 23	19	20	SI
ciclo 24	11	17	SI
ciclo 25	19	23	SI
ciclo 26	11	17	SI
ciclo 27	13	15	SI
ciclo 28	15	16	SI
ciclo 29	12	15	SI
Total	405 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO C.5b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día viernes, en el acceso hacia el Sur

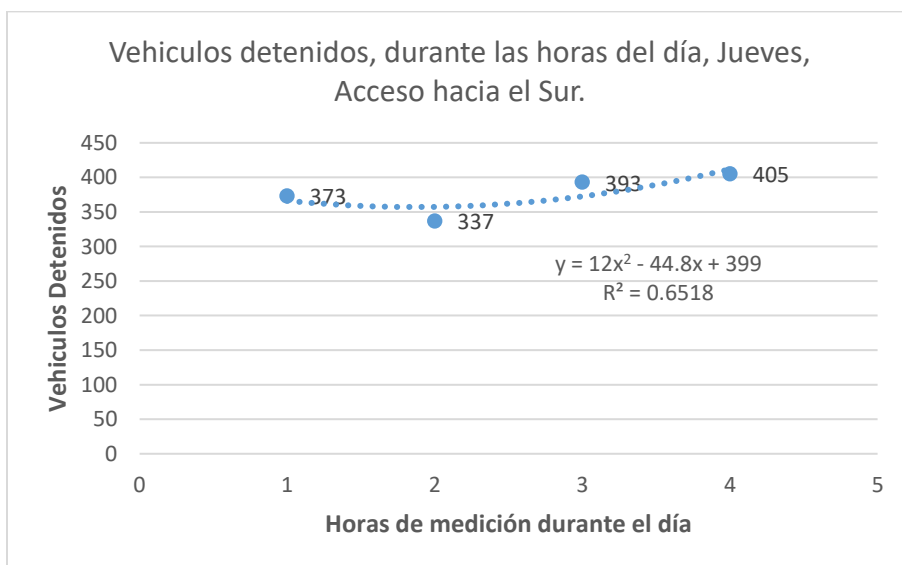


Figura 139 Vehículos detenidos, durante las horas del día viernes, Acceso hacia el Sur

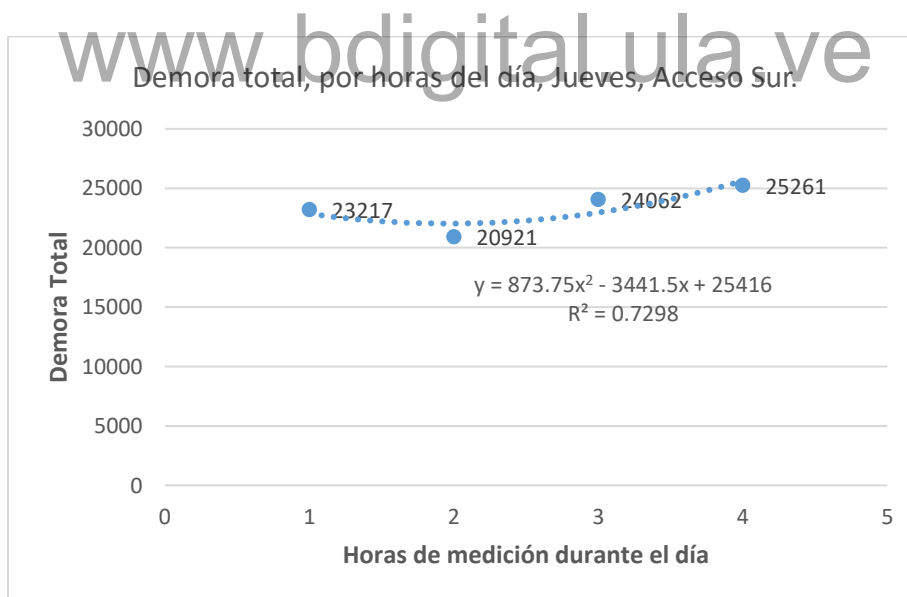


Figura 140 Demora total, por horas del día viernes, Acceso hacia el Sur.

ANEXO C.5c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, viernes en el acceso hacia el Sur

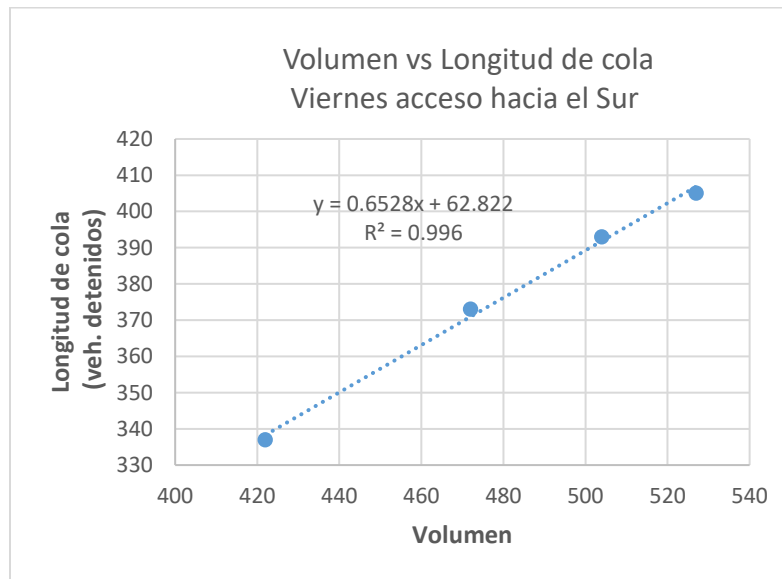


Figura 141 Volumen vs Longitud de cola del día viernes, acceso hacia el Sur

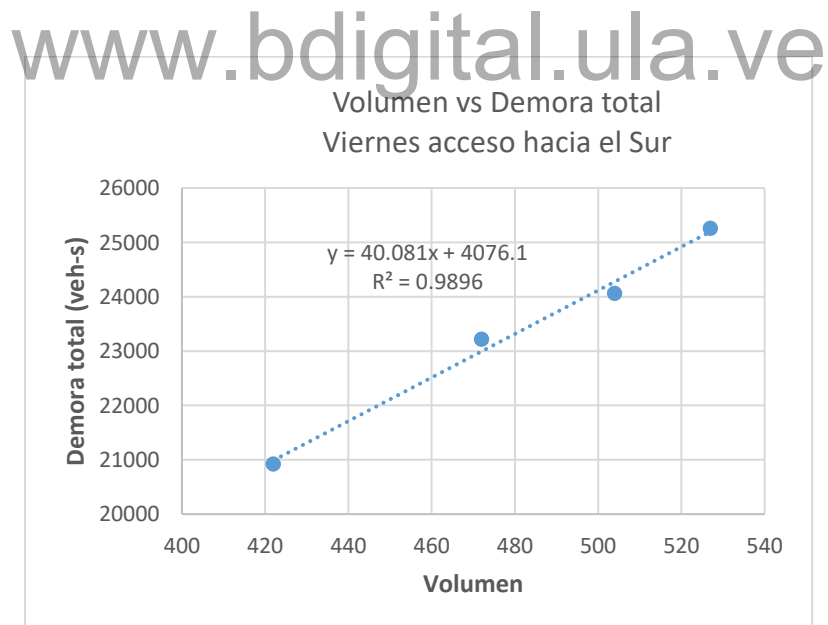


Figura 142 Volumen vs Demora total del día viernes, acceso hacia el Sur

ANEXO D.1a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día lunes, en el acceso hacia el Este

