

ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN A LA MOVILIDAD VEHICULAR POR LA
IMPLEMENTACIÓN DE BICICARRILES EN MUNDO AVENTURA Y LA
CARRERA 50, BOGOTÁ D.C.



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C
2016

ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN A LA MOVILIDAD VEHICULAR POR LA
IMPLEMENTACIÓN DE BICICARRILES EN MUNDO AVENTURA Y LA
CARRERA 50, BOGOTÁ D.C.

KAROL YESSSENIA BARRERA CARRASCAL
YENCY LORENA CABANZO SANCHEZ

Trabajo de tesis para optar el título de ingeniera civil.

Asesor disciplinar: Ing. William Mellado Aranzález
Asesor metodológico: Roy Morales Pérez

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C
2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. OBJETIVO GENERAL	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. ANTECEDENTES.....	17
5. MARCO REFERENCIAL.....	20
5.1. MARCO CONCEPTUAL	20
5.1.1. Bicicarriles o ciclorrutas segregada a la calzada.....	20
5.1.2. Movilidad	22
5.1.3. Tránsito.....	23
5.1.4. Variables macroscópicas del tránsito	23
5.1.4.1. Volumen.....	23
5.1.4.2. Velocidad	23
5.1.4.3. Densidad De Tráfico	23
5.1.6. Variación de volumen de tránsito en hora máxima de demanda.....	24
5.1.7. Niveles de servicio	25
5.1.7.1. Nivel de servicio A.....	25
5.1.7.2. Nivel de servicio B.....	25
5.1.7.3. Nivel de servicio C.....	25
5.1.7.4. Nivel de servicio D	26
5.1.7.5. Nivel de servicio E	26
5.1.7.6. Nivel de servicio F	26
5.1.8. Determinación del nivel de servicio.....	26
5.1.8.1. Método numérico.....	26
5.1.9. Factores que intervienen en el problema del tránsito	29
5.1.9.1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad.....	30
5.1.9.2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas. .	30

5.1.9.3.	Falta de planeación en el transito.....	30
5.1.9.4.	El automóvil no considerado como una necesidad publica	31
5.1.9.5.	Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario	31
5.1.10.	Congestión vehicular	31
5.2.	MARCO GEOGRÁFICO.....	33
5.2.1.	BICICARRIL MUNDO AVENTURA.....	33
5.2.2.	BICICARRIL DE LA CARRERA 50.....	34
5.3.	MARCO LEGAL	35
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	36
6.1.	ENFOQUE	36
6.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	36
6.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37
6.4.	FASES DE INVESTIGACIÓN	37
6.4.1.	Fase I.....	37
6.4.1.1.	Objetivo.....	37
6.4.1.2.	Actividades	38
6.4.1.3.	Necesidades	38
6.4.2.	Fase II.....	38
6.4.2.1.	Objetivo.....	38
6.4.2.2.	Actividades	38
6.4.2.3.	Necesidades	38
6.4.3.	Fase III.....	39
6.4.3.2.	Actividades	39
6.4.3.3.	Necesidades	39
6.5.	POBLACIÓN	39
6.6.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	40
6.6.1.	Recolección de datos	40
6.6.1.1.	Reconocimiento de los tramos de estudio.....	40
6.6.1.2.	Aforos vehiculares	40
7.	CONCLUSIONES Y ANÁLISIS.....	41
7.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS VIALES	41
7.1.1.	Bicicarril de Mundo Aventura	41

7.1.1.1.	Tramo I	43
7.1.1.2.	Tramo II	43
7.1.1.3.	Tramo III	44
7.1.1.4.	Tramo IV.....	45
7.1.1.5.	Tramo V.....	45
7.1.2.	Bicicarril de la Carrera 50	46
7.1.2.1.	Tramo I	48
7.1.2.2.	Tramo II	48
7.1.2.3.	Tramo III	49
7.1.2.4.	Tramo IV.....	50
7.1.2.5.	Tramo V	50
7.2.	NIVELES DE SERVICIO	51
7.2.1.	Mundo Aventura	51
7.2.1.1.	Tramo II	51
7.2.1.2.	Tramo III.	66
7.2.1.3.	Tramo IV.....	82
7.2.2.	Carrera 50.....	97
7.2.2.1.	Tramo I	97
7.2.2.2.	Tramo II	112
7.2.2.3.	Tramo III	128
7.3.	COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES MACROSCÓPICAS DETERMINADAS, CON LOS ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD DE LOS BICICARRILES DE MUNDO AVENTURA Y A CARRERA 50.....	142
7.3.1.	Mundo Aventura	142
7.3.1.1.	Geometría de la vía.....	143
7.3.1.2.	Señalización	144
7.3.1.3.	Velocidad	146
7.3.1.4.	Nivel de servicio.....	147
7.3.2.	Carrera 50.....	149
7.3.2.1.	Geometría de la vía.....	149
7.3.2.2.	Señalización	150
7.3.2.3.	Velocidad	151

7.3.2.4. Nivel de servicio.....	152
8. CONCLUSIONES	154
9. RECOMENDACIONES.....	156
10. BIBLIOGRAFÍA.....	158
11. ANEXOS.....	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Planta de la ciclorruta segregada sobre calzada	21
Figura 2 - Ubicación del Bicicarril Mundo Aventura.....	33
Figura 3- Ubicación del bicicarril de la Carrera 50.....	34
Figura 4- Bicicarril de Mundo aventura.....	41
Figura 5- Bicicarril de la Carrera 50.....	47
Figura 6- Estado del tráfico día martes.	52
Figura 7- Estado del tráfico día jueves.	52
Figura 8- Estado del tráfico día martes.	66
Figura 9- Estado del tráfico día jueves.	67
Figura 10- Estado del tráfico día sábado.....	67
Figura 11- Espacio que es ocupado para parquear vehículos.	68
Figura 12- Estado del tráfico día martes.	83
Figura 13- Estado del tráfico día jueves.	83
Figura 14- Estado del tráfico día sábado.....	83
Figura 15- Estado del tráfico el día martes, tramo I.....	97
Figura 16- Estado del tráfico el día jueves, tramo I.	97
Figura 17- Estado del tráfico del día sábado, tramo I.....	98
Figura 18- Estado del tráfico día martes.	112
Figura 19- Estado del tráfico día jueves.	113
Figura 20- Estado del tráfico día sábado.....	114
Figura 21- Esta del trafico día típico tramo III, Carrera 50.....	128
Figura 22- Esta del trafico día atípico tramo III, Carrera 50.....	128
Figura 23- Estados de la señalización horizontal de Mundo Aventura, tramo II. ...	145
Figura 24- Estados de la señalización horizontal de la Carrera 50.	150

Figura 25- comportamiento vehicular, frente a la no existencia de señalización horizontal.....	151
Figura 26- Factores de ajuste por ancho de carril.....	152

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Consideraciones de diseño de los bicicarriles.....	22
Tabla 2- Factores de ajuste por ancho de carril	28
Tabla 3-Factores de ajuste por tipo de separador central.....	28
Tabla 4- Factores de ajuste por puntos de acceso.....	28
Tabla 5- Marco legal.....	35
Tabla 6-Definición y operacionalización de variable.....	37
Tabla 7- Velocidades tramo II.....	53
Tabla 8-Resumen de los aforos en días típicos del tramo II.....	54
Tabla 9-Resumen de los aforos en días atípicos del tramo II.....	57
Tabla 10- Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos, tramo II...	60
Tabla 11-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos, tramo II..	62
Tabla 12- Velocidad del tramo III.....	68
Tabla 13-Resumen de los aforos en días típicos del tramo III.....	69
Tabla 14- Resumen de los aforos en el día atípico del tramo III.	73
Tabla 15-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos, tramo III...	76
Tabla 16-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos, tramo III.	78
Tabla 17-Velocidad tramo IV	84
Tabla 18- Resumen del volumen vehicular en los días típicos, tramo IV.	85
Tabla 19-Resumen del volumen vehicular en los días atípicos, tramo IV.	88
Tabla 20- Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos, tramo IV.	91
Tabla 21- Determinación de la densidad del tráfico en os días típicos, tramo IV. .	93
Tabla 22-Velocidad del tramo I.....	99
Tabla 23- resumen de aforos en días típicos del tramo I, Carrera 50.	100
Tabla 24- resumen de aforos en días atípicos del tramo I, Carrera 50.	103

Tabla 25-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos del tramo I, Carrera 50.	106
Tabla 26-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos del tramo I, Carrera 50.	108
Tabla 27- Velocidad del tramo II, Carrera 50.....	114
Tabla 28-Resumen del volumen vehicular en los días típicos del tramo II, Carrera 50.	115
Tabla 29-Resumen del volumen vehicular en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.	119
Tabla 30-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos del tramo II, Carrera 50.	122
Tabla 31-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.	124
Tabla 32- Velocidad del tramo III, Carrera 50.....	129
Tabla 33-Resumen del volumen vehicular en los días típicos del tramo III, Carrera 50.	129
Tabla 34-Resumen del volumen vehicular en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.	133
Tabla 35-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos del tramo III, Carrera 50.	136
Tabla 36-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.	138
Tabla 37-Nivel de servicio de mundo aventura en condiciones actuales (después de la implementación del bicicarril)	148
Tabla 38-Nivel de servicio de mundo aventura en condiciones antiguas (antes de la implementación del bicicarril)	148
Tabla 39- Nivel de servicio de la Carrera 50 en condiciones actuales (después de la implementación del bicicarril.....	153
Tabla 40-Nivel de servicio de la Carrera 50 en condiciones actuales (antes de la implementación del bicicarril.	153

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1- Curva velocidad- flujo.	29
Gráfica 2- Efectos de la cogestión en el tiempo.	31
Gráfica 3- Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos, tramo II. ..	56
Gráfica 4- Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos, tramo II. 59	
Gráfica 5- Curva velocidad- flujo del tramo II en días típicos.	65
Gráfica 6-Curva velocidad- flujo del tramo II en días atípicos.	66
Gráfica 7-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos, tramo III. ..	71
Gráfica 8-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos, tramo III. 75	
Gráfica 9-Curva velocidad- flujo de los días típicos, tramo III.....	81
Gráfica 10-Curva velocidad- flujo de los días atípicos, tramo III.....	82
Gráfica 11-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos, tramo IV. 87	
Gráfica 12- Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos, tramo IV.	90
Gráfica 13- Curva velocidad- flujo de los días típicos, tramo IV	95
Gráfica 14- Curva velocidad- flujo de los días atípicos, tramo IV	96
Gráfica 15- Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos del tramo I, Carrera 50.	102
Gráfica 16-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos del tramo I, Carrera 50.	105
Gráfica 17-Curva velocidad- flujo de los días típicos del tramo I, Carrera 50.....	111
Gráfica 18-Curva velocidad- flujo de los días atípicos del tramo I, Carrera 50....	112
Gráfica 19-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos del tramo II, Carrera 50.	117
Gráfica 20-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.	121
Gráfica 21-Curva velocidad- flujo de los días típicos del tramo II, Carrera 50.....	126
Gráfica 22- Curva velocidad- flujo de los días atípicos del tramo II, Carrera 50..	127

Gráfica 23-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos del tramo III, Carrera 50.	132
Gráfica 24-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.	135
Gráfica 25- Curva velocidad- flujo de los días típicos del tramo III, Carrera 50...	141
Gráfica 26-Curva velocidad- flujo de los días atípicos del tramo III, Carrera 50..	142

ANEXOS 1- Formato de aforos.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Bogotá se han implementado proyectos de bicirreiles por varias de sus vías con el fin de incentivar el uso de los vehículos no motorizados, los proyectos se basan en la implementación de carriles exclusivos para bicicletas segregados a la calzada, lo que significa reducir el espacio para los vehículos o como lo define las políticas de bicirreiles redistribuir el espacio en todos los medios de transporte.

En este documento se realizó un estudio de la afectación a la movilidad vehicular por causa de la implementación de los bicirreiles en Mundo Aventura y la Carrera 50, con esta investigación se muestran las variables que se afectaron y las causas que estas le aportan a tránsito vehicular. Inicialmente se realizó una caracterización de los tramos de estudio, luego se determinaron variables macroscópicas del tránsito (velocidad, volumen vehicular, densidad del tráfico y nivel de servicio o capacidad vial) de cada tramo que conforma la vía donde se encuentran los bicirreiles, para finalmente realizar una comparación de las variables determinadas con el estudio de viabilidad y factibilidad realizado por la Secretaria de Movilidad antes de la implementación y analizar la afectación que estos cambio dieron a la movilidad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de la infraestructura vial de la ciudad de Bogotá se está enfocando a incentivar el uso de los vehículos no motorizado para crear un ambiente de alta calidad de vida y un futuro ambiental muy prometedor, desincentivar el uso del vehículo privado es una de las medidas que se desean fomentar con la implementación de carriles para bicicletas sobre calzadas mixtas (bicicarriles). Los bicicarriles o también llamado cicloruta segregada a la calzada son senda sobre la calzada, apartadas del tránsito vehicular sólo por demarcación y/o delineaciones horizontales.

Según la Cámara de Comercio de Bogotá “El crecimiento y la densificación de la población, acompañados de un aumento acelerado en el número de automóviles, ocasionan una situación cada vez más grave de contaminación, congestión, accidentalidad y escasez de recursos”¹. La bicicleta como medio de transporte es una de las alternativas para revertir esos efectos negativos.

Los bicicarriles se construyen con el fin de no afectar el espacio para los peatones, incentivando el uso de la bicicleta, pues se ofrece una mayor seguridad y posible conexión para toda la ciudad, reduciendo el espacio para los vehículos.

Son muchos los comentarios que se estipulan sobre la implementación de estos bicicarriles y se pone como en argumento la competencia de los conductores de bicicletas con los de automóviles, mostrando indiferencia por la falta de equidad en el uso de la vía, todo debido a la reducción de los carriles y a la supuesta alteración que afectan a un grupo de la población que se transporta en vehículo. Aunque se debe tener en cuenta que para la implementación de los bicicarriles se realizaron estudios de factibilidad y viabilidad de los proyectos, estudiando aspectos técnicos como las situaciones sin bicicarril y la situación con la implementación del mismo en la vía.

¹ CÁMARA DE COMERCIO, Movilidad en bicicleta en Bogotá. Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2009. P.12.

Pregunta de investigación

¿Qué afectación ha tenido la movilidad vehicular con la implementación de los bicarriles de Mundo Aventura y de la Carrera 50 de Bogotá D.C.?

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la congestión vehicular ha sido catalogada como uno de los principales problemas de movilidad en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se han creado alternativas que ayudan para contrarrestar esta situación. Con el fin de disminuir este problema de movilidad, el distrito viene implementando ideas que tenga como factor principal el uso de la bicicleta, es por esto que se ha llevado a cabo la construcción de bicarriles a nivel de calzada, dando prioridad a los vehículos no motorizados, sin perjudicar a los peatones y mejorando en aspectos de seguridad vial y medio ambiente.

Por ser la movilidad un problema que afecta a toda la ciudad generando diferentes impactos, es necesario tomar medidas para estudiar afectación a la movilidad vehicular por causa de la implementación de los bicarriles en la ciudad de Bogotá D.C y así determinar las variables que se afectaron y las causas que estas le aportan a tránsito de vehículos.

Es necesario tener en cuenta una de las mayores opiniones de la población, es que en los lugares donde se implementó se presenta congestión vehicular y afectación en los tiempos de viaje, argumentando que los carriles para bicicletas son innecesarios por el poco uso que se les da. Por lo anterior es necesario resaltar que los bicarriles se crearon con el fin de incentivar a la comunidad para su uso, es decir que una de sus políticas de implementación es atraer demanda indicando el beneficios de su uso, la comodidad, la velocidad de desplazamiento y la seguridad en la red de ciclorrutas.

En contexto se pretende analizar el impacto de las ciclorrutas a nivel de calzada en la movilidad vehicular, pues es de gran importancia determinar e interpretar si ha traído consecuencias la reducción de las calzadas.

Los tramos que se pretenden estudiar representan las vías con mayor importancia en la ciudad y donde se podría encontrar una respuesta notable a la afectación, esta problemática justifica un estudio donde se permite cuantificar la alteración,

que presenta esta implementación al sistema de movilidad, para así realizar análisis e identificación de las variables.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la afectación a la movilidad vehicular por la implementación de los bicirreiles de Mundo Aventura y la Carrera 50 en la ciudad de Bogotá D.C.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las vías de Mundo Aventura y la Carrera 50, teniendo en cuenta los bicirreiles y los carriles vehiculares.
- Establecer los niveles de servicio de las vías de Mundo Aventura y la Carrera 50.
- Comparar las variables macroscópicas de tránsito determinadas, con los estudios de viabilidad y factibilidad que se realizaron por la Secretaría Distrital de Movilidad en las pruebas piloto de la implementación de los bicirreiles.

4. ANTECEDENTES

Con el pasar del tiempo la necesidad de apoyar los sistemas de transporte sostenibles y amigables con el medio ambiente se hace más evidente, por esta razón el concepto de bicarriles se hacen más común en la ciudad de Bogotá.

Debido a los problemas ambientales que se presentan y el crecimiento del parque automotor se vive una insuficiencia por parte de la infraestructura vial, por lo anterior nace la necesidad de desincentivar el uso del automóvil, adecuando la ciudad para vehículos no motorizados.