Tabla 141 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	9	9	SI
ciclo 2	8	11	SI
ciclo 3	7	9	SI
ciclo 4	10	10	SI
ciclo 5	7	10	SI
ciclo 6	6	8	SI
ciclo 7	10	10	SI
ciclo 8	9	11	SI
ciclo 9	12	12	SI
ciclo 10	6	8	SI
ciclo 11	12	15	SI
ciclo 12	7	8	SI
ciclo 13	10	11	SI
ciclo 14	9	11	SI
ciclo 15	10	11	SI
ciclo 16	12	13	SI
ciclo 17	8	9	SI
ciclo 18	16	14	No
ciclo 19	15	16	SI
ciclo 20	13	12	No
ciclo 21	14	16	SI
ciclo 22	17	19	SI
ciclo 23	13	13	SI
ciclo 24	12	14	SI
ciclo 25	2	2	SI
ciclo 26	11	17	SI
ciclo 27	5	7	SI
ciclo 28	8	8	SI
ciclo 29	9	10	SI
Total	287 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 142 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	10	11	SI
ciclo 2	10	11	SI
ciclo 3	7	10	SI
ciclo 4	8	11	SI
ciclo 5	10	10	SI
ciclo 6	4	7	SI
ciclo 7	8	12	SI
ciclo 8	11	11	SI
ciclo 9	11	13	SI
ciclo 10	9	11	SI
ciclo 11	4	4	SI
ciclo 12	4	5	SI
ciclo 13	6	10	SI
ciclo 14	14	15	SI
ciclo 15	6	7	SI
ciclo 16	7	8	SI
ciclo 17	12	14	SI
ciclo 18	12	13	SI
ciclo 19	7	7	SI
ciclo 20	7	9	SI
ciclo 21	9	10	SI
ciclo 22	6	8	SI
ciclo 23	6	11	SI
ciclo 24	9	9	SI
ciclo 25	8	9	SI
ciclo 26	8	14	SI
ciclo 27	13	13	SI
ciclo 28	1	6	SI
ciclo 29	5	5	SI
Total	232 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 143 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	14	SI
ciclo 2	12	12	SI
ciclo 3	14	14	SI
ciclo 4	6	9	SI
ciclo 5	8	8	SI
ciclo 6	14	16	SI
ciclo 7	3	5	SI
ciclo 8	0	0	SI
ciclo 9	5	9	SI
ciclo 10	10	13	SI
ciclo 11	8	10	SI
ciclo 12	7	7	SI
ciclo 13	9	10	SI
ciclo 14	10	12	SI
ciclo 15	11	15	SI
ciclo 16	6	7	SI
ciclo 17	13	15	SI
ciclo 18	7	8	SI
ciclo 19	0	2	SI
ciclo 20	8	11	SI
ciclo 21	5	8	SI
ciclo 22	7	7	SI
ciclo 23	6	9	SI
ciclo 24	8	11	SI
ciclo 25	6	6	SI
ciclo 26	9	11	SI
ciclo 27	8	8	SI
ciclo 28	12	12	SI
ciclo 29	8	8	SI
Total	233 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 144 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Lunes	Fecha:	6 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	12	16	SI
ciclo 2	9	11	SI
ciclo 3	20	17	No
ciclo 4	11	9	No
ciclo 5	16	22	SI
ciclo 6	3	7	SI
ciclo 7	12	16	SI
ciclo 8	6	7	SI
ciclo 9	6	8	SI
ciclo 10	16	13	No
ciclo 11	14	13	No
ciclo 12	11	10	No
ciclo 13	11	16	SI
ciclo 14	8	10	SI
ciclo 15	4	7	SI
ciclo 16	6	9	SI
ciclo 17	9	9	SI
ciclo 18	10	12	SI
ciclo 19	8	11	SI
ciclo 20	9	9	SI
ciclo 21	9	9	SI
ciclo 22	10	11	SI
ciclo 23	4	5	SI
ciclo 24	9	9	SI
ciclo 25	5	7	SI
ciclo 26	5	5	SI
ciclo 27	6	8	SI
ciclo 28	8	8	SI
ciclo 29	6	10	SI
Total	263 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO D.1b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día lunes, en el acceso hacia el Sur

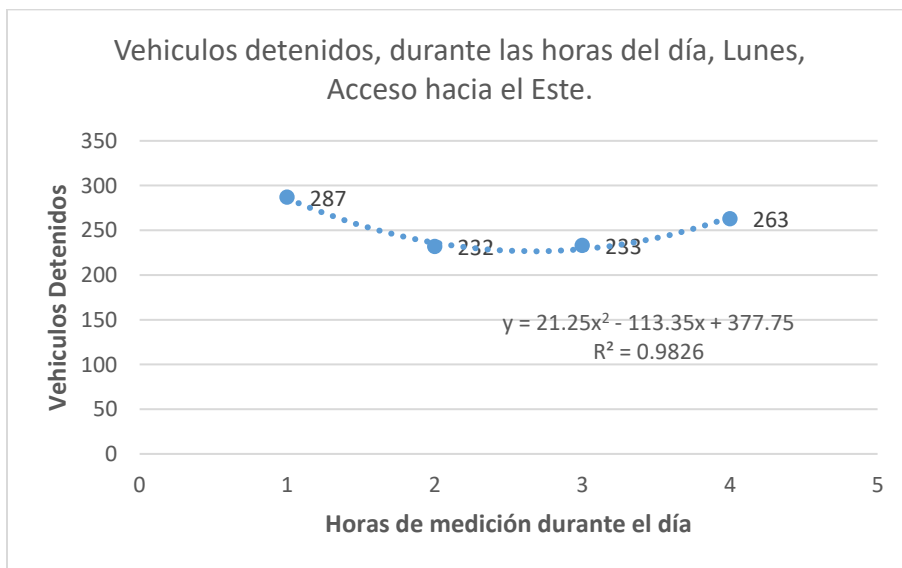


Figura 143 Vehículos detenidos, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Este

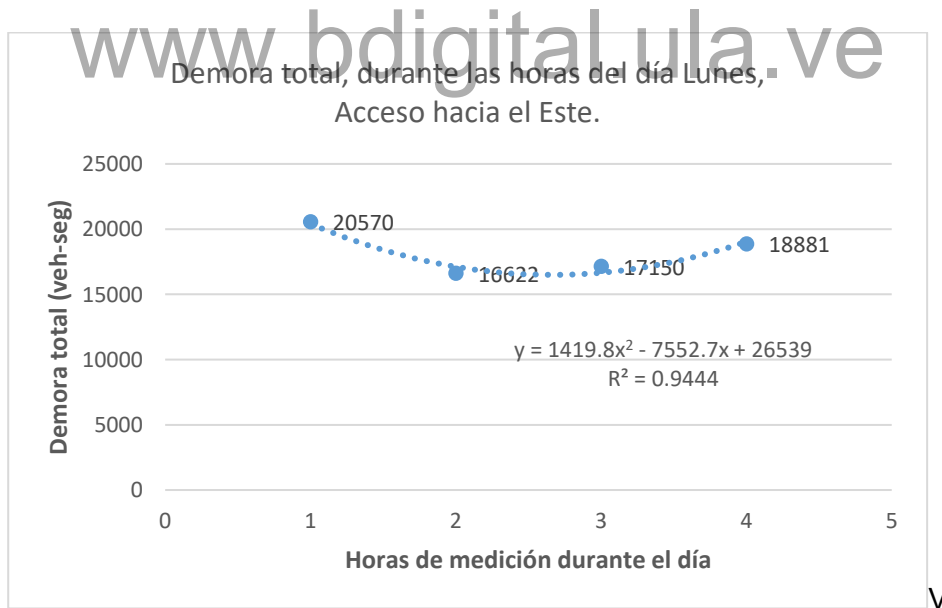


Figura 144 Demora total, durante las horas del día Lunes, Acceso hacia el Este

ANEXO D.1c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Lunes en el acceso hacia el Este

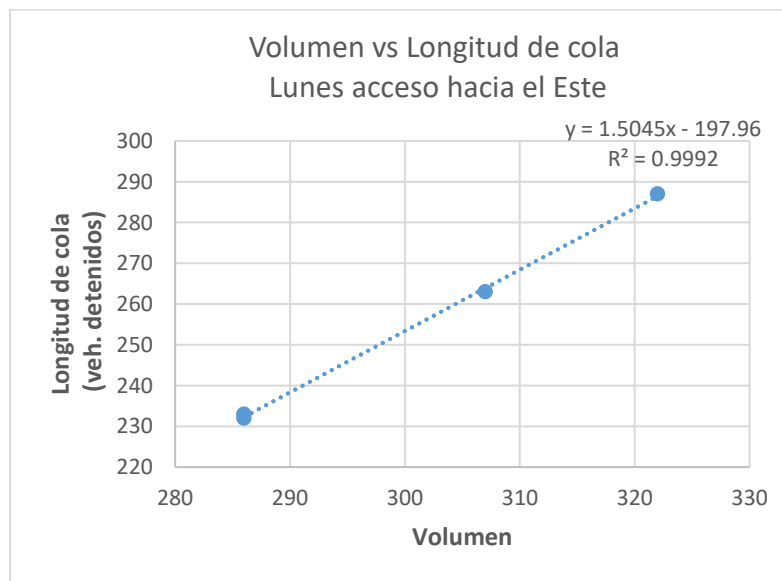


Figura 145 Volumen vs Longitud de cola del día Lunes, acceso hacia el Este

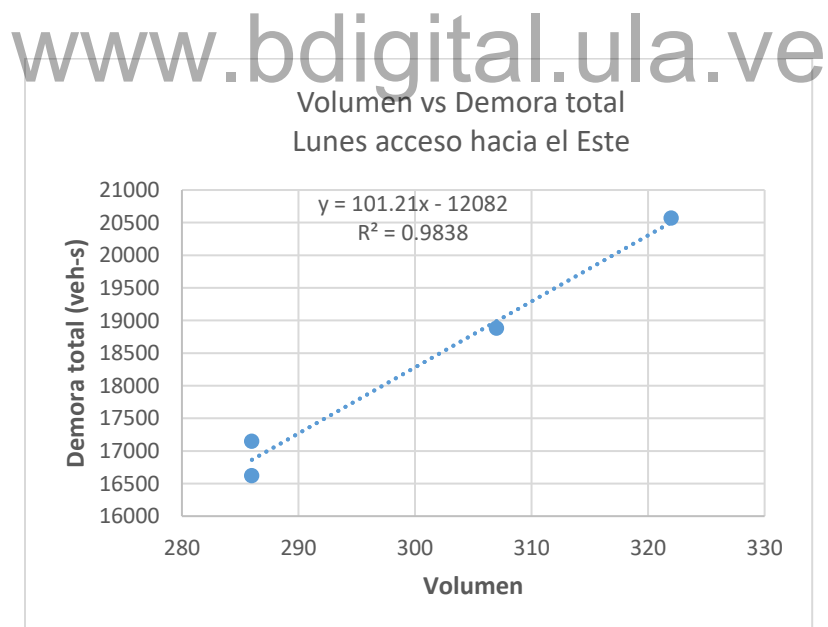


Figura 146 Volumen vs Demora total en cola del día Lunes, acceso hacia el Este

ANEXO D.2a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día martes, en el acceso hacia el Este

Tabla 145 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	4	8	SI
ciclo 2	2	6	SI
ciclo 3	6	12	SI
ciclo 4	8	12	SI
ciclo 5	10	14	SI
ciclo 6	13	15	SI
ciclo 7	14	16	SI
ciclo 8	8	11	SI
ciclo 9	14	10	No
ciclo 10	19	20	SI
ciclo 11	18	22	SI
ciclo 12	13	13	SI
ciclo 13	7	7	SI
ciclo 14	9	9	SI
ciclo 15	15	15	SI
ciclo 16	8	8	SI
ciclo 17	9	12	SI
ciclo 18	12	15	SI
ciclo 19	9	9	SI
ciclo 20	7	9	SI
ciclo 21	11	13	SI
ciclo 22	11	12	SI
ciclo 23	11	13	SI
ciclo 24	5	6	SI
ciclo 25	8	10	SI
ciclo 26	6	7	SI
ciclo 27	9	9	SI
ciclo 28	14	14	SI
ciclo 29	16	15	No
Total	296 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 146 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	11	12	SI
ciclo 2	12	14	SI
ciclo 3	13	14	SI
ciclo 4	13	13	SI
ciclo 5	6	11	SI
ciclo 6	16	14	No
ciclo 7	15	13	No
ciclo 8	15	15	SI
ciclo 9	6	7	SI
ciclo 10	13	13	SI
ciclo 11	11	10	No
ciclo 12	13	10	No
ciclo 13	9	14	SI
ciclo 14	10	14	SI
ciclo 15	8	11	SI
ciclo 16	11	11	SI
ciclo 17	13	13	SI
ciclo 18	8	12	SI
ciclo 19	9	12	SI
ciclo 20	7	8	SI
ciclo 21	8	8	SI
ciclo 22	10	10	SI
ciclo 23	11	12	SI
ciclo 24	8	8	SI
ciclo 25	11	12	SI
ciclo 26	13	13	SI
ciclo 27	6	9	SI
ciclo 28	10	12	SI
ciclo 29	9	9	SI
Total	305 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 147 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	11	SI
ciclo 2	6	6	SI
ciclo 3	10	11	SI
ciclo 4	9	10	SI
ciclo 5	14	17	SI
ciclo 6	16	14	No
ciclo 7	11	9	No
ciclo 8	9	10	SI
ciclo 9	5	5	SI
ciclo 10	4	6	SI
ciclo 11	9	10	SI
ciclo 12	6	6	SI
ciclo 13	9	9	SI
ciclo 14	8	10	SI
ciclo 15	9	8	No
ciclo 16	8	8	SI
ciclo 17	8	10	SI
ciclo 18	7	7	SI
ciclo 19	5	5	SI
ciclo 20	6	6	SI
ciclo 21	7	7	SI
ciclo 22	6	9	SI
ciclo 23	4	4	SI
ciclo 24	10	10	SI
ciclo 25	7	7	SI
ciclo 26	14	14	SI
ciclo 27	5	6	SI
ciclo 28	8	8	SI
ciclo 29	6	6	SI
Total	234 vehículos detenidos en la hora de análisis		

Tabla 148 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Martes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Martes	Fecha:	7 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	8	SI
ciclo 2	6	11	SI
ciclo 3	9	9	SI
ciclo 4	10	14	SI
ciclo 5	9	9	SI
ciclo 6	12	13	SI
ciclo 7	8	8	SI
ciclo 8	8	11	SI
ciclo 9	9	9	SI
ciclo 10	13	14	SI
ciclo 11	8	8	SI
ciclo 12	9	9	SI
ciclo 13	4	4	SI
ciclo 14	6	6	SI
ciclo 15	11	11	SI
ciclo 16	6	6	SI
ciclo 17	8	8	SI
ciclo 18	13	11	No
ciclo 19	5	5	SI
ciclo 20	5	5	SI
ciclo 21	9	9	SI
ciclo 22	6	6	SI
ciclo 23	7	10	SI
ciclo 24	3	5	SI
ciclo 25	11	12	SI
ciclo 26	9	9	SI
ciclo 27	5	5	SI
ciclo 28	7	7	SI
ciclo 29	10	10	SI
Total	234 vehículos detenidos en la hora de análisis		

ANEXO D.2b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día martes, en el acceso hacia el Este

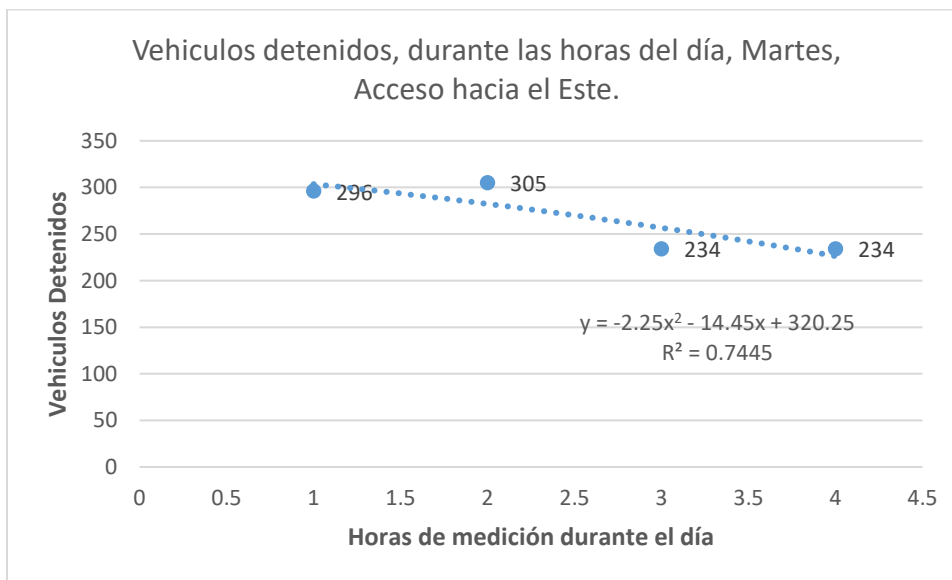


Figura 147 Vehículos detenidos, durante las horas del día, martes, Acceso hacia el Este.