Sebastián Robayo y Ángela Acero en su trabajo de grado², analizan parámetros como volúmenes , velocidades y flujos vehiculares que influyen en la implementación de ciclorutas , realizando caracterizaciones de los aspectos de infraestructura de la zona, el tipo de vehículos que circulan , las dimensiones de los tramos de estudio, las horas máximas de demanda y características operacionales. Concluyendo de esto que la implementación de ciclo rutas a nivel de calzada no muestra notables cambios en las características geométricas y operacionales, aunque se disminuye la posibilidad de maniobras; en cuanto a las velocidades, densidades y capacidades de la vía se encontró que la circulación es constante. Se establecieron parámetros para la implementación de ciclorutas a nivel de calzada en dos tipos de vías:

- Vías intermedia: carriles por sentido dos, ancho de calzada mínimo de 15 metros, velocidad de 38 km/h., una tasa de flujo de 484 vehículos livianos/h/carril y una densidad de 13 vehículos livianos/km/carril.
- Vías locales: mínimo ancho de calzada 7 metros, vía unidireccional, velocidad de 34 km/h., una tasa de flujo máxima de 850 Veh. Livianos /h/carril.

² ROBAYO, Sebastián et al. Análisis de los parámetros para la implementación de ciclorutas a nivel de calzada en la red vial urbana de Bogotá D.C. , Bogotá, Colombia: Universidad La Gran Colombia, 2015, p. 71.

Por último se recomienda verificar el ancho de los bicarriles a nivel de calzada ya que estos se están utilizando por bici taxis, los cuales interactúan con ciclistas y conductores.

Otra investigación que vale la pena mencionar publicado por la secretaría Distrital de Movilidad³, se tuvo como objetivo general la revisión y conceptualización bajo aspectos técnicos, tales como transporte, infraestructura y seguridad vial, la factibilidad de los bicarriles piloto de la carrera 50 y Mundo Aventura. En este artículo se puede determinar que los bicarriles se implementaron en las vías donde se encontraron demandas permanentes de usuarios de bicicleta teniendo en cuenta el uso del suelo, las rutas públicas que por estas vías circulan, respetando la entrada y salida de parqueaderos y los paraderos del sistema de transporte público, queriendo conectar la ciudad y dando seguridad a los biciusuarios. Se concluye que con la implementación de los bicarriles no se afectan en gran medida la circulación y operación de los flujos vehiculares, tomando como referencia de esto la composición vehicular y demanda máxima de las principales intercepciones de los tramos propuestos en la prueba piloto, aunque cabe aclarar que en el marco del POT y el Plan Maestro de ciclurutas – PMC, la Carrera 50 entre Av. Américas y la calle 63 se encontraba proyectada por anden, sin embargo el IDU propuso realizarla al mismo nivel de la calzada para la movilidad exclusiva de ciclousuario.

En el trabajo de grado de Paola Andrea Roncacio y Jhon Carvajal⁴, Se resaltan los bicarriles como un sistema de desplazamiento para los bicitaxis (sistema de transporte urbano alternativo), que en algunas ocasiones se ven obligados por su seguridad a ocupar el paso de las bicicletas, y las bicicletas el paso de los peatones generando inseguridad para los usuarios y riesgos de accidentalidad. Cabe aclarar que las investigaciones se encuentran centradas en

³ SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD, Bicarriles piloto Bogotá D.C., Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2012.

⁴ RONCANCIO, Paola et al. Análisis de la operación del bixitaxismo en la cicloruta de la Avenida Ciudad de Cali Localidad de Kennedy, caso de estudio UPZ 82 Patio Bonito y UPZ 83 Las Margaritas, Bogotá, Colombia: Universidad La Gran Colombia, 2015, p. 71.

temas diferentes, pero existen aspectos que son importantes resalta como la recomendación de que las ciclorrutas sea compartida con el tráfico vehicular, pues en el manual de diseño de ciclorrutas las velocidades de desplazamiento de los bici-usuario y de los peatones tiene grandes diferencias generando inseguridad para ambos, por el contrario las bicicletas y los automóviles se desplazan con velocidades similares aunque es necesario tener medidas de separación para los dos medios de transporte.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO CONCEPTUAL

En esta investigación se considera importante tener claro los conceptos básicos que permiten el desarrollo y fácil comprensión de la misma. Los conceptos centrales de los cuales se ramifican otros de menor jerarquía, suelen aportar a este trabajo investigativo fluidez y un nivel de interpretación ante cualquier dificultad de comprensión de diferentes términos, siendo esta conceptualización una forma de familiarizar con el léxico que se desarrolla en la tesis.

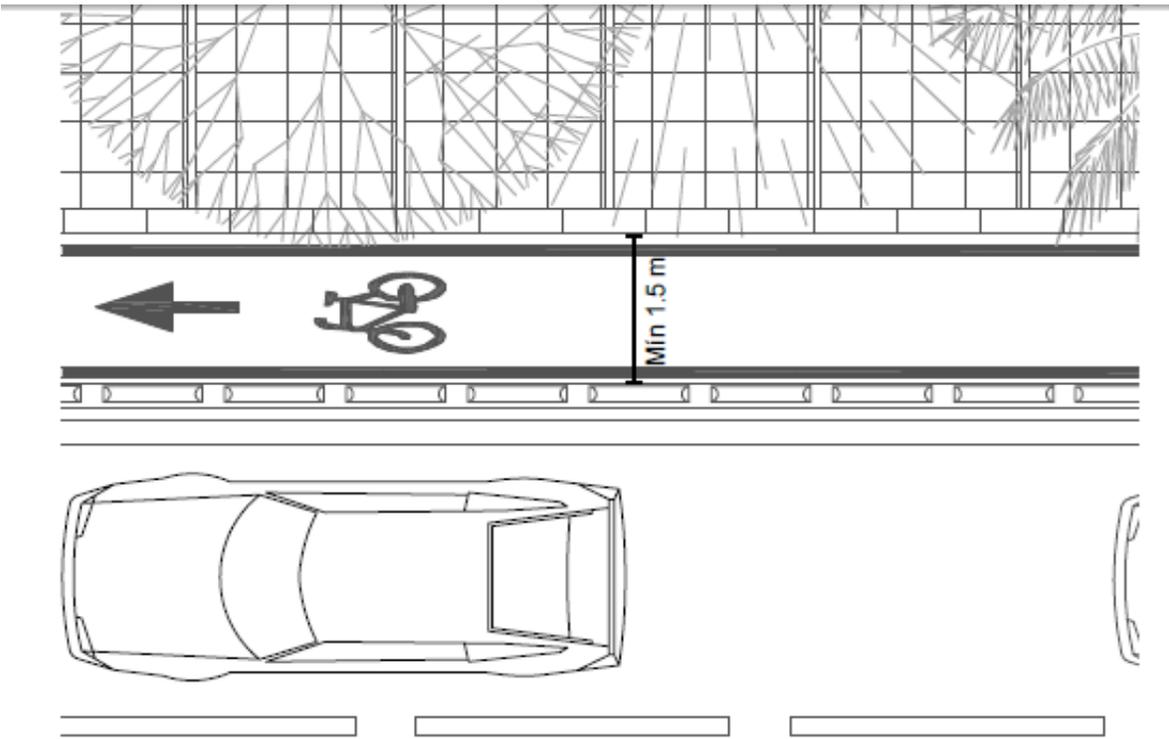
Se tendrán en cuenta conceptos como bicarriles, movilidad, variables macroscópicas del tránsito, niveles de servicio, niveles de máxima demanda y congestión vehicular

5.1.1. Bicarriles o ciclorrutas segregada a la calzada

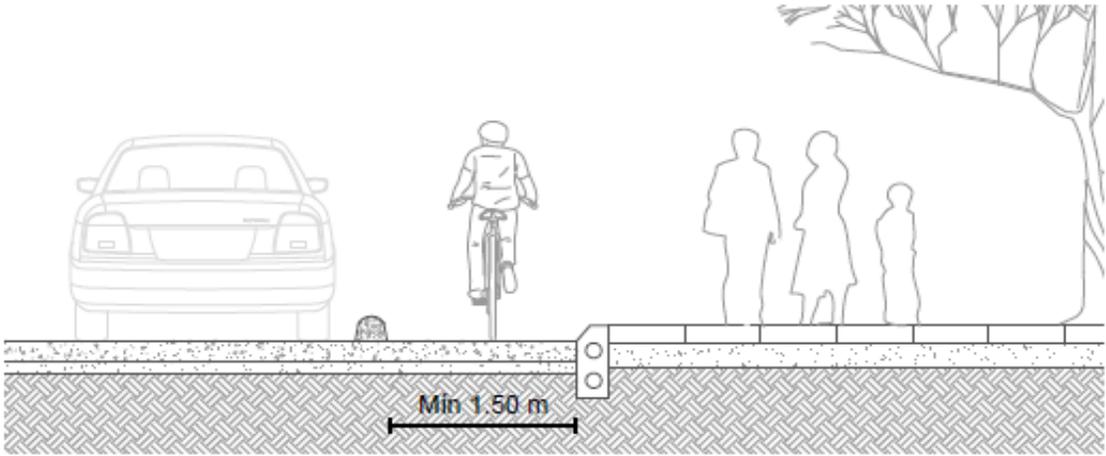
“Senda sobre la calzada, segregada del tránsito vehicular o peatonal solo por demarcaciones y/o delineadores horizontales. Su ancho puede variar según el flujo esperado de bicicleta, pero no debe ser menor a 1,5 m. solo pueden ubicarse en vías donde la velocidad máxima permitida es igual o inferior a 0 km/h”⁵.

⁵ CORPORACIÓN FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Guía de cicloinfraestructura: ejemplos ilustrados y soluciones. Bogotá. P. 6

Figura 1-Planta de la ciclorruta segregada sobre calzada



Planta ciclorruta segregada sobre calzada



Sección ciclorruta segregada sobre calzada

Fuente: Fondo de Prevención Vial⁶.

⁶ Ibíd., p. 46

Tabla 1- Consideraciones de diseño de los bicarriles.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO	
Aplicaciones	A lo largo de vías con alto tráfico peatonal (mas de 200 peatones por hora en un metro de andén) y/o vías con andenes estrechos.
Dimensiones	Número de Bicicletas por hora(hora pico)
	Ancho efectivo (m)
	0-50 01:50
	Más de 50 02:00
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibición a la circulación de motocicletas y ciclomotores. • En caso de ser unidireccional se debe prohibir la circulación de vehículos para discapacitados. • Se debe controlar la ocupación ilegal de la ciclorruta por vehículos motorizados en maniobras de cargue y descargue. • En caso de tener el mismo sentido que el tráfico motorizado se puede segregar con estoperoles, taches o tachones. En caso que el tráfico motorizado circule en sentido contrario se debe separar con prismas de concreto. • Una ciclorruta unidireccional de 2.00 m debe tener un espacio adicional (preferiblemente al lado izquierdo) que pueda ser utilizado por los ciclistas para que tengan la posibilidad de realizar una maniobra, acción evasiva, o adelantar a otro ciclista. • Debe evitarse la implementación de una ciclorruta de doble sentido sobre la calzada vehicular, debido a que los ciclistas de una de las dos direcciones tendrían que desplazarse demasiado cerca de la vía.

Fuente: Fondo de Prevención Vial⁷.

5.1.2. Movilidad

La movilidad se ocupa de garantizar los flujos de personas y de carga a través de las diferentes infraestructuras del espacio público y de los modos que circulan. “El sistema de movilidad además de servir una zona, afecta su desarrollo y esta interrelación sugiere la implementación de propuestas que puedan ser utilizadas positivamente”⁸.

⁷ Ibíd., p. 47

⁸ SECRETARIA DE MOVILIDAD, Formulación del plan maestro de movilidad para Bogotá D.C., que incluye ordenamiento de estacionamientos, Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2014. [En línea][consulta: 26-09-2015]. Disponible en: http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/ideofolio/02-MovilidadyDesarrolloSostenible_14_53_49.pdf

5.1.3. Tránsito

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española⁹, define el Tránsito como “la acción de ir o pasar de un punto a otro por vías o parajes públicos”, Es decir, a medida que la población del mundo aumenta, lo hace también la necesidad de moverse de un lado a otro y por ello el aumento de los vehículos, siendo este el principal medio de transporte en el mundo. Este es uno de los conceptos que más se utilizan normalmente cuando se desea referir al movimiento de vehículos y personas que pasan por la calle.

5.1.4. Variables macroscópicas del tránsito

Según un estudio de ingeniería y transporte realizado en la Universidad Militar Nueva Granada¹⁰, se determinan como variables macroscópicas la velocidad, el volumen y la densidad del tráfico.

5.1.4.1. Volumen

Se llama volumen de tráfico al número de vehículos que pasa a través de una sección fija de una carretera por unidad de tiempo. Las unidades más usadas son vehículos/hora (volumen horario) y vehículos/día (volumen diario).

5.1.4.2. Velocidad

Podemos definir de modo general la velocidad como la relación existente entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo, y suele expresarse en km/h.

5.1.4.3. Densidad De Tráfico

Se denomina densidad de tráfico al número de vehículos que hay en un tramo de carretera por unidad de longitud para un instante dado. Evidentemente existe un valor máximo de la densidad de tráfico, que se obtiene cuando todos los vehículos

⁹ Diccionario de la Real Academia Española. [En línea][consulta: 23-04-2015]. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val>

¹⁰ IBAGO, Mario H. Ingeniería de tránsito y transporte: solución al problema de movilidad actual. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. P. 5. [En línea] [consulta: 27-09-2015]. Disponible en: http://www.academia.edu/4819543/INGENIERIA_DE_TRANSITO_Y_TRANSPORTE

están en fila, sin huecos entre ellos y que depende, lógicamente, de la longitud de los vehículos.

5.1.5. Volumen horario de máxima demanda

“Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos”¹¹.

Luego de realizar los aforos vehiculares en los tramos de estudio con periodos de 15 minutos, se determina la hora de máxima demanda.

$$VHMD \left(\text{veh.} \frac{\text{mixtos}}{\text{hora}} \right) = \sum \text{vehiculos}$$

\sum vehiculos : sumatoria de los vehiculos durante la hora de maxima demanda

5.1.6. Variación de volumen de tránsito en hora máxima de demanda

Es importante conocer la variación en la hora máxima de demanda en un tramo de vía para determinar el número de vehículos que transitan por la vía y saber la capacidad o nivel de servicio que presta la misma.

Este indicador nos muestra el lapso en donde se presenta el mayor flujo de vehículos durante un número de periodos, los periodos pueden ser de 5,10 o 15 minutos¹².

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q 15_{MAX})}$$

¹¹ CAL, Rafael et al. Ingeniería del tránsito: fundamentos y aplicaciones. México: Alfaomega Editorial. Octava edición, 2007.P. 172.

¹² *Ibíd.*, p. 179

5.1.7. Niveles de servicio

Según el libro de Ingeniería de tránsito¹³, el nivel de servicio es un parámetro que permite describir las condiciones de operación de una vía. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

El manual de Capacidad de Carreteras de 1985, Special Report 209, del TRB, traducido al español por la Asociación Técnica de Carreteras de España, ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van de mejor a peor.

5.1.7.1. Nivel de servicio A

Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.

5.1.7.2. Nivel de servicio B

Esta dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación, la libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar en relación del nivel de servicio A.

5.1.7.3. Nivel de servicio C

Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de la velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobrar comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

¹³ *Ibíd.*, p. 363

5.1.7.4. Nivel de servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobrar quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos de flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

5.1.7.5. Nivel de servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobrar para circular es extremadamente difícil y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es inestable, debido a que los pequeños aumentos de flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapso.

5.1.7.6. Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranques extremadamente inestables.

5.1.8. Determinación del nivel de servicio

5.1.8.1. Método numérico¹⁴.

- **Tasa de flujo máxima**

$$V_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{hv})(f_p)}$$

¹⁴ *Ibíd.*, p. 368

Dónde:

V =Volumen horario de máxima demanda.

FHMD = Factor de la hora de máxima demanda.

N= número de carriles.

f_p = Factor de ajuste por tipo de conducto = 1 (viajeros comunes).

- **Factor por presencia de vehículos pesados (F_{hv})**

$$f_{hv} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

P_T = Porcentaje de camiones en la corriente vehicular.

P_B = Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular.

E_T = Automóviles equivalentes a un camión (3)

E_B = Automóviles equivalentes a un autobús (5).

- **Velocidad a flujo libre**

La velocidad a flujo libre (FFS), es la velocidad media de los vehículos livianos, medida durante flujos bajos a moderados. Se puede determinar de forma directa en campo, o por estimación indirecta con la ecuación de flujo libre base.

$$FFS = BFFS - F_{LW} - f_{LC} - f_M - f_{ID}$$

FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h)

BFFS = Velocidad a flujo libre base, 110 km/h (urbana) o 120 km/h (rural).

F_{LW} = Ajuste por ancho de carril (Km/h).

f_{LC} = Ajuste por distancia libre lateral a la derecha (Km/h).

f_M = Ajuste por tipo de faja separadora central (Km/h).

f_A = Ajuste por puntos de acceso (Km/h).

Tabla 2- Factores de ajuste por ancho de carril

Ajuste por ancho de carril			
Ancho de carril		Reducción de velocidad de flujo libre, Flw	
Pies	Metros	Milla/hora	km/h
12	3,6	0	0
11	3,3	1,9	3,1
10	3,0	6,6	10,6

Fuente: Garber Ncholas J¹⁵.