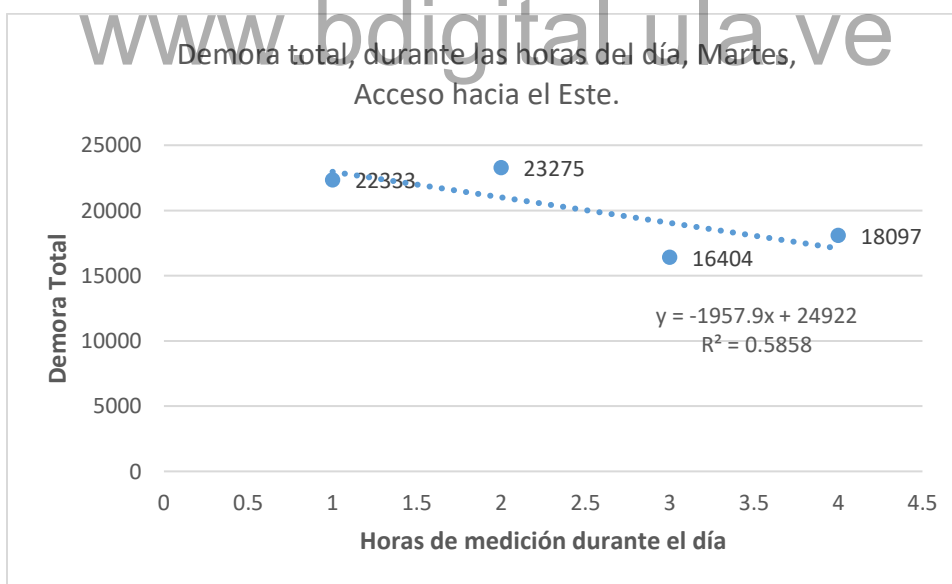


Figura 148 Demora total, por horas del día Martes, Acceso hacia el Este

ANEXO D.2c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, Martes en el acceso hacia el Este

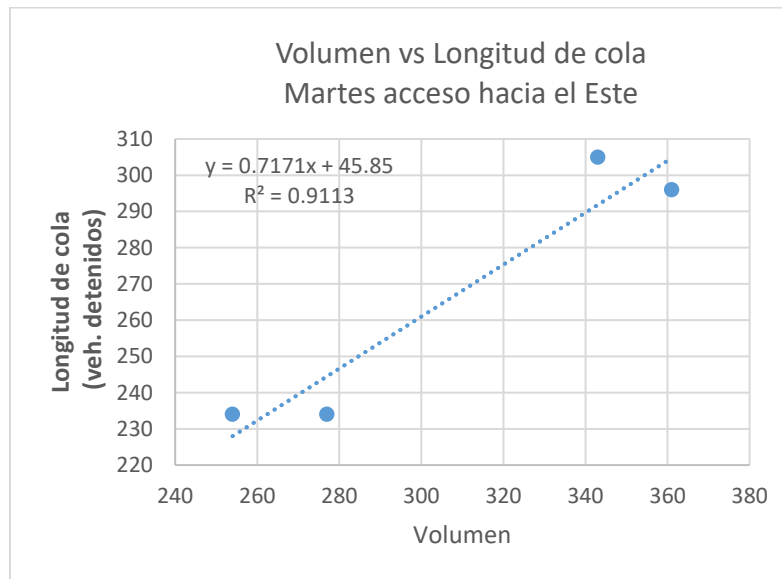


Figura 149 Volumen vs Longitud de cola del día martes, acceso hacia el Este

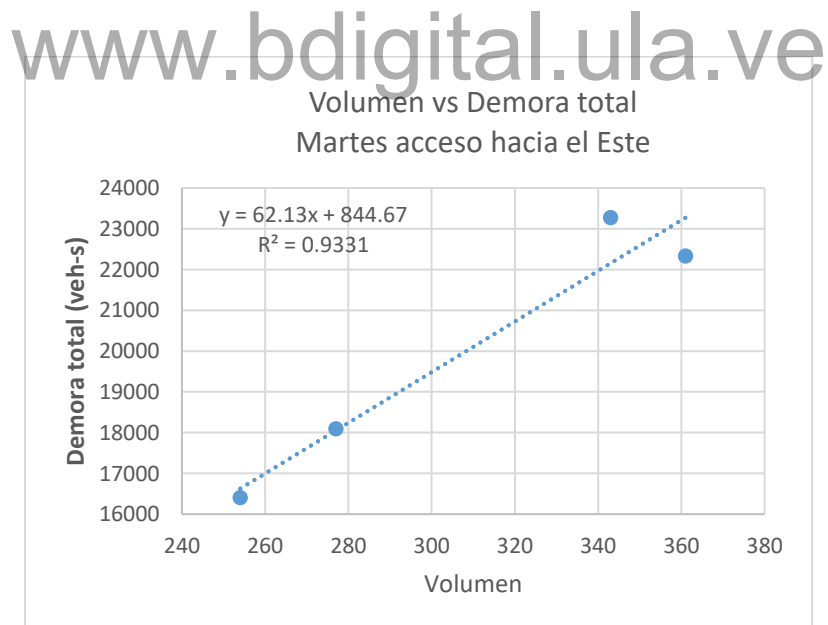


Figura 150 Volumen vs Demora del día Martes, acceso hacia el Este

ANEXO D.3a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día miércoles, en el acceso hacia el Este

Tabla 149 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Miércoles, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	6	8	SI
ciclo 2	10	13	SI
ciclo 3	8	9	SI
ciclo 4	9	11	SI
ciclo 5	5	7	SI
ciclo 6	14	16	SI
ciclo 7	16	16	SI
ciclo 8	12	15	SI
ciclo 9	10	12	SI
ciclo 10	20	21	SI
ciclo 11	15	16	SI
ciclo 12	9	9	SI
ciclo 13	11	12	SI
ciclo 14	8	9	SI
ciclo 15	15	17	SI
ciclo 16	11	11	SI
ciclo 17	9	11	SI
ciclo 18	9	9	SI
ciclo 19	9	9	SI
ciclo 20	11	11	SI
ciclo 21	6	7	SI
ciclo 22	10	14	SI
ciclo 23	7	7	SI
ciclo 24	5	8	SI
ciclo 25	5	5	SI
ciclo 26	7	11	SI
ciclo 27	14	12	No
ciclo 28	16	17	SI
ciclo 29	14	14	SI
Total	301 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 150 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	16	17	SI
ciclo 2	10	12	SI
ciclo 3	11	12	SI
ciclo 4	8	12	SI
ciclo 5	11	10	No
ciclo 6	6	8	SI
ciclo 7	9	13	SI
ciclo 8	8	9	SI
ciclo 9	12	13	SI
ciclo 10	12	14	SI
ciclo 11	8	8	SI
ciclo 12	7	8	SI
ciclo 13	8	8	SI
ciclo 14	6	6	SI
ciclo 15	11	15	SI
ciclo 16	6	9	SI
ciclo 17	9	8	No
ciclo 18	10	10	SI
ciclo 19	7	7	SI
ciclo 20	9	10	SI
ciclo 21	11	9	No
ciclo 22	6	8	SI
ciclo 23	13	12	No
ciclo 24	9	10	SI
ciclo 25	12	10	No
ciclo 26	10	8	No
ciclo 27	11	12	SI
ciclo 28	10	10	SI
ciclo 29	3	3	SI
Total	269 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 151 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	5	5	SI
ciclo 2	9	9	SI
ciclo 3	11	12	SI
ciclo 4	6	6	SI
ciclo 5	8	8	SI
ciclo 6	14	12	No
ciclo 7	13	13	SI
ciclo 8	9	9	SI
ciclo 9	4	4	SI
ciclo 10	6	6	SI
ciclo 11	8	8	SI
ciclo 12	13	13	SI
ciclo 13	8	10	SI
ciclo 14	11	11	SI
ciclo 15	16	15	No
ciclo 16	13	12	No
ciclo 17	9	9	SI
ciclo 18	15	17	SI
ciclo 19	6	6	SI
ciclo 20	7	7	SI
ciclo 21	4	6	SI
ciclo 22	7	7	SI
ciclo 23	8	8	SI
ciclo 24	5	8	SI
ciclo 25	7	9	SI
ciclo 26	3	4	SI
ciclo 27	7	8	SI
ciclo 28	7	7	SI
ciclo 29	5	6	SI
Total	244 vehículos detenidos en la hora de análisis		

Tabla 152 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Lunes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Miércoles	Fecha:	8 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	7	9	SI
ciclo 2	12	15	SI
ciclo 3	7	9	SI
ciclo 4	12	14	SI
ciclo 5	15	15	SI
ciclo 6	11	12	SI
ciclo 7	8	9	SI
ciclo 8	6	7	SI
ciclo 9	6	8	SI
ciclo 10	4	6	SI
ciclo 11	5	6	SI
ciclo 12	3	5	SI
ciclo 13	12	15	SI
ciclo 14	10	10	SI
ciclo 15	4	7	SI
ciclo 16	5	5	SI
ciclo 17	12	14	SI
ciclo 18	3	3	SI
ciclo 19	5	5	SI
ciclo 20	13	13	SI
ciclo 21	14	14	SI
ciclo 22	12	14	SI
ciclo 23	11	12	SI
ciclo 24	9	9	SI
ciclo 25	7	7	SI
ciclo 26	7	7	SI
ciclo 27	4	6	SI
ciclo 28	14	14	SI
ciclo 29	10	10	SI
Total	248 vehículos detenidos en la hora de análisis		

ANEXO D.3b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día miércoles, en el acceso hacia el Este

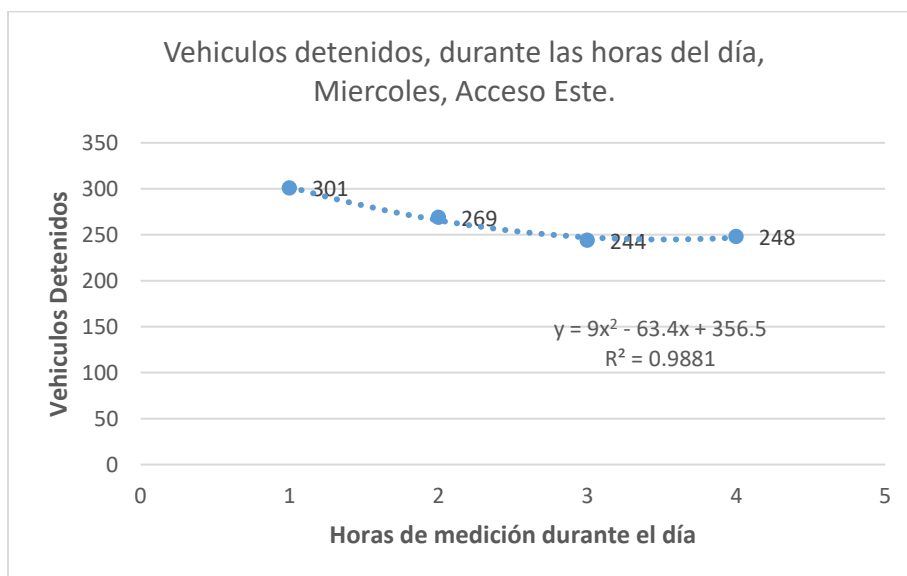


Figura 151 Vehículos detenidos, durante las horas del día miércoles, Acceso hacia el Este.

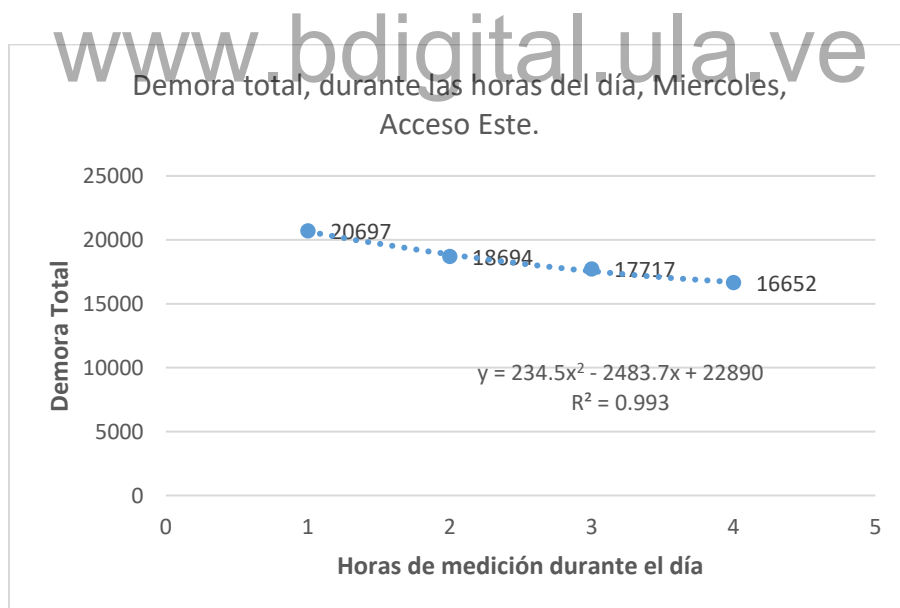


Figura 152 Demora total, por horas del día miércoles, Acceso hacia el Este

ANEXO D.3c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, miércoles en el acceso hacia el Este

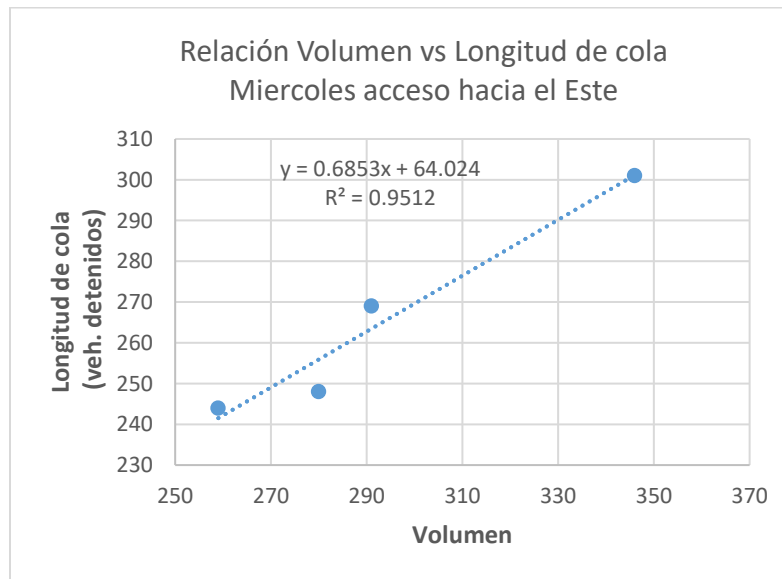


Figura 153 Volumen vs Longitud de cola del día miércoles, acceso hacia el Este

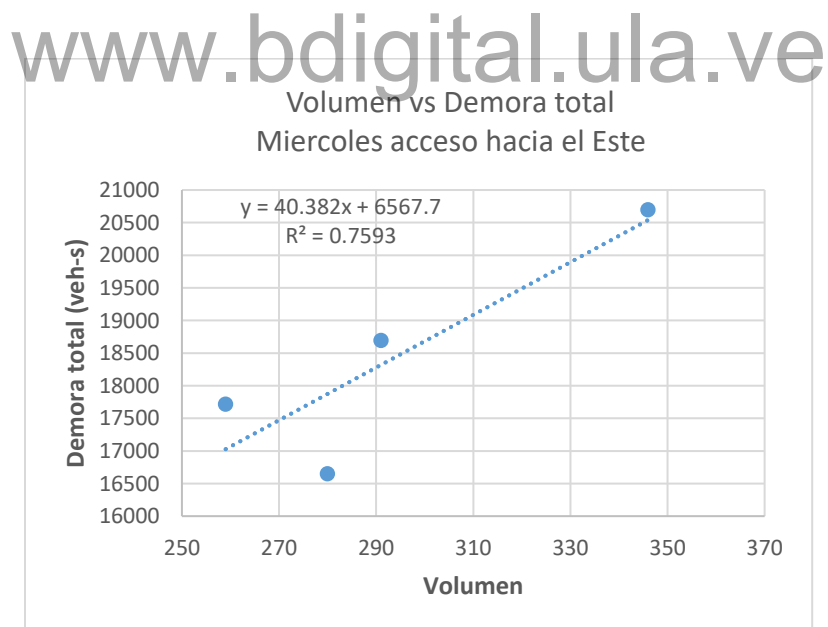


Figura 154 Volumen vs Demora total del día miércoles, acceso hacia el Este

ANEXO D.4a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día jueves, en el acceso hacia el Este