Tabla 3-Factores de ajuste por tipo de separador central.

Ajuste por tipo de camellón al centro		
Tipo de camellón al centro	Reducción	
	(millas/hora)	(Km/h)
Carreteras sin división al centro	1,6	2,6
Carreteras con camellón al centro	0	0

Fuente: Garber Ncholas J¹⁶.

Tabla 4- Factores de ajuste por puntos de acceso.

Ajuste de la densidad de acceso	
Puntos de acceso/km	Reducción en FFS (Km/h)
0	0
6	4
12	8
18	12
24	16

Fuente: Garber Ncholas J¹⁷.

¹⁵ GARBER, Ncholas J et al. Ingeniería del tránsito y carreteras. Universidad de Virginia: Thomson Editorial. Tercera edición. P. 410.

¹⁶ *Ibíd.*, p. 409.

¹⁷ *Ibíd.*, p. 408

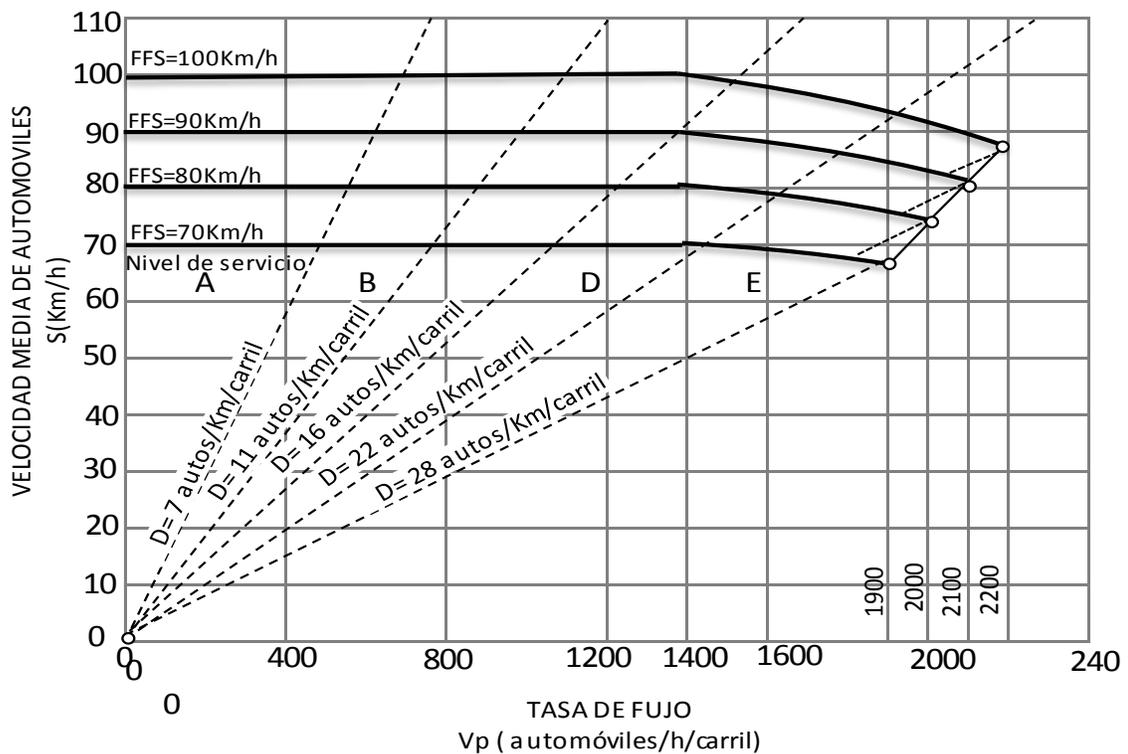
Con la velocidad a flujo libre se construye una curva velocidad – flujo (grafica1)

- **Densidad**

$$D = \frac{V_P}{S}$$

Se ingresa a la gráfica 2 para determinar el nivel de servicio.

Gráfica 1- Curva velocidad- flujo.



Fuente: Rafael Cal ¹⁸.

5.1.9. Factores que intervienen en el problema del tránsito

En el libro Ingeniería Del Tránsito de Cal y Mayor¹⁹, nos muestran una serie de factores que originan problemas de movilidad problemas de tránsito, cuya

¹⁸ CAL, Rafael et al. Ingeniería del tránsito: fundamentos y aplicaciones. Op. Cit., p. 384.

¹⁹ Ibíd., p 17

severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestión.

A continuación se enuncian cinco factores que podrían incrementar estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlos:

5.1.9.1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad

- Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- Automóviles diversos
- Camiones y autobuses, de alta velocidad.
- Camiones pesados, de baja velocidad, incluyendo remolques.
- Vehículos tirados por animales, que aún subsisten en algunos países.
- Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

5.1.9.2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas.

- Relativamente pocos cambios en el trazado urbano.
- Calles angostas, torcidas y pronunciadas pendiente.
- Aceras insuficientes.
- Carreteras que no han evolucionado.

5.1.9.3. Falta de planeación en el tránsito

- Calles, carreteras y puentes que siguen construyendo con especificaciones anticuadas.
- Intersecciones proyectadas sin base técnica.
- Prevención casi nula para estacionamiento.
- Localización inapropiada de zonas residenciales en relación con zonas industriales o comerciales.

5.1.9.4. El automóvil no considerado como una necesidad pública

- Falta de apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
- Falta de apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.

5.1.9.5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

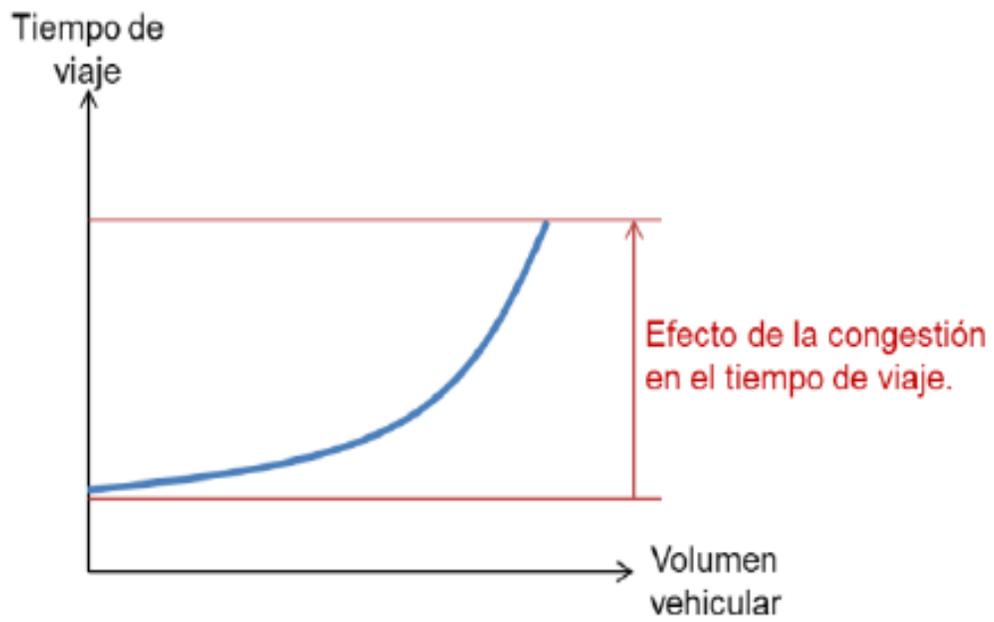
- Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- Falta de educación vial del conductor.

5.1.10. Congestión vehicular

Según un libro Cobros de congestión en ciudades de Colombia ²⁰, la congestivo vehicular puede definirse como “la relación entre la capacidad de una infraestructura de transporte y el número de vehículos que desean transitar por ella”, la congestión vehicular reduce la velocidad de viaje , debido a que se aumenta el volumen vehicular interrumpe el desplazamiento de los demás vehículos, se intensifica en el momento en que los usuarios de la vía experimenten notable incremento en el tiempo de viaje. En este libro se determinan las siguientes causas de la congestión “inadecuado diseño de la infraestructura vial, escasez de mantenimiento de la malla vial, señalización vial inapropiada o ausente, comportamiento inapropiado de los conductores y peatones , desconocimiento de las condiciones de tránsito, ,al estados de los vehículos, sistema sanforizado obsoleto y/o desligado de las condiciones del tránsito vehicular y/o con ambigüedad en la prioridad de paso” sin dejar a un lado que el principal autor del problema es el volumen de tránsito y se apoya de las anteriores falencias para agravar el problema.

Gráfica 2- Efectos de la cogestión en el tiempo.

²⁰ ACEVEDO, Jorge *et al.* Cobros de congestión en ciudades de Colombia, Colombia, Reino Unido: Universidad de los andes y University College Londo, 2013. P. 11.



Fuente: Cobros de congestión en ciudades de Colombia²¹.

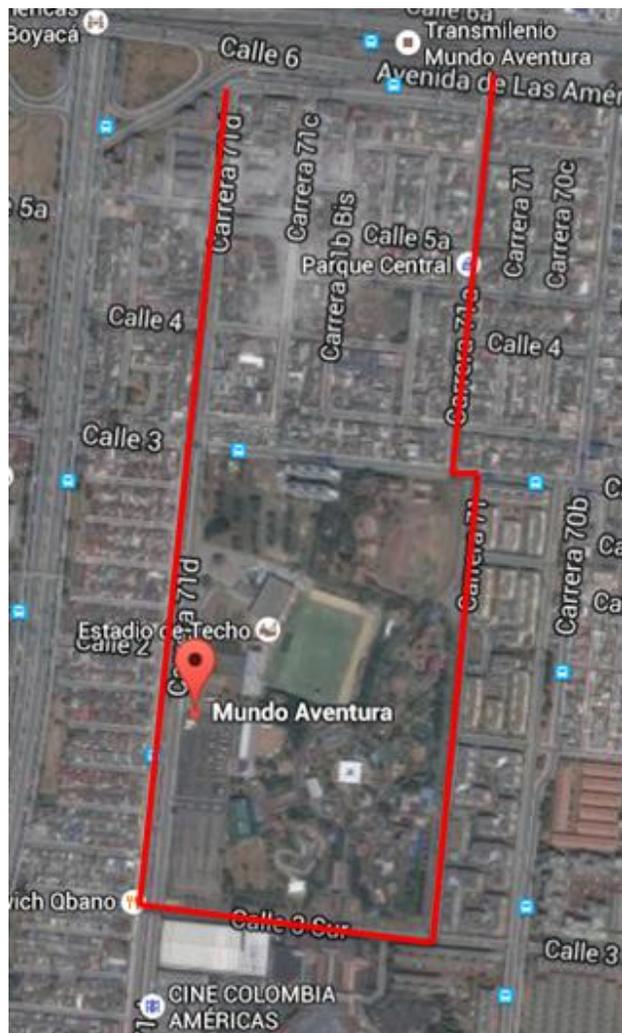
²¹ *Ibíd.*, p. 11

5.2. MARCO GEOGRÁFICO

5.2.1. BICICARRIL MUNDO AVENTURA

El bicicarril de mundo aventura se encuentra ubicado en la localidad de Kennedy, en las vías adyacentes al parque metropolitano de mundo aventura calle 3, AK. 71D, AC. 3 sur AK. 70D. Lo componen por 5 tramos que se conectan entre sí.

Figura 2 - Ubicación del Bicicarril Mundo Aventura.



Fuente: Elaboración propia a partir de google Earth.

5.2.2. BICICARRIL DE LA CARRERA 50

El bicicarril de la carrera 50 se encuentra ubicado como su nombre lo dice por la carrera 50 denominada como la Av. Batallón Caldas, su trazado comienza de sur a norte, inicia en la calle 17 y termina en la calle 63, recorre localidades de Antonio Nariño, Puente Aranda y Teusaquillo.

Lo componen por 5 tramos que se conectan entre sí.

Figura 3- Ubicación del bicicarril de la Carrera 50.



Fuente: Elaboración propia a partir de google Earth.

5.3. MARCO LEGAL

Tabla 5- Marco legal.

MANUAL DE DISEÑO DE CICLORRUTA	En este Manual se desarrollan los aspectos involucrados en la señalización, diseño, y operación de ciclorrutas, así como algunos aspectos referidos al uso compartido de la red de vías urbanas con el tráfico no motorizado, el cual se convirtió en el documento de referencia para el diseño de las alternativas propuestas dentro del Plan Maestro de Ciclorrutas.	
LEY 769 DE 2002	Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y el Manual de Señalización vial para ciclo rutas	
DECRETO 319 DE 2006	Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital	
	Artículo 8	Cita como objetivo “Priorizar los subsistemas de transporte más sostenibles, como el transporte público, el transporte no motorizado (peatonal o bicicleta).” Y “Garantizar la seguridad vial a los diferentes grupos poblacionales, especialmente a los más vulnerables.” En este mismo plan se define “Usuarios más vulnerables: Usuarios que utilizan los medios no motorizados y el transporte escolar.”
	Artículo 9	Contempla como primer lugar en sus objetivos de la acción sobre la infraestructura vial y vial peatonal.
		“1.1. La construcción de vías destinadas al tránsito de peatones y ciclousuario, como redes peatonales, andenes, alamedas, y ciclorrutas, con diseños ajustados a condiciones de seguridad mutua de los peatones -incluyendo personas limitadas-y de los ciclousuarios y que resulten ambientalmente amigables. Se preferirán las soluciones a nivel para el cruce de peatones y ciclousuarios cuando sea técnicamente posible.”
		“1.2. La mejora de la malla vial existente a través de la construcción de nuevos tramos e intersecciones viales que permitan la disminución de tiempos de viaje en la malla vial arterial, especialmente para el transporte público y garanticen al tiempo, provisión de infraestructura de franjas destinadas al tránsito de peatones y bicicletas así como de puentes peatonales”
		“1.4. El rediseño vial de intersecciones para reducir los conflictos de tráfico donde no se disponga de espacio y la adecuación a condiciones de tráfico calmado en zonas con usos residenciales, donde haya presencia simultánea de establecimientos educativos, o en aquellas donde sea alta la exposición de los usuarios más vulnerables del Sistema.” Como son los usuarios que utilizan los medios no motorizados y el transporte escolar.
Artículo 26 Promoción del Transporte No Motorizado.	La Administración promoverá el transporte no motorizado de peatones y ciclo usuarios para que los habitantes del Distrito Capital incrementen su participación en el número de viajes, dadas sus ventajas económicas, ambientales, sociales, de salud pública y bienestar.	
Artículo 27 Estrategia para el Transporte No Motorizado.	Se adopta como estrategia para el Transporte No Motorizado la implementación de redes peatonales y la optimización de la Red de Ciclorrutas con el fin de mejorar las condiciones de habitabilidad, preservar el medio ambiente y alimentar el sistema de transporte público.	

Fuente: propia.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. ENFOQUE

El enfoque del cual está sujeto este proyecto investigativo es de carácter cualitativo ya que durante el desarrollo de este, se tuvo que hacer una fase empírica de recolección de datos y su interpretación cualifica.

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se utilizó es analítico, dado que permitió conocer más del objeto de estudio, con lo cual se pudo: explicar, comprendiendo mejor su comportamiento y establecer nuevas soluciones al problema inicial. Para esta investigación se quiso conocer la afectación a la movilidad vehicular por la implementación de bicarriles, y de este modo descomponer los elementos que se observaron con mayor profundización.

6.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6-Definición y operacionalización de variable.

DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN
VARIABLES DEPENDIENTES	
Nivel de servicio: es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.	Se describe en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.
VARIABLES INDEPENDIENTES	
Densidad: es el número de vehículos que hay en un tramo de vía por unidad de longitud para un instante dado	Se mide como la relación de la tasa de flujo máxima y la velocidad promedio diaria.
Volumen de tránsito: es el número de vehículos que pasan por un punto durante un tiempo específico.	La medición más básica es el conteo o aforo de vehículos en un tramo vial durante periodos de tiempo.
Velocidad: es la distancia recorrida entre el tiempo que tarda en hacerlo.	Se escoge una muestra de vehículos que transiten por este corredor vial, y con ecuaciones de velocidad se miden las variables, de acuerdo a los resultados obtenidos se promedian.
Volumen horario máximo de demanda: es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos.	Sumatoria de vehículos durante la hora de máxima demanda.

Fuente: propia

6.4. FASES DE INVESTIGACIÓN

6.4.1. Fase I

6.4.1.1. Objetivo

Realizar una caracterización de los tramos de estudio, teniendo en cuenta los bicarriles y los carriles vehiculares.

6.4.1.2. Actividades

- Inspección visual.
- Caracterización geométrica del carril vehicular y bicicarril.
- Reconocimiento de dispositivos del tránsito y demarcaciones.

6.4.1.3. Necesidades

- Metros o implementos para medir.

6.4.2. Fase II

6.4.2.1. Objetivo

Establecer los niveles de servicio en cada tramo de los bicicarriles de Mundo Aventura y Carrera 50.

6.4.2.2. Actividades

- Llevar a cabo aforos durante 12 horas en dos días típicos y uno atípico, en los tramos II, III y IV del bicicarril de Mundo Aventura.
- Llevar a cabo aforos durante 12 horas en dos días típicos y uno atípico, en los tramos I, II y III del bicicarril de La Carrera 50.
- Organizar y analizar la información obtenida de los aforos.
- Realizar estudio de volumen de tránsito.
- Determinar los niveles de servicio de cada tramo y bicicarril.