Tabla 153 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	8	SI
ciclo 2	7	7	SI
ciclo 3	9	9	SI
ciclo 4	7	9	SI
ciclo 5	5	7	SI
ciclo 6	11	13	SI
ciclo 7	14	14	SI
ciclo 8	8	9	SI
ciclo 9	6	7	SI
ciclo 10	13	14	SI
ciclo 11	8	8	SI
ciclo 12	7	9	SI
ciclo 13	9	9	SI
ciclo 14	6	8	SI
ciclo 15	13	15	SI
ciclo 16	6	9	SI
ciclo 17	8	9	SI
ciclo 18	12	15	SI
ciclo 19	6	7	SI
ciclo 20	11	12	SI
ciclo 21	7	9	SI
ciclo 22	11	12	SI
ciclo 23	12	12	SI
ciclo 24	12	15	SI
ciclo 25	14	16	SI
ciclo 26	10	12	SI
ciclo 27	14	13	No
ciclo 28	11	13	SI
ciclo 29	10	14	SI
Total	275 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 154 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	10	11	SI
ciclo 2	7	8	SI
ciclo 3	11	12	SI
ciclo 4	10	12	SI
ciclo 5	7	7	SI
ciclo 6	11	12	SI
ciclo 7	11	13	SI
ciclo 8	6	9	SI
ciclo 9	10	11	SI
ciclo 10	8	11	SI
ciclo 11	14	15	SI
ciclo 12	8	10	SI
ciclo 13	12	14	SI
ciclo 14	10	12	SI
ciclo 15	10	9	No
ciclo 16	14	16	SI
ciclo 17	13	13	SI
ciclo 18	7	8	SI
ciclo 19	11	11	SI
ciclo 20	4	6	SI
ciclo 21	11	13	SI
ciclo 22	5	5	SI
ciclo 23	11	12	SI
ciclo 24	11	11	SI
ciclo 25	7	7	SI
ciclo 26	12	14	SI
ciclo 27	6	7	SI
ciclo 28	9	10	SI
ciclo 29	4	4	SI
Total	270 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 155 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	4	5	SI
ciclo 2	11	11	SI
ciclo 3	7	7	SI
ciclo 4	6	10	SI
ciclo 5	13	14	SI
ciclo 6	19	17	No
ciclo 7	10	11	SI
ciclo 8	10	14	SI
ciclo 9	14	15	SI
ciclo 10	12	15	SI
ciclo 11	5	5	SI
ciclo 12	9	12	SI
ciclo 13	5	5	SI
ciclo 14	6	6	SI
ciclo 15	6	7	SI
ciclo 16	4	4	SI
ciclo 17	9	9	SI
ciclo 18	13	15	SI
ciclo 19	9	9	SI
ciclo 20	10	11	SI
ciclo 21	11	13	SI
ciclo 22	8	9	SI
ciclo 23	10	10	SI
ciclo 24	6	6	SI
ciclo 25	6	6	SI
ciclo 26	8	8	SI
ciclo 27	9	12	SI
ciclo 28	5	7	SI
ciclo 29	9	10	SI
Total	254 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 156 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Jueves, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Jueves	Fecha:	9 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	13	13	SI
ciclo 2	14	14	SI
ciclo 3	13	15	SI
ciclo 4	10	10	SI
ciclo 5	12	12	SI
ciclo 6	8	10	SI
ciclo 7	13	13	SI
ciclo 8	13	13	SI
ciclo 9	8	10	SI
ciclo 10	5	8	SI
ciclo 11	7	9	SI
ciclo 12	8	8	SI
ciclo 13	7	8	SI
ciclo 14	7	9	SI
ciclo 15	9	10	SI
ciclo 16	12	12	SI
ciclo 17	9	9	SI
ciclo 18	6	8	SI
ciclo 19	7	9	SI
ciclo 20	3	5	SI
ciclo 21	5	5	SI
ciclo 22	5	5	SI
ciclo 23	7	7	SI
ciclo 24	10	11	SI
ciclo 25	9	12	SI
ciclo 26	11	14	SI
ciclo 27	11	12	SI
ciclo 28	14	14	SI
ciclo 29	12	12	SI
Total	268 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO D.4b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día jueves, en el acceso hacia el Este

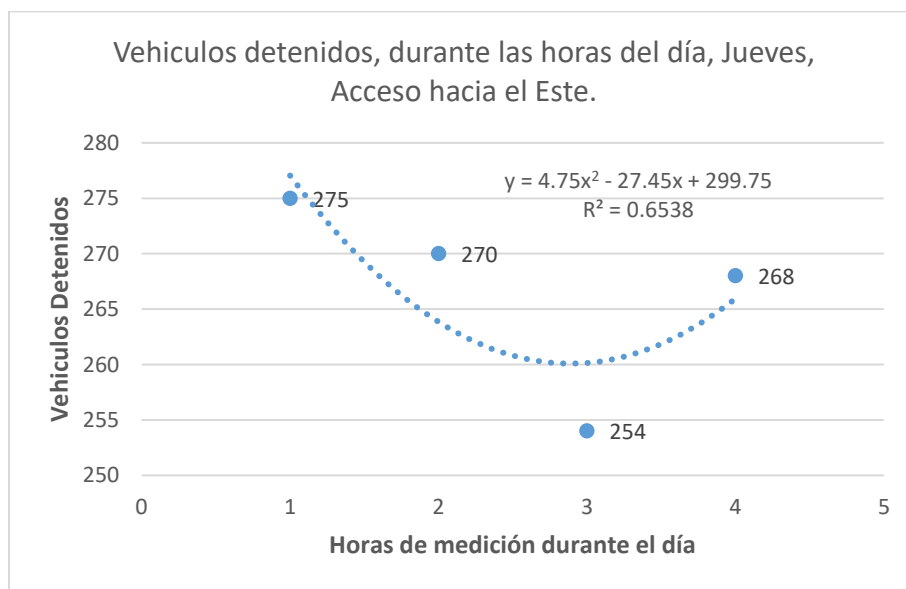


Figura 155 Vehículos detenidos, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Este.

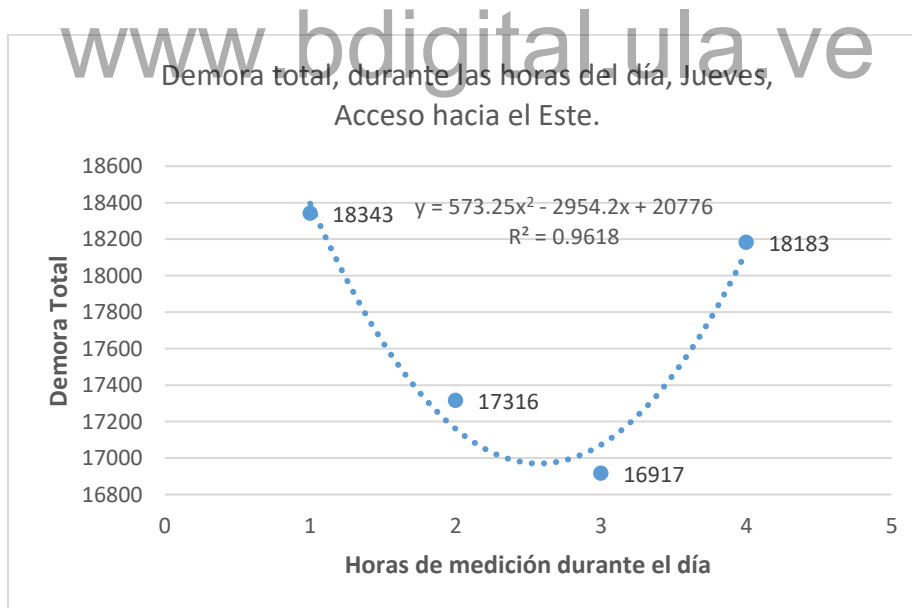


Figura 156 Demora total, durante las horas del día Jueves, Acceso hacia el Este

ANEXO D.4c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, jueves en el acceso hacia el Este

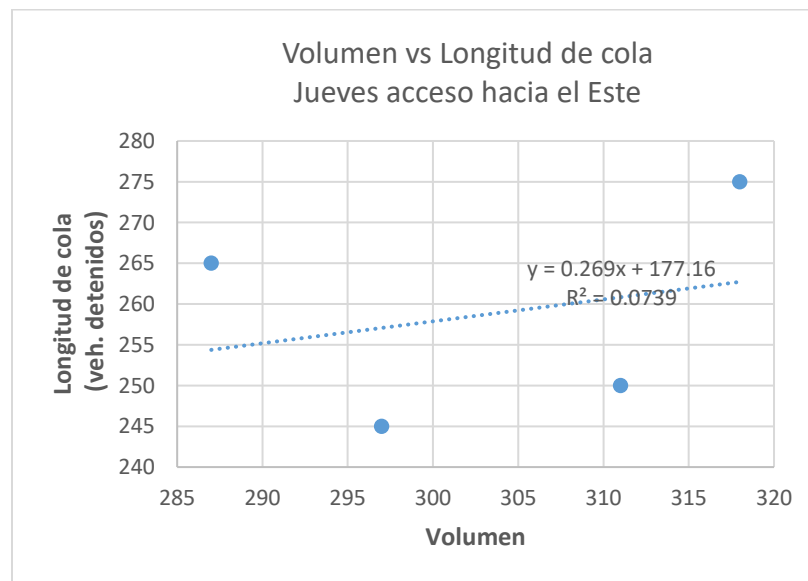


Figura 157 Volumen vs Longitud de cola del día jueves, acceso hacia el Este

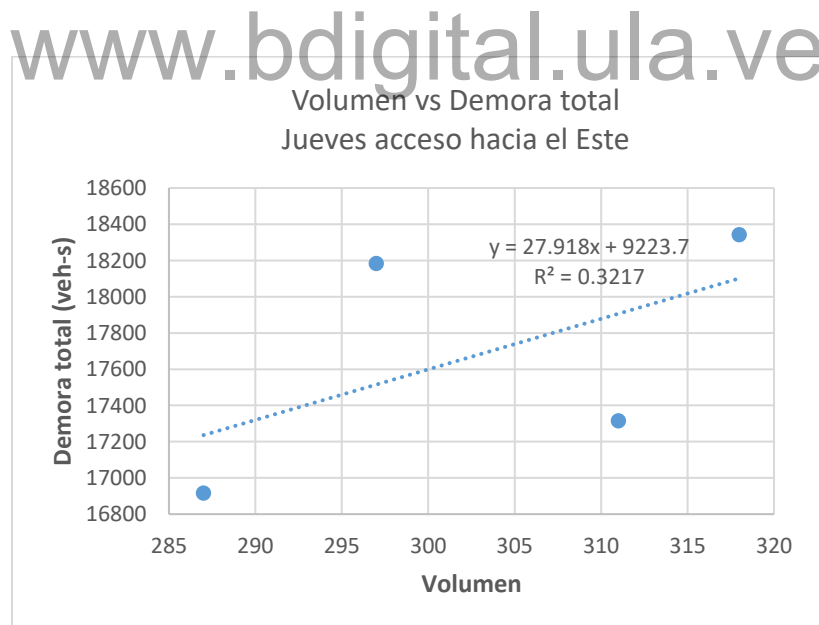


Figura 158 Volumen vs Demora total del día jueves, acceso hacia el Este

ANEXO D.5a Longitud de cola en cada ciclo del Semáforo, día viernes, en el acceso hacia el Este

Tabla 157 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	9:00 a.m. – 10:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	11	15	SI
ciclo 2	11	14	SI
ciclo 3	12	14	SI
ciclo 4	8	12	SI
ciclo 5	9	9	SI
ciclo 6	9	15	SI
ciclo 7	6	11	SI
ciclo 8	8	9	SI
ciclo 9	13	13	SI
ciclo 10	11	12	SI
ciclo 11	11	13	SI
ciclo 12	10	14	SI
ciclo 13	17	15	No
ciclo 14	15	13	No
ciclo 15	12	10	No
ciclo 16	13	12	No
ciclo 17	7	12	SI
ciclo 18	8	8	SI
ciclo 19	13	13	SI
ciclo 20	9	9	SI
ciclo 21	8	10	SI
ciclo 22	9	9	SI
ciclo 23	10	10	SI
ciclo 24	9	9	SI
ciclo 25	6	6	SI
ciclo 26	6	9	SI
ciclo 27	4	4	SI
ciclo 28	6	9	SI
ciclo 29	9	9	SI
Total	280 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 158 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	10:00 a.m. – 11:00 a.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	6	8	SI
ciclo 2	14	17	SI
ciclo 3	10	13	SI
ciclo 4	12	10	No
ciclo 5	13	14	SI
ciclo 6	12	15	SI
ciclo 7	15	10	No
ciclo 8	9	10	SI
ciclo 9	6	7	SI
ciclo 10	9	9	SI
ciclo 11	7	9	SI
ciclo 12	6	8	SI
ciclo 13	8	9	SI
ciclo 14	9	10	SI
ciclo 15	9	9	SI
ciclo 16	8	11	SI
ciclo 17	10	13	SI
ciclo 18	6	6	SI
ciclo 19	4	5	SI
ciclo 20	10	10	SI
ciclo 21	7	8	SI
ciclo 22	9	9	SI
ciclo 23	7	7	SI
ciclo 24	9	12	SI
ciclo 25	10	11	SI
ciclo 26	5	7	SI
ciclo 27	3	7	SI
ciclo 28	12	13	SI
ciclo 29	5	5	SI
Total	250 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 159 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 11:10 a.m. a 12:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	11:10 a.m. – 12:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	8	9	SI
ciclo 2	10	13	SI
ciclo 3	10	11	SI
ciclo 4	9	10	SI
ciclo 5	12	14	SI
ciclo 6	9	9	SI
ciclo 7	16	12	No
ciclo 8	11	16	SI
ciclo 9	8	11	SI
ciclo 10	10	10	SI
ciclo 11	9	10	SI
ciclo 12	7	9	SI
ciclo 13	3	5	SI
ciclo 14	9	9	SI
ciclo 15	8	10	SI
ciclo 16	5	7	SI
ciclo 17	7	7	SI
ciclo 18	7	10	SI
ciclo 19	9	13	SI
ciclo 20	8	10	SI
ciclo 21	8	9	SI
ciclo 22	11	12	SI
ciclo 23	13	10	No
ciclo 24	12	13	SI
ciclo 25	9	9	SI
ciclo 26	8	11	SI
ciclo 27	9	9	SI
ciclo 28	8	12	SI
ciclo 29	12	13	SI
Total	265 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

Tabla 160 Longitud de cola por ciclo del semáforo, en la intersección entre avenida las Américas y calle 26, Estado Mérida, Venezuela. Viernes, acceso hacia el Este, periodo de 12:10 p.m. a 1:10 p.m.