6.4.2.3. Necesidades

- Formato de aforos
- Hojas de cálculo de estudio de volumen de tránsito.
- Hojas de cálculo de niveles de servicio.

6.4.3. Fase III

6.4.3.1. Objetivo

Comparar las variables macroscópicas del tránsito determinadas, con los estudios de viabilidad y factibilidad que se realizaron por la Secretaria Distrital de Movilidad en las pruebas piloto de la implementación de los bicicarriles.

6.4.3.2. Actividades

- Extraer la información necesaria de los estudios de viabilidad y factibilidad que se realizaron por la Secretaria Distrital de Movilidad en las pruebas piloto de la implementación de los bicicarriles.
- Comparar las variables macroscópicas de las dos investigaciones.
- Analizar los resultados encontrados de la comparación.

6.4.3.3. Necesidades

- Estudio de viabilidad bicicarril Carrera 50 y Mundo Aventura.
- Factibilidad ciclorruta sobre calzada Carrera 50 y Mundo Aventura.

6.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

6.5.1. Población

La población a estudiar será todos los vehículos que circulen por los corredores viales de los bicicarriles de Mundo Aventura y la Carrera 50.

6.5.2. Muestra

Vehículos que circulan por la Carrera 50 y la zona de Mundo Aventura en dos días típicos y uno atípico entre las 7:00 am y las 7:00 pm.

6.6. TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

6.6.1. Recolección de datos

6.6.1.1. Reconocimiento de los tramos de estudio

En el reconocimiento visual de Mundo Aventura y la Carrera 50, se describió los bicarriles y las características viales. En el área de estudio se describieron aspectos como sentido de circulación, uso del suelo, descripción general de la vía, también en la geometría de la vía se tendrán dimensiones del número y ancho de los carriles, señales de tránsito y velocidades de circulación.

6.6.1.2. Aforos vehiculares

Se realizaron aforos vehiculares en cada uno de los tramos de estudio, con periodos de 15 minutos, durante 12 horas, en dos días típicos y un atípico. Formato anexo 1.

Variación horaria de volumen de tránsito²²:

- En el caso de carreteras de tipo turístico o con lugares de recreación, durante los días entre semana existe un tránsito más o menos normal a lo largo de todas las horas, pero el sábado y domingos puede llegar a volúmenes supremamente altos.
- En las ciudades se tiene una variación típica de la siguiente manera: la madrugada empieza con bajo volumen de vehículo, la cual se va incrementando hasta alcanzar cifras máximas entre las 7:30 y las 9:30 horas. De las 9:30 a las 13 horas vuelve a bajar y a ascender para llegar a otro máximo entre las 12:00 y las 15:00 horas, de nuevo vuelve a disminuir hasta las 17:00, y entre las 17:00 y las 19:00 es otra cifra máxima, desde esa hora vuelve a descender.

²² CAL, Rafael et al. Op. Cit., p. 183.

7. CONCLUSIONES Y ANÁLISIS

7.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS VIALES

7.1.1. Bicicarril de Mundo Aventura

Figura 4- Bicicarril de Mundo aventura.



Fuente: Elaboración propia a partir de google maps.

El bicicarril de Mundo Aventura se encuentra ubicado en la localidad de Kennedy, en las vías adyacentes al parque metropolitano de Mundo Aventura calle 3, AK 71D, AC 3 sur AK. 71.

El uso de suelo de la zona en la que se encuentra ubicada en bicicarril es de carácter comercial, recreativo y residencial, la zona cuenta con el centro comercial Plaza de las Américas, Cine Colombia, Home Sentry, el Estadio de Techo, parque Mundo Aventura y en la parte residencial se encuentran cerca algunos conjuntos cerrador. Este sector se encuentra limitado hacia el occidente por la Primera de Mayo y al oriente por la avenida carrera 68. El bicicarril lo componen 5 tramos que se conectan entre sí.

- El tramo I está ubicado en la carrera 71D, iniciando en la Avenida de las Américas y terminando en la Calle 3.
- El tramo II está ubicado en la Carrera 71D, iniciando en la Calle 3 y terminando en la Calle 3 sur.
- El tramo III está ubicado en la Calle 3 sur, iniciando en la Carrera 71D y terminando en la Carrera 71.
- El tramo IV está ubicado en la carrera 71, iniciando en la Calle 3 sur y terminando en la Calle 3.
- El tramo V está ubicado en la Carrera 71A, iniciando en la Calle 3 Y terminando en la Avenida de las Américas.

El bicicarril es bidireccional, con un ancho de 2.40 m., más 60cm de segregación. Los elementos de separación que se implementaron en los bicicarriles son: Boyas, tachones y balizas (hitos). Con el fin de alertar a conductores, biciusuarios y peatones, está demarcada la continuidad del bicicarril con pintura acrílica para tráfico de color azul.

Se encuentra señalizado horizontalmente con líneas divisorias de carril discontinuas, líneas centrales, líneas de canalización, líneas de borde de pavimento y flechas de giro.

A cada lado del eje de segregación esta demarcado con líneas eje de 10 cm con pintura de color blanco, distanciadas a 10 cm de cada tachón. También existen línea eje blanca de 10 cm con la misma especificación a lado del borde de separador o anden.

7.1.1.1. Tramo I

La carrera 71D tiene geometría variable, compuesta desde la avenida las Américas hasta la calle 3 por dos calzadas sentido sur – norte y norte sur con dos carriles cada una. El ancho de calzada es de 7 metros con carriles de 3,5 metros con un separador central de ancho de 3 metros el cual dispone de cicloruta; cuenta con andenes a los dos costados con anchos que oscilan entre 3 y 3,5 metros.

- **Dispositivos de control**

La intersección de la carrera 71D con calle 3 es una intersección semafórica que regula los flujos que vienen del occidente de la avenida Boyacá. Cuenta con dos fases semafóricas permitiendo en una los movimientos directos 1 y 2 y el giro derecho sur cuando vienen del occidente.

7.1.1.2. Tramo II

El tramo II del bicicarril de Mundo Aventura está situado en la carrera 71D frente a una de las entradas de Parque Mundo Aventura y el Estadio de Techo.

La geometría de la vía está compuesta por 2 calzadas sentido norte – sur y sur norte con tres y dos carriles cada una. El bicicarril está ubicado en el costado occidente de la vía en el calzado con sentido norte-sur con una distancia aproximada de 441 m. El ancho de calzada es de 8,6 metros con dos carriles de 4,3 metros cada uno. Dentro de este tramo vial se dispone de ocho Intersecciones no semaforizadas (retornos):

KR71D con CL2A

KR71D con CL2

KR71D con CL1

KR71D con CL1AS

KR71D con CL2AS

KR70B con CL1

KR71A con AC3

- **Dispositivos de control**

La intersección de la carrera 71D con la calle 3 sur, cuenta con dispositivo tipo semáforo para regular los diferentes flujos vehiculares y peatonales. Opera actualmente en dos fases, la primera permite el movimiento 1 y 5 para los vehículos que vienen del norte y quiere realizar el giro izquierdo para dirigirse hacia el oriente o hacia el Parque Mundo Aventura o el centro comercial Plaza de las Américas y para los vehículos que siguen directos hacia el sur; la segunda fase se permite para los vehículos que vienen del sur y continúan al norte o realizan el giro de derecho para ir hacia el oriente.

- **Señalización**

En la señalización vertical del tramo se encuentran las señales más comunes como son: pare, paso peatonal, prohibido parquear y ceda el paso.

El bicarril cuenta con señalización vertical como prohibido motos, vehículos en la vía peatones en la vía entre otras.

7.1.1.3. Tramo III

El tramo II del bicarril de Mundo Aventura situado en la calle 3 sur frente a una de las puertas de ingreso al centro comercial y en el otro costado la entrada principal al Parque Mundo Aventura.

La calle 3 sur entre la carrera 71D y la 71B es un tramo vial que cuenta con única calzada con dos carriles de circulación vehicular de único sentido occidente-oriente. La calzada cuenta con un ancho aproximado de 6,6 metros aproximadamente con dos carriles de 3,3 metros aproximadamente el tramo tiene una distancia aproximada de 340 m. Cuenta con andenes con zona verde y están dispuestos en los dos costados del tramo vial, sus anchos oscilan entre los 6 y 7 metros.

- **Señalización**

Se encuentra señalización vertical en la vía como prohibido parquear en ambos costados, paso peatonal y velocidad máxima permitida. El bicarril no cuenta con

ninguna clase de señalización vertical en este tramo. Se implementaron reductores de velocidad, resaltos virtuales y resaltos portátiles en la aproximación del paso peatonal, en la entrada al centro comercial.

- **Aspectos relevantes**

Cabe resaltar que sobre el tramo vial se encuentran accesos peatonales al parque Mundo Aventura y al centro comercial Plaza de las Américas, presentándose parqueo de vehículos al costado sur.

Sobre la intersección de la calle 3 sur con la carrera 71 hay un cambio de sentido pasando de único sentido a doble sentido de circulación hacia el oriente, en esta intersección se dispone de canalización vehicular mediante tachones que ayuda a canalizar el flujo vehicular que viene del occidente a continuar en carril hacia el oriente. En la zona se presenta entrada y salida de parqueaderos del almacén Home Sentry. Los vehículos públicos y privados se detienen en la zona para recoger o dejar pasajeros.

7.1.1.4. Tramo IV

El tramo IV del bicicarril de Mundo Aventura situado en la carrera 71D, Esta vía es de principal acceso a los conjuntos residenciales del sector. Es un tramo vial que cuenta con única calzada, la calzada tiene un ancho aproximado de 6 metros con dos carriles de circulación sentido sur-norte de 3 metros cada uno.

El Tramo presenta andenes a los dos costados de la vía, al costado occidental se encuentra el parque recreacional Mundo Aventura y el andén tiene una sección variable entre los 11 y 9 metros de ancho con zona verde y zona dura para el paso de peatones. Al costado oriental presenta de ancho 4 metros con zona verde.

7.1.1.5. Tramo V

Es un tramo de vía residencial de única calzada de ancho 8,50 metros aproximadamente, tiene único sentido vial con dos carriles de circulación norte-sur. Sobre los dos costados del tramo vial se encuentran residencias con entradas

a garajes. Cuenta con andenes a los dos costados de la vía de ancho que varían entre los 3 y 2,5 metros con zona verde.

7.1.2. Bicicarril de la Carrera 50

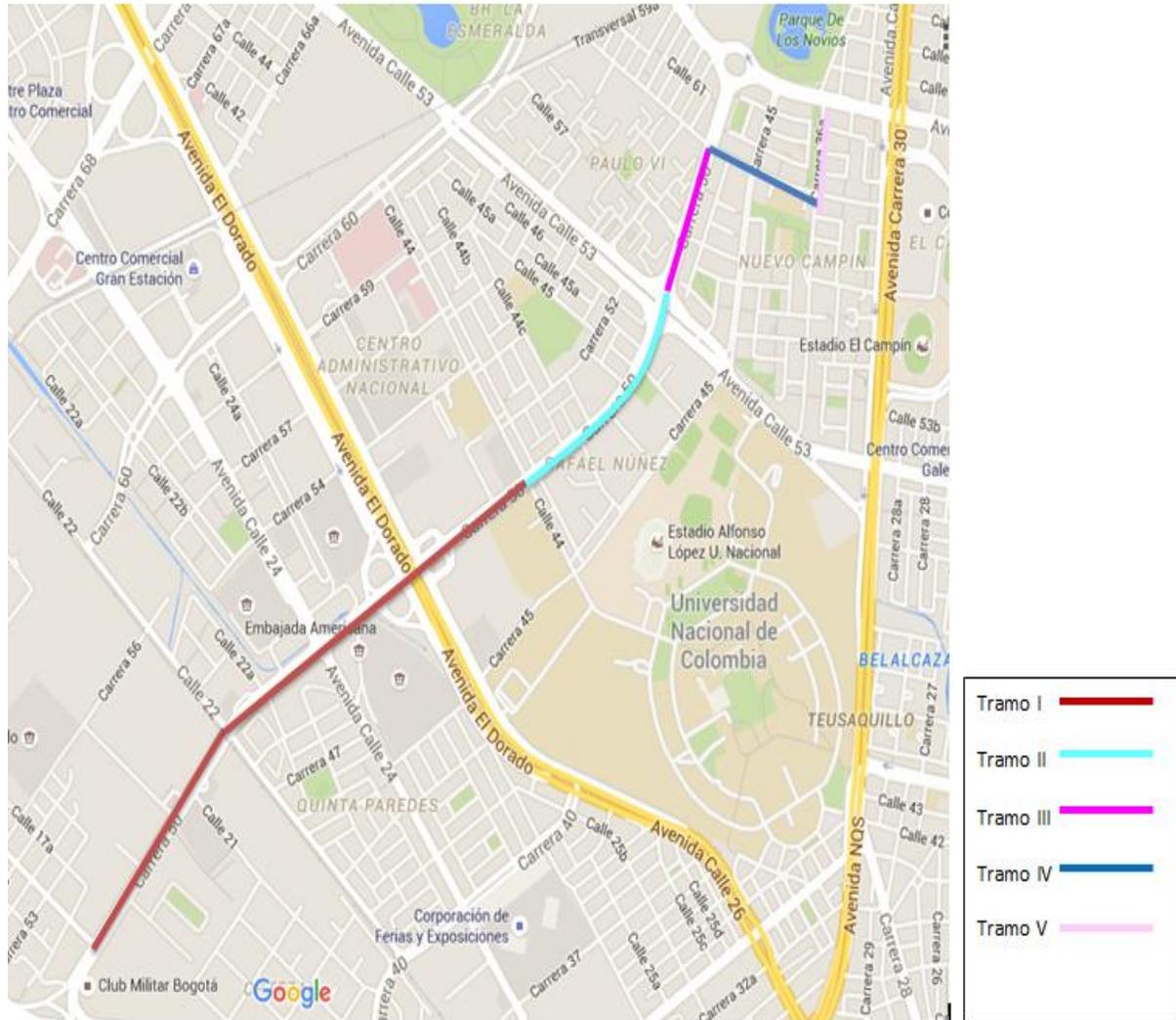
El bicicarril de la carrera 50 se encuentra ubicado como su nombre lo dice por la carrera 50ª denominada como la Av. Batallón Caldas, su trazado comienza de sur a norte, inicia en la calle 17 y termina en la calle 63, recorre localidades de Antonio Nariño, Puente Aranda y Teusaquillo.

El uso del suelo de la zona en la que se encuentra ubicado el bicicarril corresponde a sectores de carácter administrativo y comercial dado que se localiza las instalaciones de la Fiscalía General de la Nación, Gobernación de Embajada América y edificios de comerciales entre otros, por tanto dicha zona se puede considerar que atrae gran porcentaje de viajes. Este sector se encuentra limitado con Teusaquillo y barrios unidos, sobre la calle sesenta y tres frente al Complejo Acuático Simón Bolívar.

El bicicarril lo componen 5 tramos

- El tramo I está ubicado en la carrera 50, iniciando en la calle 17 y terminando en la Calle 44.
- El tramo II está ubicado en la Carrera 50, iniciando en la Calle 44 y terminando en la Calle 53.
- El tramo III está ubicado en la Carrera 50, iniciando en la Calle 53 y terminando en la Calle 59.
- El tramo IV está ubicado en la Calle 59, iniciando en la Carrera 50 y terminando en la Carrera 36 A.
- El tramo V está ubicado en la Carrera 36 A, iniciando en la Calle 59 y terminando en la Calle 63.

Figura 5- Bicicarril de la Carrera 50



Fuente: Elaboración propia a partir de google maps.

El bicicarril es unidireccional, con un ancho de 2,20 m. y segregación a lado y lado del separador. Los elementos de separación que se implementaron en los bicicarriles son: boyas, tachones y balizas (hitos). Con el fin de alertar a conductores, bicisuarios y peatones, esta demarcada la continuidad del bicicarril con pintura acrílica para tráfico de color azul.

Se encuentra señalizado horizontalmente con líneas divisorias de carril discontinuas, líneas centrales, líneas de canalización, líneas de borde de pavimento y flechas de giro.

A cada lado del eje de segregación esta demarcado con líneas eje de 10 cm con pintura de color blanco, distanciadas a 10 cm de cada tachón. También se existen línea eje blanca de 10 cm con la misma especificación a lado del borde de separador o andén.

7.1.2.1. Tramo I

La Carrera 50 es de gran circulación de vehículos particulares y transporte público colectivo, compuesta desde la Calle 24 por dos calzadas sur- norte y norte-sur, la calzada norte- sur donde se encuentra ubicado el bicicarril tiene una dimensión de 7,3 m. con dos carriles cada uno de 3,65 m, el ancho de la calzada en el costado sur-norte es de 9,5 m. con tres carriles. La Calle 26 cuenta con ciclorruta en su separador central entre la Carrera 103 a la Carrera 50 y de la Carrera 50 al occidente se encuentra entre andén y separador central.

- **Dispositivos de control**

Con respecto a la calzada oriental, se intersecta con el giro canalizado a la derecha proveniente de la Avenida la Espera Calle 24 Bis y las conectantes desde o hacia la Avenida Calle 26. La intersección a nivel cuenta con pasos peatonales elevados adosados al puente en los costados occidente y oriente.

- **Señalización**

Existe ausencia de señalización horizontal a lo largo del tramo.

7.1.2.2. Tramo II

El tramo II del bicicarril de la Carrera 50 comienza en la Calle 44 y tiene bocales en varios puntos entre ellos la Calle 44D, Calle 45, Calle 44F y Calle 44C Bis. La geometría de la vía está compuesta por dos calzadas sur- norte y norte-sur igual a la del tramo I.

- **Dispositivos de control**

En la Intersección semaforizada de la Calle 53, se presentan los cruces con los carriles canalizados de giro a la derecha proveniente de la Carrera 50 (sentido sur – oriente). No se evidencian paraderos del SITP instalados.

- **Señalización**

Existe ausencia de señalización horizontal a lo largo del tramo.

- **Aspectos relevantes**

Se encuentran cruces con vías locales ambos costados del corredor, las cuales permiten la conexión hacia y desde el corredor. Las entradas y salidas de los garajes son mínimas. Uso del suelo predominante en el segmento es residencial

7.1.2.3. Tramo III

El tramo III ubicado en la calle 53 cuenta con dos calzadas una al costado oriental con un ancho de 6,7 m. dividida en dos carriles y otra en el costado occidental con un ancho de 9.4 m. que consta de tres carriles. Este tramo encuentran cruces con vías locales a ambos costado del corredor, las cuales permiten la conexión hacia y desde este corredor. Sobre la calle 53 se tiene ciclorruta por separador hacia el occidente de la carrera 50 y hacia el oriente por el andén sur.

- **Dispositivos de control**

Presenta una zona semaforizada (Calle 53), se presentan los cruces con los carriles canalizados de giro a la derecha proveniente de la Calle 53 (sentido oriente norte – occidente).

- **Señalización**

Existe presencia de paraderos en el corredor, sin embargo existe ausencia de señalización horizontal a lo largo del tramo.

- **Aspectos relevantes**

El uso de suelo predominante en el segmento es de vocación residencial. Presencia de entradas y salidas de garajes de las residencial del sector.

7.1.2.4. Tramo IV

El tramo IV de la Carrera 50 posee dos carriles que inician en la Carrera 50 y finaliza en la Carrera 36 A y los cuales poseen un ancho de calzada de 7 m. Este tramos tiene sentido vial de oriente-occidente y occidente -oriente los cual genera bocales en la carrera 38, en la carrera 45, carrera 38 y en la carrera 37. Tiene cruces con vías locales a ambos costado del corredor, las cuales permiten la conexión hacia y desde este corredor.

- **Dispositivos de control**

Los dispositivos de control en este tramo son escasos debido a que usualmente está controlado por señalización.

- **Señalización**

La intersección vial en la Carrera 45 es regulada por señal de PARE, además se encuentra prohibido el estacionamiento, por tanto se tienen señales SR-28, también se puede observar ausencia de señalización horizontal a lo largo del tramo.

- **Aspectos relevantes**

El uso de suelo predomínate en el segmento es de vocación residencial y además Presencia de entradas y salidas de garajes de las residencial del sector.

7.1.2.5. Tramo V

Este tramo está determinado geométricamente por una calzada de 7 mts de ancho la cual posee dos carriles en sentido norte- sur y sur-norte. Con algunas

calles de salida o también llamadas bocales en la calle 60, calle 61 y en la calle 62.

- **Dispositivos de control**

Los dispositivos de control en este tramo son escasos debido a que usualmente está controlado por señalización.

- **Señalización**

Se encuentra que la intersección vial en la Carrera 45 es regulada por señal de PARE y además que existe presencia de señalización de tráfico calmado.

- **Aspectos relevantes**

Presencia de entradas y salidas de garajes de las residencial del sector (costado oriental). La presenta congestión sobre este corredor al ser la alternativa de conexión con la calle 63 hacia el oriente y con la carrera 30 hacia el norte y sur, para evitar la glorieta de la calle 63 con carrera 50, la cual presenta condiciones de saturación.

7.2. NIVELES DE SERVICIO

7.2.1. Mundo Aventura

7.2.1.1. Tramo II

- **Estado del tráfico**

En la figura 6 se muestra el estado del tráfico en el día martes en horas de la tarde, esta nos permite observar que el flujo vehicular es medio que existe posibilidad de maniobrar con precaución.

Figura 6- Estado del tráfico día martes.



Fuente: Propia.

Figura 7- Estado del tráfico día jueves.



Fuente: Propia.

En la figura 7 se puede ver el estado del tráfico del día jueves en una franja horaria de 4 pm a 5 pm, este tiene una densidad estable, la velocidad de circulación se debe elegir pensando en la presencia de los otros conductores en la vía y la posibilidad de maniobrar es buena pero se debe tener precaución.

- **Variables macroscópicas del tránsito del tramo II.**
- **Velocidad del tramo II.**

En el tramo de vía, se realizó el estudio de velocidad en diferentes horas del día y por consiguiente en diversas condiciones del tránsito. La velocidad se determinó

de forma manual teniendo una distancia corta que se pueda percibir cuando el vehículo inicia y finaliza el trecho, y el tiempo que demora en recorrerlo.

Tabla 7- Velocidades tramo II.

DÍAS TÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Martes	0,00073	0,02	27
Jueves	0,00068	0,02	29

DÍA ATÍPICO

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Sábado	1,12E-03	0,02	18

Fuente: propia.

En la tabla No. 7 se puede observar los datos tomados en campo y la velocidad que se determinó, siendo esta un promedio de diferentes tiempos medidos.

Se tienen datos de dos días típicos y un día atípico, el promedio de la velocidad en los días típicos es de 28 km/h y en los días atípicos es de 18 km/h, que si se compara con la velocidad de diseño 30 km/h muestra una notable disminución.

- **Volumen vehicular del tramo II.**
- **Volumen vehicular en días típicos del tramo II.**

En la tabla 8 se evidencia el resumen del aforo vehicular, sentido norte - sur, diferenciando los días típicos (martes y jueves), el conteo de los vehículos se hace teniendo en cuenta la sumatoria de los vehículos livianos, pesados y buses a lo que se le llama total de vehículos mixtos, para determinar un promedio de cada periodo de tiempo.

Tabla 8-Resumen de los aforos en días típicos del tramo II.

	TOTAL MIXTOS				
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
7:00 - 7:15	193	185	189		
7:15 - 7:30	192	199	196		
7:30 - 7:45	189	175	182		
7:45 - 8:00	190	176	183		
8:00 - 8:15	191	203	197		
8:15 - 8:30	184	186	185		
8:30 - 8:45	182	190	186		
8:45 - 9:00	179	175	177		
9:00 - 9:15	184	169	177		
9:15 - 9:30	192	186	189		
9:30 - 9:45	180	183	182		
9:45 - 10:00	175	185	180		
10:00 - 10:15	168	176	172		
10:15 - 10:30	180	179	180		
10:30 - 10:45	174	182	178		
10:45 - 11:00	172	168	170		
11:00 - 10:15	167	178	173		
10:15 - 11:30	182	193	188		
11:30 - 11:45	182	189	186		
11:45 - 12:00	179	175	177		
12:00 - 12:15	174	187	181		
12:15 - 12:30	187	198	193		
12:30 - 12:45	155	161	158		
13:45 - 13:00	157	163	160		
13:00 - 13:15	152	146	149		
13:15 - 13:30	185	178	182		
13:30 - 13:45	160	173	167		
13:45 - 14:00	188	197	193		
14:00 - 14:15	175	164	170		
14:15 - 14:30	205	189	197	840	0,96
14:30 - 14:45	219	207	213		
14:45 - 15:00	221	217	219		
15:00 - 15:15	212	209	211		
15:15 - 15:30	183	168	176		
15:30 - 15:45	181	164	173		
14:45 - 16:00	177	159	168		
16:00 - 16:15	167	184	176		
16:15 - 16:30	156	161	159		
16:30 - 16:45	151	142	147		
16:45 - 17:00	145	139	142		

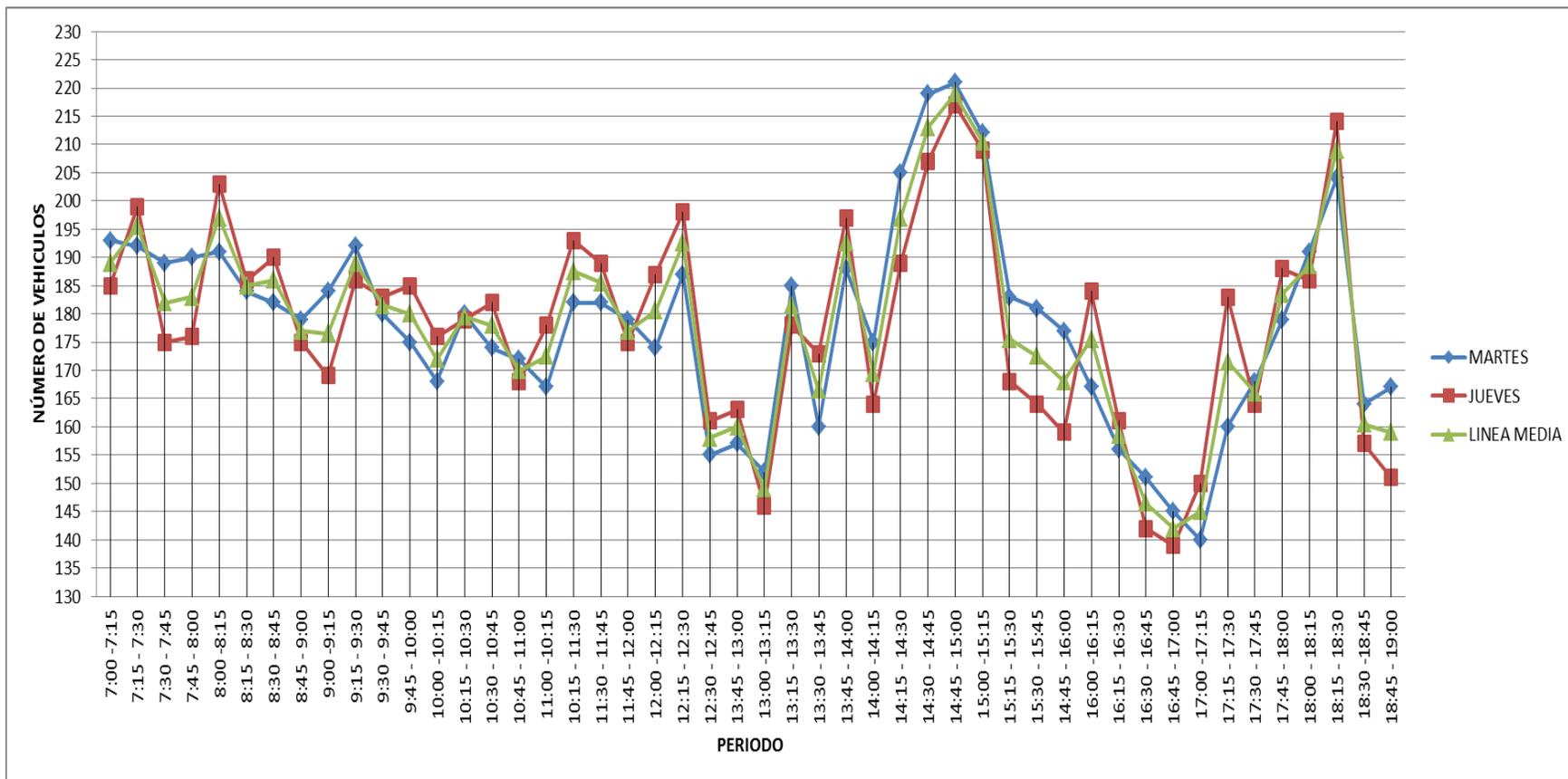
	TOTAL MIXTOS				
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
17:00 - 17:15	140	150	145		
17:15 - 17:30	160	183	172		
17:30 - 17:45	168	164	166		
17:45 - 18:00	179	188	184		
18:00 - 18:15	191	186	189		
18:15 - 18:30	204	214	209		
18:30 - 18:45	164	157	161		
18:45 - 19:00	167	151	159		
TOTAL	8558	8551	1383		

	PORCENTAJE		
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
MARTES	97%	2%	1%
JUEVES	97%	2%	1%
PROMEDIO	97%	2%	1%

Fuente: Propia.

En la gráfica 3 se representa el volumen vehicular de los días típicos del tramo II, en esta gráfica se puede observar que desde las 7 am hasta las 12 m se presenta un flujo vehicular constante y similar, en el periodo de las 12:30 pm a las 2:15 pm se observa una disminución del volumen vehicular de la vía lo que podríamos llamar hora valle, la hora de máxima circulación esta entre las 2:15 p.m. y las 3:15 pm con un volumen de 840 vehículos, desde las 4:30 pm a las 5:45 pm se muestra una tendencia de disminución del número de vehículos en cada periodo y de las 5:30 pm se puede ver un aumento significativo en el volumen vehicular de la vía. En la tabla 8 se representa los tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 97% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos lo que incluyen taxis y vehículos privados, el 2% son vehículos pesados en donde se clasifican los camiones, furgones y demás vehículos utilizados para carga, y el 1% restante son buses lo que hace representación a los de servicio público, rutas escolares y rutas privadas.

Gráfica 3- Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos, tramo II.



Fuente: Propia

- **Volumen vehicular en días atípicos del tramo II.**

Tabla 9-Resumen de los aforos en días atípicos del tramo II.

PERIODO	TOTAL MIXTOS	VHMD	FHMD
	SÁBADO		
7:00 - 7:15	185		
7:15 - 7:30	189		
7:30 - 7:45	193		
7:45 - 8:00	185		
8:00 - 8:15	169		
8:15 - 8:30	159		
8:30 - 8:45	165		
8:45 - 9:00	170		
9:00 - 9:15	164		
9:15 - 9:30	170		
9:30 - 9:45	175		
9:45 - 10:00	184		
10:00 - 10:15	189		
10:15 - 10:30	192		
10:30 - 10:45	176		
10:45 - 11:00	150		
11:00 - 10:15	144		
10:15 - 11:30	155		
11:30 - 11:45	164		
11:45 - 12:00	181		
12:00 - 12:15	183		
12:15 - 12:30	190		
12:30 - 12:45	185		
13:45 - 13:00	183		
13:00 - 13:15	185		
13:15 - 13:30	172		
13:30 - 13:45	176		
13:45 - 14:00	173		
14:00 - 14:15	196		
14:15 - 14:30	183		
14:30 - 14:45	189		
14:45 - 15:00	188		
15:00 - 15:15	196		
15:15 - 15:30	192		
15:30 - 15:45	185		
14:45 - 16:00	191		

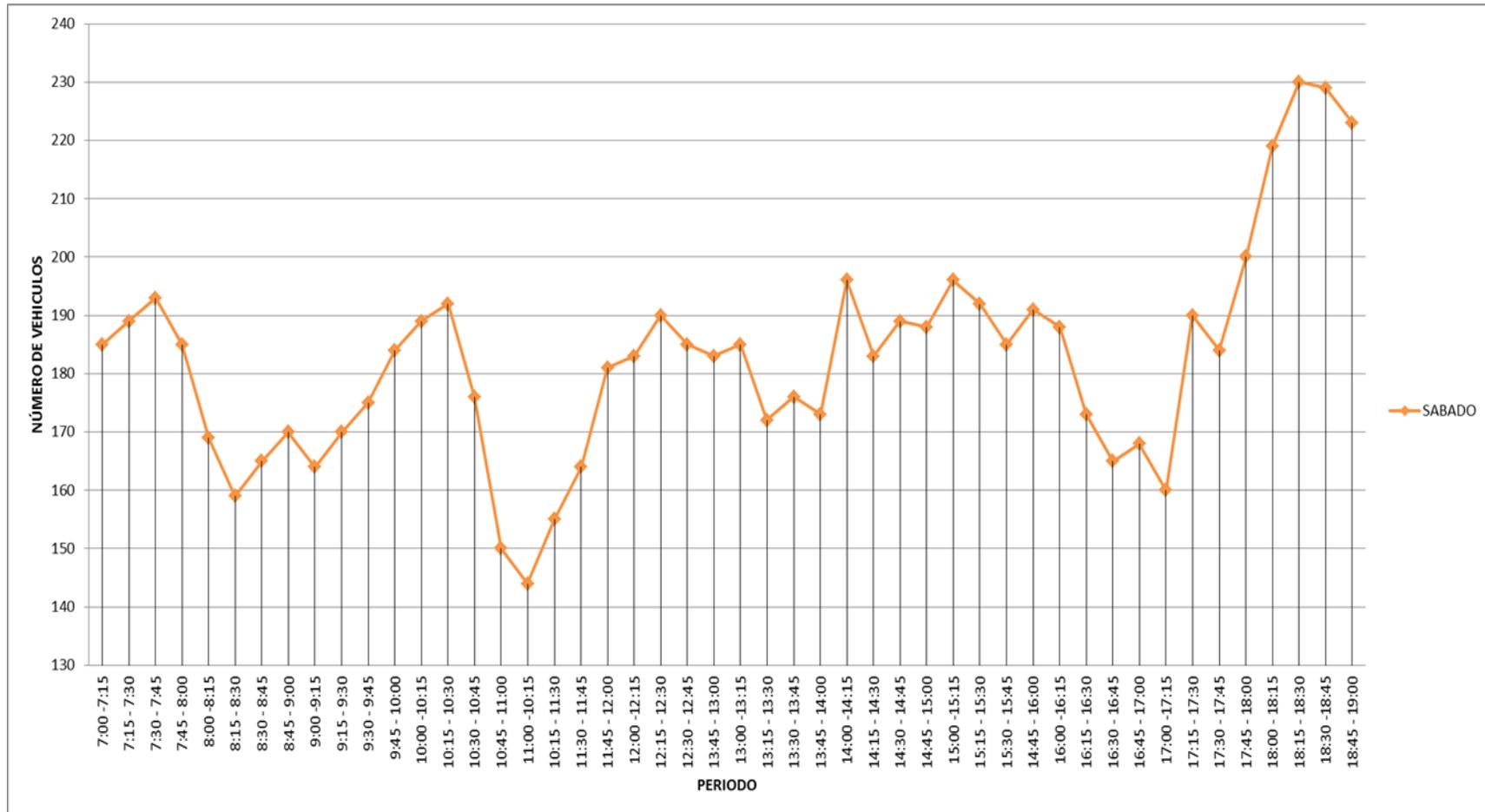
	TOTAL MIXTOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
16:00 -16:15	188		
16:15 - 16:30	173		
16:30 - 16:45	165		
16:45 - 17:00	168		
17:00 -17:15	160		
17:15 - 17:30	190		
17:30 - 17:45	184		
17:45 - 18:00	200	878	0,95
18:00 - 18:15	219		
18:15 - 18:30	230		
18:30 -18:45	229		
18:45 - 19:00	223		
TOTAL	8755		

	PORCENTAJE		
	VEH. LIVIANOS	BUSES	PESADOS
SÁBADO	97%	2%	1%

Fuente: Propia.