Longitud de cola en cada ciclo del semáforo			
Ubicación	Intersección entre avenida las Américas y calle 26		
Día:	Viernes	Fecha:	10 de mayo de 2024
Acceso	hacia el Este	Hora:	12:10 p.m. – 1:10 p.m.
Longitud de cola		Despeje de la Intersección	
Ciclo	Vehículos detenidos al inicio de luz verde	Vehículos que salen durante el verde	Disipación de cola
ciclo 1	7	8	SI
ciclo 2	7	10	SI
ciclo 3	7	7	SI
ciclo 4	6	7	SI
ciclo 5	9	16	SI
ciclo 6	4	7	SI
ciclo 7	8	11	SI
ciclo 8	3	3	SI
ciclo 9	11	13	SI
ciclo 10	9	11	SI
ciclo 11	10	15	SI
ciclo 12	6	6	SI
ciclo 13	7	12	SI
ciclo 14	9	10	SI
ciclo 15	8	10	SI
ciclo 16	11	16	SI
ciclo 17	10	11	SI
ciclo 18	10	12	SI
ciclo 19	10	13	SI
ciclo 20	4	4	SI
ciclo 21	11	11	SI
ciclo 22	14	13	No
ciclo 23	12	13	SI
ciclo 24	15	15	SI
ciclo 25	11	14	SI
ciclo 26	8	8	SI
ciclo 27	9	12	SI
ciclo 28	4	7	SI
ciclo 29	5	11	SI
Total	245 vehículos detenidos en la hora de análisis.		

ANEXO D.5b Gráficos de Vehículos detenidos y Demoras totales por horas, día viernes, en el acceso hacia el Este

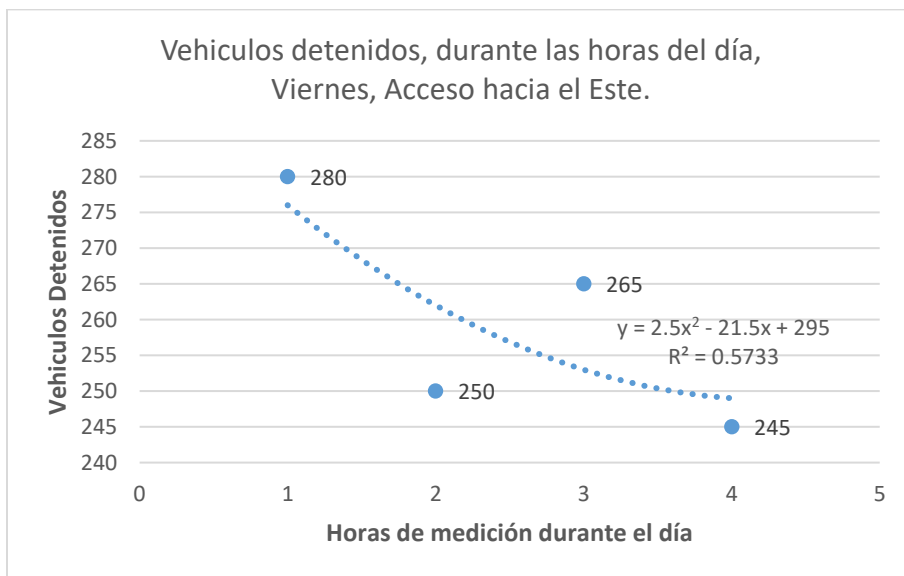


Figura 159 Vehículos detenidos, durante las horas del viernes, Acceso hacia el Este

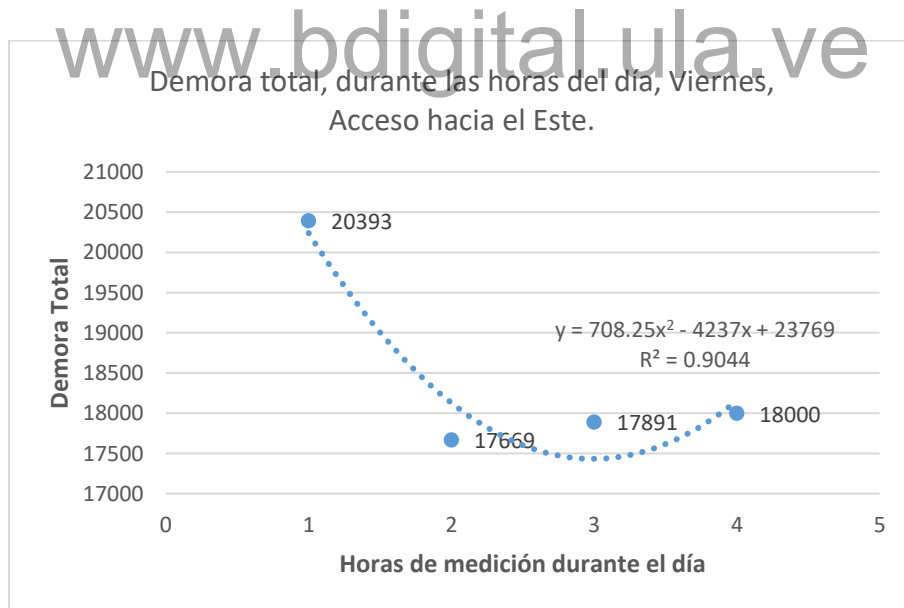


Figura 160 Demora total, por horas del día Viernes, Acceso hacia el Este.

ANEXO D.5c Gráficos de Volumen vs longitud de cola y Volumen vs demora total, viernes en el acceso hacia el Este

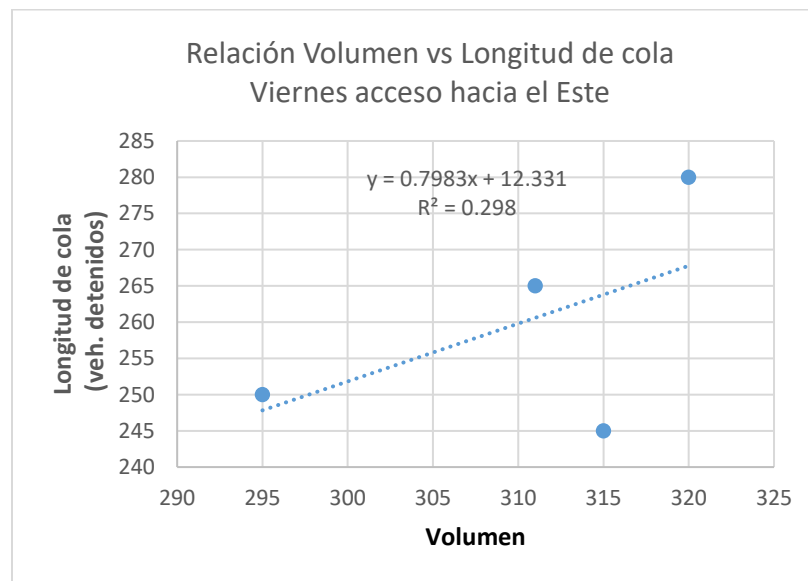


Figura 161 Volumen vs Longitud de cola del día viernes, acceso hacia el Este

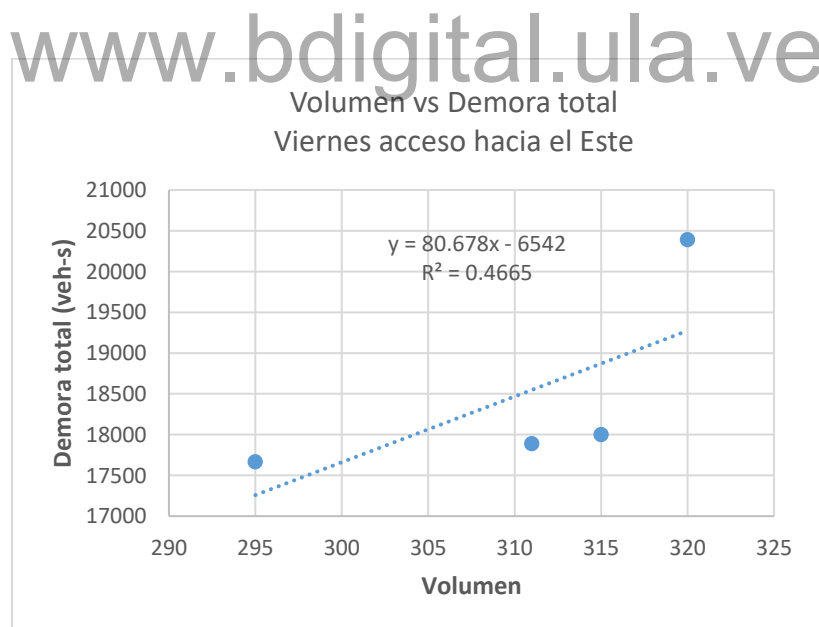


Figura 162 Volumen vs Demora total del día viernes, acceso hacia el Este