En la tabla 9 se evidencia el resumen del aforo vehicular, sentido norte - sur, en el día atípicos (sábado), el conteo de los vehículos se hace teniendo en cuenta la sumatoria de los vehículos livianos, pesados y buses a lo que se le llama total de vehículos mixtos, para determinar un promedio de cada periodo de tiempo.

Gráfica 4- Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos, tramo II.



Fuente: Propia.

En la tabla 9 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo II en el sentido Norte- sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular de 8755 vehículos que circulan durante 12 horas y un factor horario de máxima demanda de 0,95 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda. En la segunda parte de la tabla 9 se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 97% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos, el 2% son vehículos pesados y el 1% restante son buses.

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 9 se realiza la gráfica 4 de Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo II, en la que se puede observar que la hora de máxima demanda de este tramo se presenta de 5:45 pm a 6:45 pm con un volumen de 878 vehículos lo que hace referencia al 10% del volumen vehicular total, también se obtienen periodos de hora valle donde se observa una disminución del volumen vehicular como sucede de 8:00 am a 9:45 am, de 10:00 am a 10:45 am se incrementa el número de vehículos que circulan por este corredor vial, de 10:45 a 11:45 se muestra una tendencia de disminución del número de vehículos en cada periodo y por último en las horas de tarde se muestra que el volumen vehicular oscila en un rango de 172 y 196 vehículos.

- **Densidad del tráfico del tramo II.**
- **Densidad del tráfico en los días típicos, tramo II.**

Tabla 10- Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos, tramo II.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	2%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	1%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km/h)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	2,6
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	5,3
	FFS (km/h)	20,6

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,96
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	804
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	419

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles(km/h) –(S)	28,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	15,0

Fuente: Propia.

En la tabla 10 se determina la densidad del tráfico, esta depende de la velocidad a flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesado (vehículos pesados y buses), la tasa de flujo máxima y de la velocidad media de automóviles. El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de vehículos pesados y buses.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 30km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 o superior, esto hace que los conductores cuente con una distancia lateral deseable, por lo que no reduce la velocidad a flujo libre.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral

derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles y señalización del bicarril.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 2,6 km/h lo que significa que la vía cuenta con un camellón que separa las calzadas pero que reduce la velocidad libre base.

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 5,3 km/h pues la vía cuenta con 8 intersecciones por lo tanto los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intento integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda se ajusta por el número de carriles, el FHMD y el factor por presencia de vehículos pesados, para este tramo se evidencia que la tasa de flujo es de 409 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora. Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo II se obtiene una densidad de 15 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Densidad del tráfico en los días atípicos en el tramo II.**

Tabla 11-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos, tramo II.

NIVEL DE SERVICIO		
factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	1%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	1%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	2,6
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	5,3
	FFS	20,6

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,95
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	878
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	462

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	18,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	26

Fuente: Propia.

En la tabla 11 se determina la densidad del tráfico, esta depende de la velocidad a flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesado (vehículos pesados y buses), la tasa de flujo máxima y de la velocidad media de automóviles. El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo es de 1 o que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de vehículos pesados y buses.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 30km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son: El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 o superior, esto hace que los conductores cuente con una distancia lateral deseable por lo que no reduce la velocidad a flujo libre.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles y señalización del bicicarril.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 2,6 km/h lo que significa que la vía cuenta con un camellón que separa las calzadas pero que reduce la velocidad libre base.

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 5,3 km/h pues la vía cuenta con 8 intersecciones lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

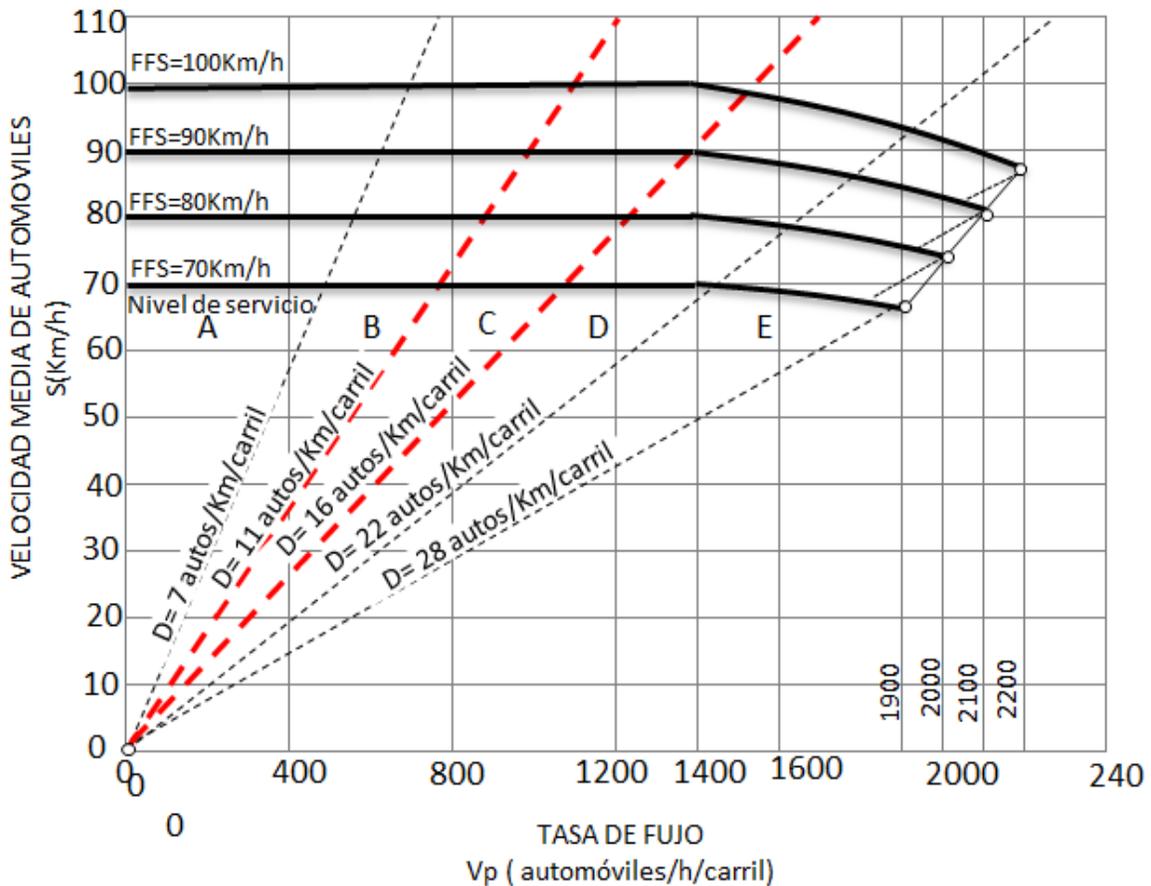
Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (878 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,95 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 462 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo II en los días atípicos se obtiene una densidad de 26 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Nivel de servicio del tramo II.**
- **Nivel de servicio de la vía en los días típicos**

Conociendo la densidad del tráfico (15 vehículos/km/carril), la gráfica 5 muestra que el nivel de servicio del tramo II en los días típicos es C, lo que significa que la vía se encuentra en un rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individual se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios, la velocidad disminuye y la libertad de maniobrar es cada vez más restringida.

Gráfica 5- Curva velocidad- flujo del tramo II en días típicos.

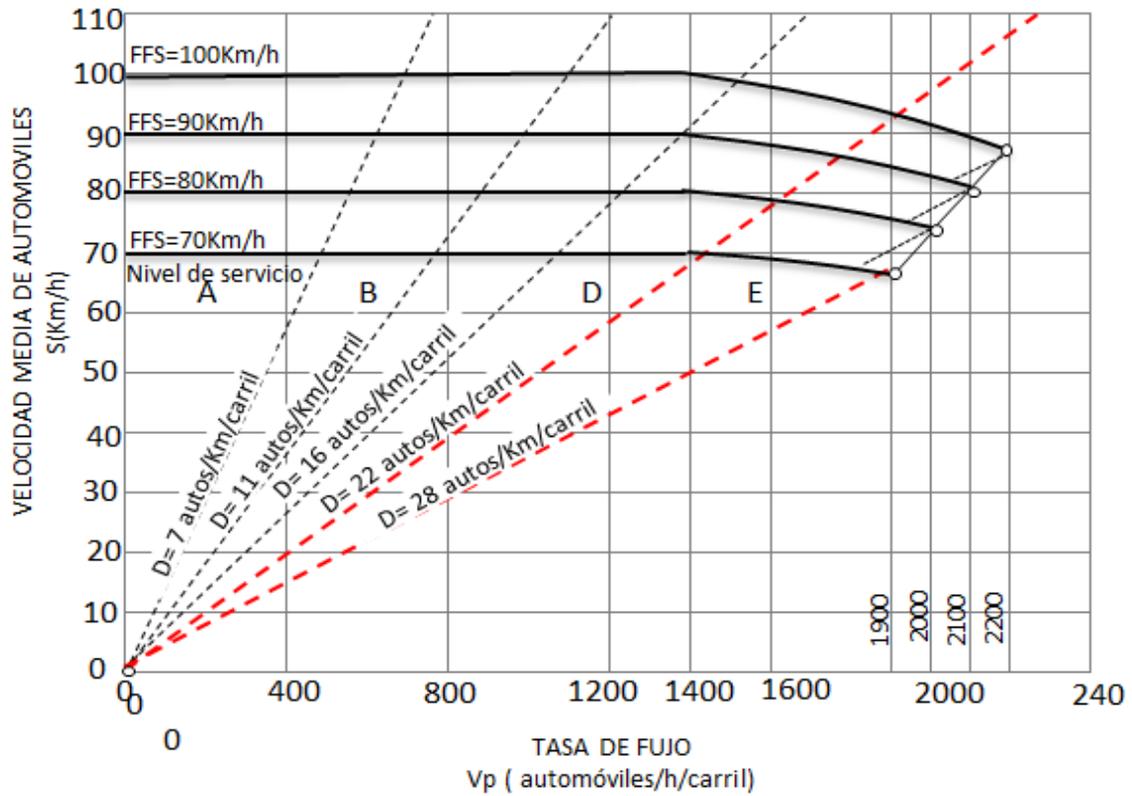


Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

- **Nivel de servicio de la vía en los días atípicos del tramo II.**

Conociendo la densidad del tráfico (25 vehículos/km/carril), la gráfica 6 muestra que el nivel de servicio del tramo II en los días atípicos es E, lo que significa que el funcionamiento de la vía está cerca del límite de capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida a un valor uniforme, la libertad de maniobrar es extremadamente difícil, la comodidad es baja y los pequeños aumentos de volumen presentan colapso.

Gráfica 6-Curva velocidad- flujo del tramo II en días atípicos.



Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

7.2.1.2. Tramo III.

- Estado del tráfico del tramo III.

Figura 8- Estado del tráfico día martes.



Fuente: Propia.

Figura 9- Estado del tráfico día jueves.



Fuente: Propia.

Las figuras 8 y 9 representan dos días típicos de la semana y el estado del tráfico que se presenta en ellos, estas figuras permiten observar que el tráfico en los dos días es similar y condiciones de circulación son a flujo libre.

Figura 10- Estado del tráfico día sábado.



Fuente: Propia.

La figura 10 muestra que la vía presenta gran flujo vehicular, también se puede deducir que la velocidad de desplazamiento de cada vehículo depende de la circulación de los demás y es uniforme, en esta figura se observa la congestión que existe en este tramo.

Figura 11- Espacio que es ocupado para parquear vehículos.



Fuente: Propia.

La anterior figura muestra el espacio que ocupan los vehículos cuando se parquean a un costado de la vía, aunque existe una señal que prohíbe esta acción. Este tramo tiene dos carriles de circulación, la imagen muestra que los vehículos que se detiene allí invaden lo que equivale a un carril aproximadamente.

Variables macroscópicas del tránsito del tramo III.

- **Velocidad del tramo III.**

Tabla 12- Velocidad del tramo III.

DÍAS TÍPICO

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Martes	0,0008	0,02	25
Jueves	0,00075	0,02	27

DÍA ATÍPICO

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Sábado	0,0012	0,02	17

Fuente: Propia.

En la tabla No. 12 se puede observar los datos tomados en campo y la velocidad que se determinó, siendo esta un promedio de diferentes tiempos medidos.

Se tienen datos de dos días típicos y un día atípico, el promedio de la velocidad en los días típicos es de 26 km/h y en los días atípicos es de 17 km/h, que si se compara con la velocidad de diseño 30 km/h muestra una notable disminución.

- **Volumen vehicular del tramo III.**
- **Volumen vehicular en días típicos del tramo III.**

En la tabla 13 se evidencia el resumen del aforo vehicular, sentido occidente-orientado, diferenciando los días típicos (martes y jueves), el conteo de los vehículos se hace teniendo en cuenta la sumatoria de los vehículos livianos, pesados y buses a lo que se le llama total de vehículos mixtos, para determinar un promedio de cada periodo de tiempo.

Tabla 13-Resumen de los aforos en días típicos del tramo III.

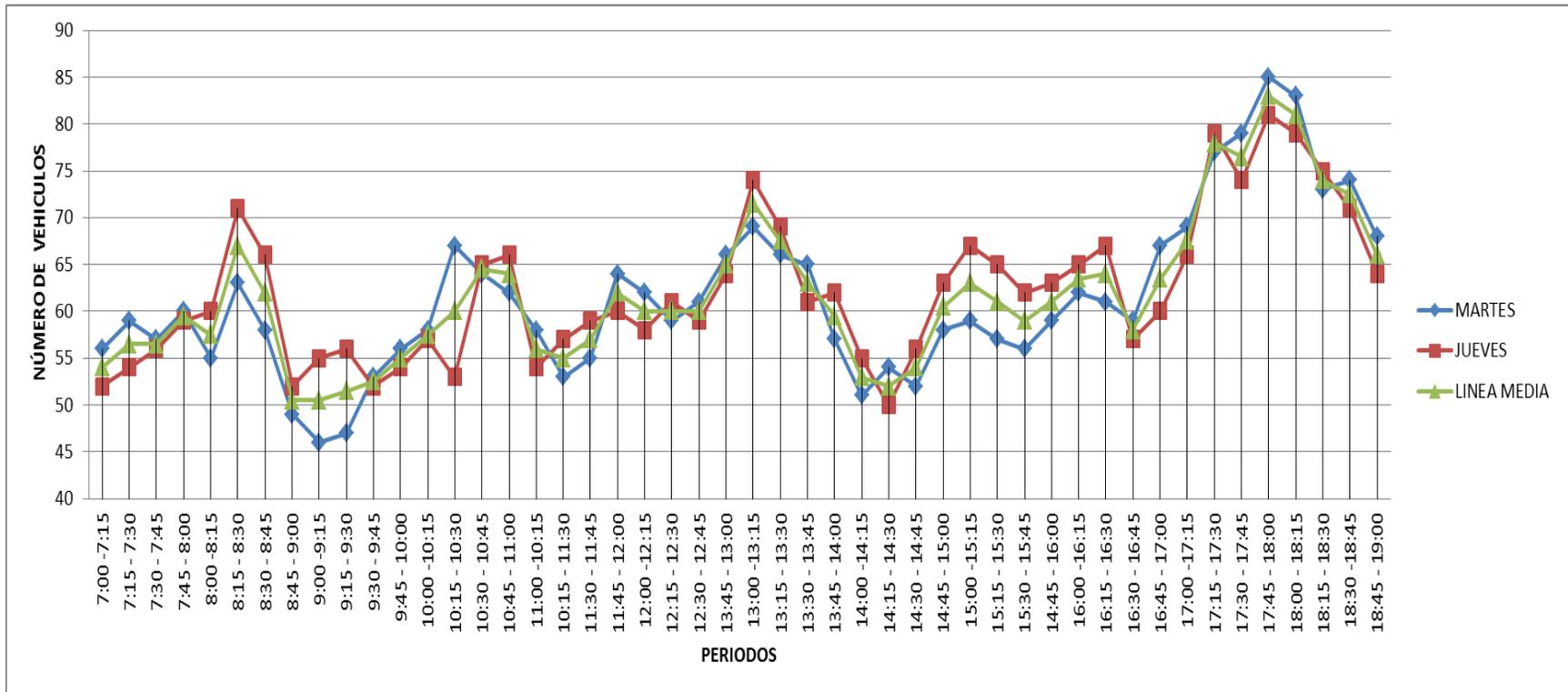
PERIODO	TOTAL MIXTOS			VHMD	FHMD
	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA		
7:00 - 7:15	56	52	54		
7:15 - 7:30	59	54	57		
7:30 - 7:45	57	56	57		
7:45 - 8:00	60	59	60		
8:00 - 8:15	55	60	58		
8:15 - 8:30	63	71	67		
8:30 - 8:45	58	66	62		
8:45 - 9:00	49	52	51		
9:00 - 9:15	46	55	51		
9:15 - 9:30	47	56	52		
9:30 - 9:45	53	52	53		
9:45 - 10:00	56	54	55		
10:00 - 10:15	58	57	58		
10:15 - 10:30	67	53	60		
10:30 - 10:45	64	65	65		
10:45 - 11:00	62	66	64		
11:00 - 10:15	58	54	56		
10:15 - 11:30	53	57	55		
11:30 - 11:45	55	59	57		
11:45 - 12:00	64	60	62		

	TOTAL MIXTOS				
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
12:00 - 12:15	62	58	60		
12:15 - 12:30	59	61	60		
12:30 - 12:45	61	59	60		
13:45 - 13:00	66	64	65		
13:00 - 13:15	69	74	72		
13:15 - 13:30	66	69	68		
13:30 - 13:45	65	61	63		
13:45 - 14:00	57	62	60		
14:00 - 14:15	51	55	53		
14:15 - 14:30	54	50	52		
14:30 - 14:45	52	56	54		
14:45 - 15:00	58	63	61		
15:00 - 15:15	59	67	63		
15:15 - 15:30	57	65	61		
15:30 - 15:45	56	62	59		
14:45 - 16:00	59	63	61		
16:00 - 16:15	62	65	64		
16:15 - 16:30	61	67	64		
16:30 - 16:45	59	57	58		
16:45 - 17:00	67	60	64		
17:00 - 17:15	69	66	68		
17:15 - 17:30	77	79	78		
17:30 - 17:45	79	74	77		
17:45 - 18:00	85	81	83		
18:00 - 18:15	83	79	81		
18:15 - 18:30	73	75	74		
18:30 - 18:45	74	71	73		
18:45 - 19:00	68	64	66		
TOTAL	2948	2985	2967	315	0,95

PORCENTAJE			
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
MARTES	97%	0%	3%
JUEVES	98%	0%	2%
PROMEDIO	97,5%	0%	2,5%

Fuente: Propia.

Gráfica 7-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos, tramo III.



Fuente: Propia.

En la tabla 13 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo III en el sentido occidente- oriente, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día martes de 2948 vehículos y el día jueves 2985 vehículos que circulan durante 12 horas, estos dos valores que nos arroja el conteo vehicular dejan claro que el volumen vehicular presenta una diferencia mínima, por lo anterior se puede decir que durante los días típicos de la semana la cantidad de vehículos que circulan por este corredor vial es similar.

Otra característica que vale la pena resaltar es el hora de máxima demanda que se presenta de 5:30 pm a 6:30 pm con un volumen de 315 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,95 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda. En la segunda parte de la tabla 13 se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 98% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos y el 2% son buses, lo que significa que los vehículos pesados no hacen uso de este tramo vial.

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 13 se realiza la gráfica 7 de variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo III, en la que se puede observar la diferenciación del volumen vehicular durante cada periodo, de la gráfica se deduce que desde las 7:00 am a las 8:15 se presenta un flujo estable, de las 8:15 am a las 8:45 am el flujo vehicular del tramo aumenta, de las 9:00 am a 10:30 pm se observa una disminución del volumen vehicular de la vía lo que podríamos llamar hora valle, de 11:00 am a 1:00 pm el flujo vehicular se muestra estable, de 1:00 pm a 2:00 pm hay un aumento del número de vehículos que circulan, de las 2:00 pm a las 3:00 pm se vuelve a disminuir el flujo lo que podría ser otra hora valle, de las 3:00 pm a las 5:15 pm el flujo vehicular se encuentra dentro de un rango de 59 a 68 vehículos y de las 5:30 a las 6:30 se presenta la hora de máxima circulación.

- **Volumen vehicular en días atípicos del tramo III.**

En la tabla 14 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo III en el sentido occidente- oriente, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día atípico de 1530 vehículos que circulan durante 12 horas.

Otra característica que vale la pena resaltar es el hora de máxima demanda que se presenta de 5:15 pm a 6:15 pm con un volumen de 806 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,95 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda.

En la segunda parte de la tabla 14 se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 99% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos y el 1% son buses, lo que significa que los vehículos pesados no hacen uso de este tramo vial.

Tabla 14- Resumen de los aforos en el día atípico del tramo III.

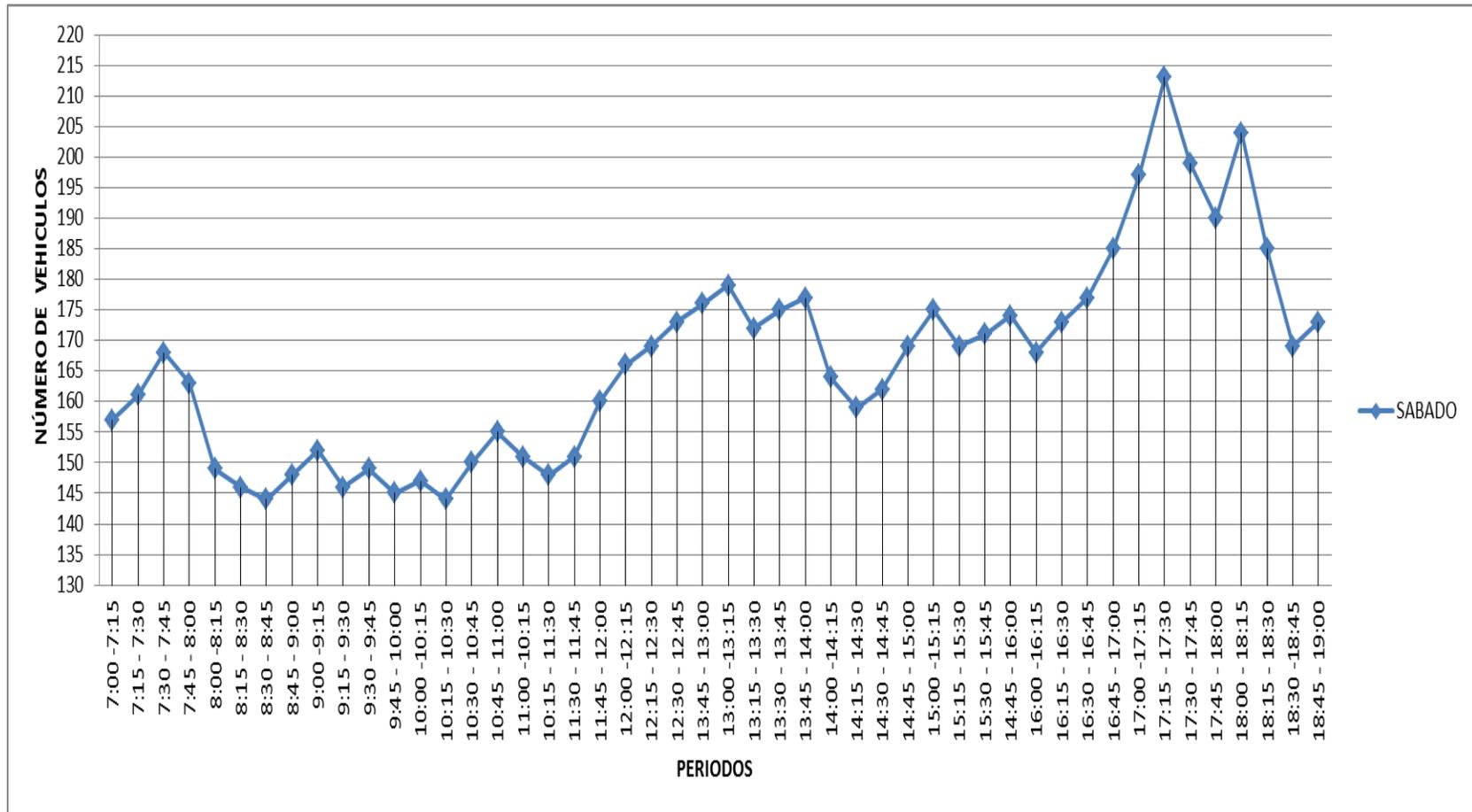
	TOTAL MIXTOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
7:00 -7:15	157		
7:15 - 7:30	161		
7:30 - 7:45	168		
7:45 - 8:00	163		
8:00 -8:15	149		
8:15 - 8:30	146		
8:30 - 8:45	144		
8:45 - 9:00	148		
9:00 -9:15	152		
9:15 - 9:30	146		
9:30 - 9:45	149		
9:45 - 10:00	145		
10:00 -10:15	147		
10:15 - 10:30	144		
10:30 - 10:45	150		
10:45 - 11:00	155		
11:00 -10:15	151		
10:15 - 11:30	148		
11:30 - 11:45	151		

	TOTAL MIXTOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
11:45 - 12:00	160		
12:00 - 12:15	166		
12:15 - 12:30	169		
12:30 - 12:45	173		
13:45 - 13:00	176		
13:00 - 13:15	179		
13:15 - 13:30	172		
13:30 - 13:45	175		
13:45 - 14:00	177		
14:00 - 14:15	164		
14:15 - 14:30	159		
14:30 - 14:45	162		
14:45 - 15:00	169		
15:00 - 15:15	175		
15:15 - 15:30	169		
15:30 - 15:45	171		
14:45 - 16:00	174		
16:00 - 16:15	168		
16:15 - 16:30	173		
16:30 - 16:45	177		
16:45 - 17:00	185		
17:00 - 17:15	197		
17:15 - 17:30	213		
17:30 - 17:45	199		
17:45 - 18:00	190		
18:00 - 18:15	204		
18:15 - 18:30	185		
18:30 - 18:45	169		
18:45 - 19:00	173		
TOTAL	1530		
		806	0,95

PORCENTAJE			
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
SÁBADO	99%	0%	1%

Fuente: Propia.

Gráfica 8-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos, tramo III.



Fuente: Propia.

De acuerdo a los valores obtenidos de la tabla 14 se realiza la gráfica 8 de variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo III, en la que se puede observar la diferenciación del volumen vehicular durante cada periodo, de la gráfica se deduce que desde las 7:00 am a las 8:00 se presenta un aumento del flujo vehicular, de las 8:15 am a las 11:45 am el flujo vehicular del tramo se encuentra dentro de un rango de 144 a 155 vehículos, de las 12:00 m a 2:00 pm muestra un aumento significativo del tráfico vehicular, de las 2:00 pm a las 3:00 pm se observa una disminución del volumen vehicular de la vía lo que podríamos llamar hora valle, desde las 4:00 pm empieza a aumentar el número de vehículos que circulan por este tramo mostrando la hora de máxima demanda de 5:15 pm a 6:15 pm .

- **Densidad del tráfico del tramo III.**
- **Densidad del tráfico en los días típicos en el tramo III.**

En la tabla 15 se determina la densidad del tráfico, esta depende de la velocidad a flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesado (vehículos pesados y buses), la tasa de flujo máxima y de la velocidad media de automóviles. El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y no circulan vehículos pesados.

Tabla 15-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos, tramo III.

NIVEL DE SERVICIO		
factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	0%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	2,5%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km/h)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	3,1
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	0,6
	FFS	24,8

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,95
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	315
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	166

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	26,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	7,0

Fuente: Propia.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 30km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 3.1 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,3 metros, por lo que los conductores se ven forzados a viajar guardando entre ellos una distancia lateral inferior a la derecha, por lo que la velocidad a flujo libre ase se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h lo que significa que la vía es de único sentido por lo tanto este ajuste no reduce la velocidad base.

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 0,6 km/h pues la vía cuenta con 2 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (878 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,95 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 315 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo III en los días típicos se obtiene una densidad de 7 vehículos livianos/ km/ carril.

Densidad del tráfico en los días atípicos en el tramo III.

Tabla 16-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos, tramo III.

NIVEL DE SERVICIO		
factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	0%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	1%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0
Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	3,1
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	0,6
	FFS (km/h)	24,8

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,95
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	806
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	424

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	17,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	25

Fuente: Propia.

En la tabla 16 se determina la densidad del tráfico, esta depende de la velocidad a flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesado (vehículos pesados y buses), la tasa de flujo máxima y de la velocidad media de automóviles. El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y no circulan vehículos pesados.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 30km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 3.1 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,3 metros, por lo tanto los conductores se ven forzados a viajar guardando entre ellos una distancia lateral inferior a la derecha, por lo que la velocidad a flujo libre ase se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h lo que significa que la vía es de único sentido por lo tanto este ajuste no reduce la velocidad base.

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 0,6 km/h pues la vía cuenta con 2 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

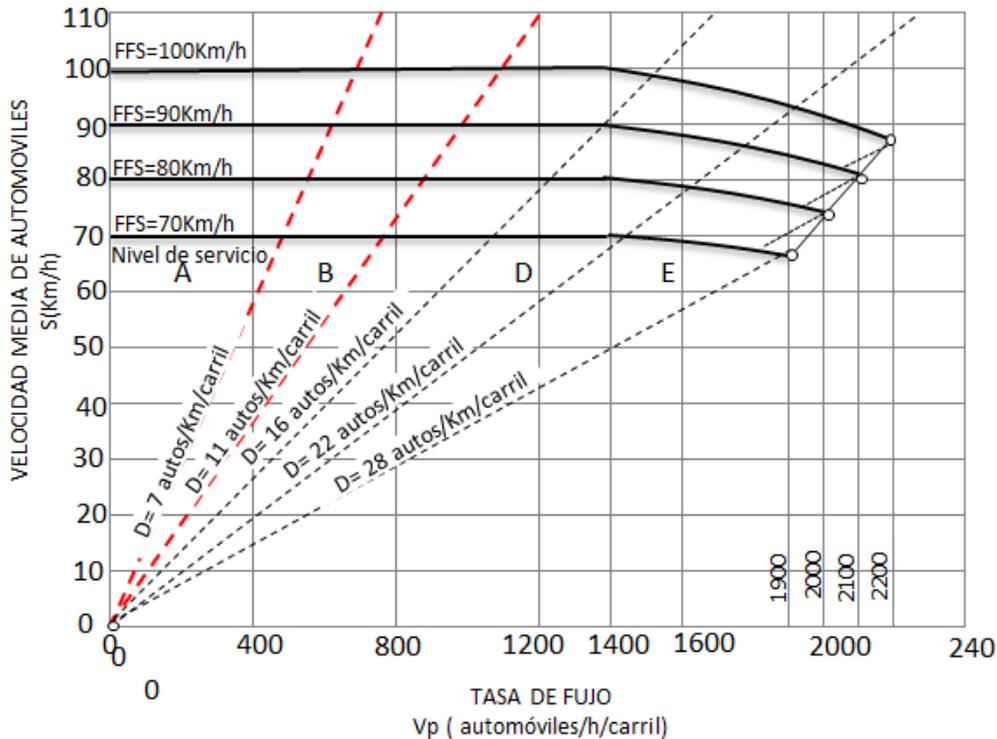
Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (806 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,95 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 424 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo III en los días atípicos se obtiene una densidad de 25 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Nivel de servicio del tramo III.**
- **Nivel de servicio de la vía en los días típicos del tramo III.**

Conociendo la densidad del tráfico (7 vehículos/km/carril), la gráfica 9 muestra que el nivel de servicio del tramo III en los días típicos es B, lo que significa que el funcionamiento de la vía está dentro del rango de flujo libre, aunque se empieza a observar otros vehículos integrantes de la circulación, la libertad de selección de las velocidades no se afecta.

Gráfica 9-Curva velocidad- flujo de los días típicos, tramo III.

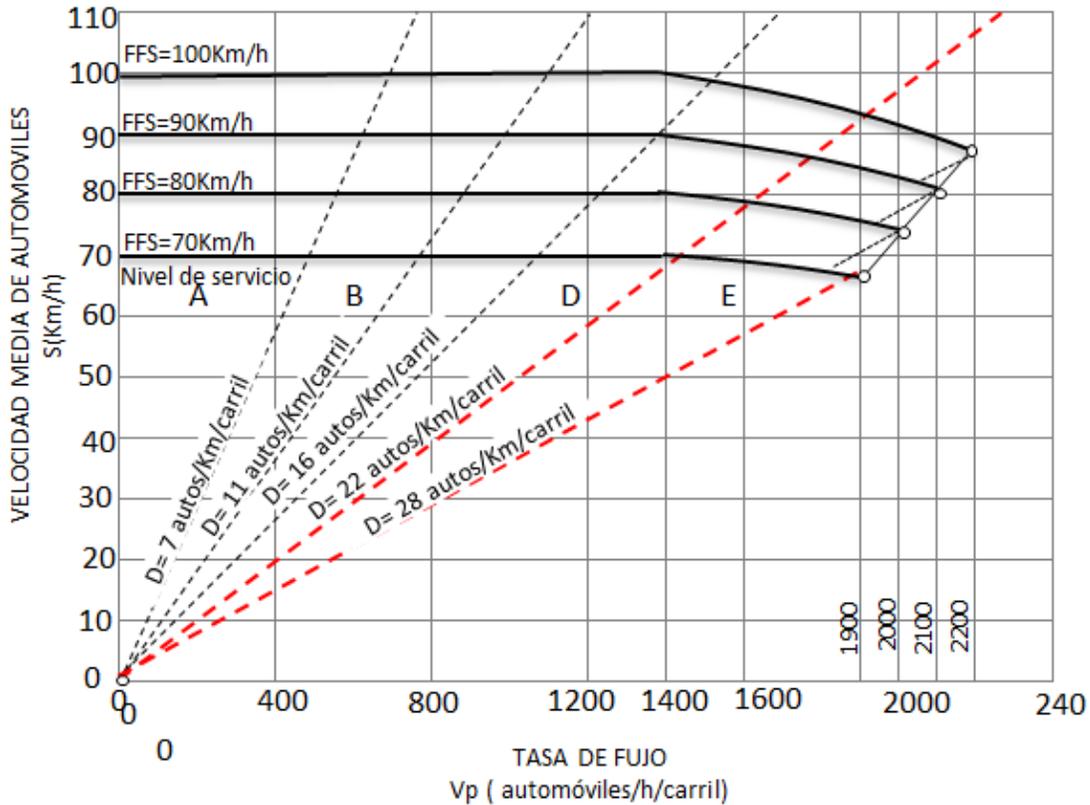


Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

- **Nivel de servicio de la vía en los días atípicos del tramo III.**

Conociendo la densidad del tráfico (25 vehículos/km/carril), la gráfica 10 muestra que el nivel de servicio del tramo III en los días atípicos es E, lo que significa que el funcionamiento de la vía en él, o cerca del, límite de capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida a un valor uniforme, la libertad de maniobrar es extremadamente difícil, la comodidad es baja y los pequeños aumentos de volumen presentan colapso.

Gráfica 10-Curva velocidad- flujo de los días atípicos, tramo III.



Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

7.2.1.3. Tramo IV

- Estado del tráfico

En la figura 12 se puede observar poco flujo vehicular. Este es uno de los tramos de menos volumen de tránsito, también se puede ver que es un sector residencial, el bicarril está demarcado correctamente incluyendo las señales de tránsito.

Figura 12- Estado del tráfico día martes.



Fuente: Propia.

Figura 13- Estado del tráfico día jueves.



Fuente: Propia.

Figura 14- Estado del tráfico día sábado.



Fuente: Propia.

En la figura 13 y 14 se puede resaltar que debido al poco flujo vehicular de este tramo, la velocidad de circulación de los vehículos es la promedio indicada en esta vía y se puede escoger por criterio de los conductores, aunque en la figura 14 se muestra un incremento de volumen vehicular de lo que se puede decir que en los días atípicos se hace mayor uso de este corredor vial.

- **Variables macroscópicas del tránsito**
- **Velocidad del tramo IV.**

Tabla 17-Velocidad tramo IV

DÍAS TÍPICOS.

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Martes	0,00074	0,02	27
Jueves	0,00068	0,02	29

DÍAS ATÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Sábado	0,00074	0,02	27

Fuente: Propia.

En la tabla 17 se puede observar los datos tomados en campo y la velocidad que se determinó, siendo esta un promedio de diferentes tiempos medidos.

Se tienen datos de dos días típicos y un día atípico, el promedio de la velocidad en los días típicos es de 28 km/h y en los días atípicos es de 27 km/h, que si se compara con la velocidad de diseño 30 km/h encontramos que la velocidad de circulación en este tramo es muy buena.

- **Volumen vehicular del tramo III.**
- **Volumen vehicular en días típicos del tramo IV.**

En la tabla 18 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo IV en el sentido occidente- oriente, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día atípico de 547 vehículos promedio que circulan durante 12 horas.

Tabla 18- Resumen del volumen vehicular en los días típicos, tramo IV.

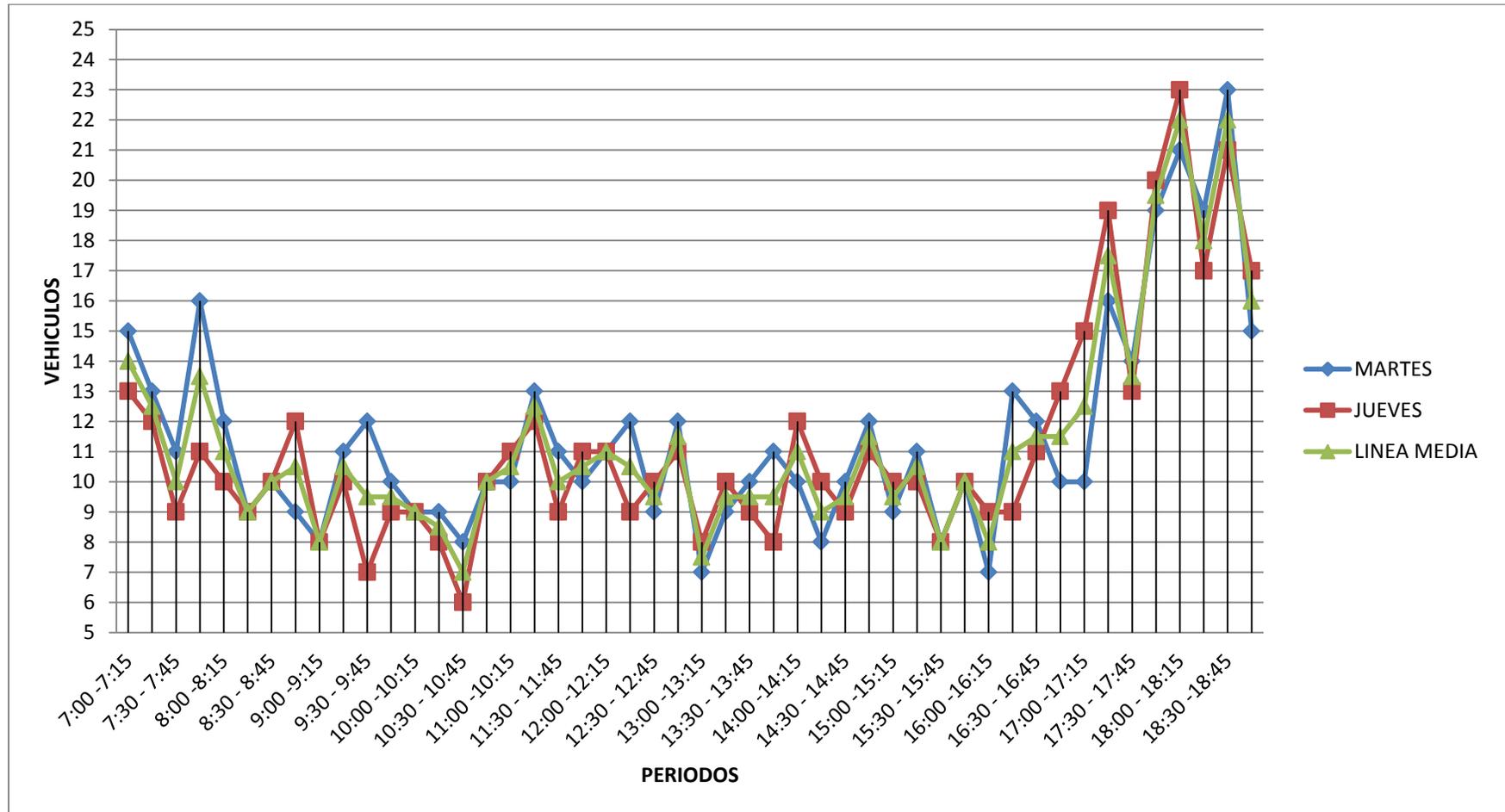
PERIODO	TOTAL MIXTOS				
	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
7:00 - 7:15	15	13	14		
7:15 - 7:30	13	12	13		
7:30 - 7:45	11	9	10		
7:45 - 8:00	16	11	14		
8:00 - 8:15	12	10	11		
8:15 - 8:30	9	9	9		
8:30 - 8:45	10	10	10		
8:45 - 9:00	9	12	11		
9:00 - 9:15	8	8	8		
9:15 - 9:30	11	10	11		
9:30 - 9:45	12	7	10		
9:45 - 10:00	10	9	10		
10:00 - 10:15	9	9	9		
10:15 - 10:30	9	8	9		
10:30 - 10:45	8	6	7		
10:45 - 11:00	10	10	10		
11:00 - 10:15	10	11	11		
10:15 - 11:30	13	12	13		
11:30 - 11:45	11	9	10		
11:45 - 12:00	10	11	11		
12:00 - 12:15	11	11	11		
12:15 - 12:30	12	9	11		
12:30 - 12:45	9	10	10		
13:45 - 13:00	12	11	12		

	TOTAL MIXTOS				
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
13:00 -13:15	7	8	8		
13:15 - 13:30	9	10	10		
13:30 - 13:45	10	9	10		
13:45 - 14:00	11	8	10		
14:00 -14:15	10	12	11		
14:15 - 14:30	8	10	9		
14:30 - 14:45	10	9	10		
14:45 - 15:00	12	11	12		
15:00 -15:15	9	10	10		
15:15 - 15:30	11	10	11		
15:30 - 15:45	8	8	8		
14:45 - 16:00	10	10	10		
16:00 -16:15	7	9	8		
16:15 - 16:30	13	9	11		
16:30 - 16:45	12	11	12		
16:45 - 17:00	10	13	12		
17:00 -17:15	10	15	13		
17:15 - 17:30	16	19	18		
17:30 - 17:45	14	13	14		
17:45 - 18:00	19	20	20		
18:00 - 18:15	21	23	22		
18:15 - 18:30	19	17	18		
18:30 -18:45	23	21	22		
18:45 - 19:00	15	17	16		
TOTAL	554	539	547	82	0,93

	PORCENTAJE		
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
MARTES	100%	0%	0%
JUEVES	100%	0%	0%
PROMEDIO	67%	0,00%	0,0%

Fuente: Propia

Gráfica 11-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos, tramo IV.



Fuente: propia.

La grafica 11 representa la variación horaria del flujo vehicular de los días típicos del tramo IV, en esta grafica se puede observar que desde las 7:00 am hasta las 10:00 am se presenta un flujo vehicular constante y similar sin embargo teniendo mayor flujo vehicular de 7:30 am a 8:45 am, en el periodo de las 10:00 am a las 4:15 pm se observa un disminución del volumen vehicular de la vía lo que podríamos llamar hora valle y manteniéndose constante este tiempo, la hora de máxima circulación esta entre las 5:45 pm a las 6:45 pm con un volumen de 82 vehículos.

Por el uso de suelo residencial de este tramo no hay evidencia de circulación de vehículos pesados y buses.

- **Volumen vehicular en días atípicos del tramo IV.**

En la tabla 19 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo IV en el sentido occidente- oriente, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día atípico de 1530 vehículos que circulan durante 12 horas.

Tabla 19-Resumen del volumen vehicular en los días atípicos, tramo IV.

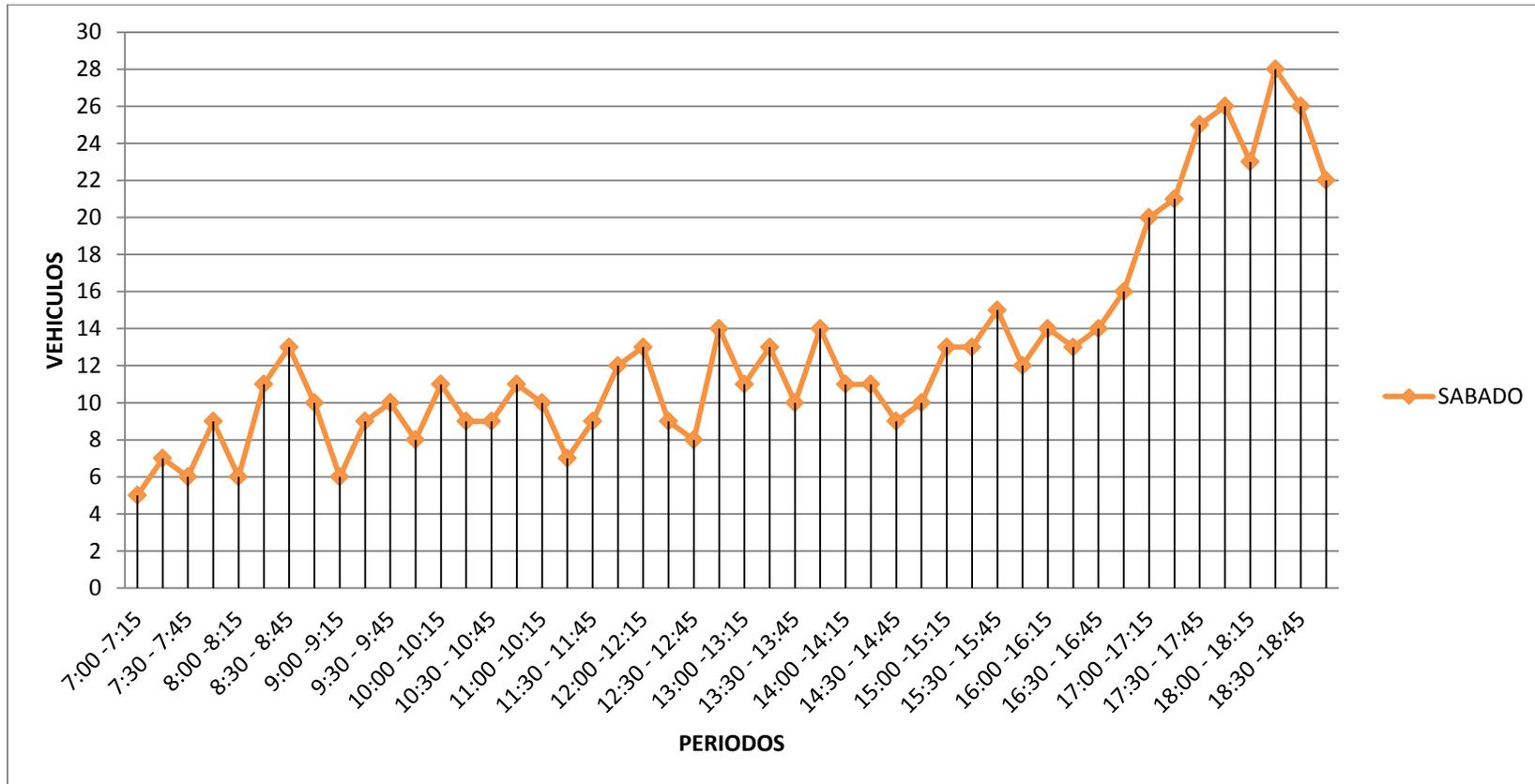
PERIODO	TOTAL MIXTOS		
	SÁBADO	VHMD	FHMD
7:00 - 7:15	5		
7:15 - 7:30	7		
7:30 - 7:45	6		
7:45 - 8:00	9		
8:00 - 8:15	6		
8:15 - 8:30	11		
8:30 - 8:45	13		
8:45 - 9:00	10		
9:00 - 9:15	6		
9:15 - 9:30	9		
9:30 - 9:45	10		
9:45 - 10:00	8		
10:00 - 10:15	11		
10:15 - 10:30	9		

PERIODO	TOTAL MIXTOS		
	SÁBADO	VHMD	FHMD
10:30 - 10:45	9		
10:45 - 11:00	11		
11:00 -10:15	10		
10:15 - 11:30	7		
11:30 - 11:45	9		
11:45 - 12:00	12		
12:00 -12:15	13		
12:15 - 12:30	9		
12:30 - 12:45	8		
13:45 - 13:00	14		
13:00 -13:15	11		
13:15 - 13:30	13		
13:30 - 13:45	10		
13:45 - 14:00	14		
14:00 -14:15	11		
14:15 - 14:30	11		
14:30 - 14:45	9		
14:45 - 15:00	10		
15:00 -15:15	13		
15:15 - 15:30	13		
15:30 - 15:45	15		
14:45 - 16:00	12		
16:00 -16:15	14		
16:15 - 16:30	13		
16:30 - 16:45	14		
16:45 - 17:00	16		
17:00 -17:15	20		
17:15 - 17:30	21		
17:30 - 17:45	25		
17:45 - 18:00	26		
18:00 - 18:15	23		
18:15 - 18:30	28		
18:30 -18:45	26		
18:45 - 19:00	22		
TOTAL	612		
		103	0,92

	PORCENTAJE		
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
MARTES	100%	0%	0%
JUEVES	100%	0%	0%
PROMEDIO	67%	0,00%	0,0%

Fuente: Propia.

Gráfica 12- Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos, tramo IV.



Fuente: Propia.

En la gráfica 12 se representa el volumen vehicular de los días atípicos del tramo IV, en esta grafica se puede observar que desde las 7:00 am a las 8:15 am se presenta poco flujo vehicular y a partir de esta hora es decir desde las 8:15 am hasta las 2:45 pm se mantiene constante y similar, la hora de máxima circulación entre las 5:45 pm a las 6:45 pm con un volumen vehicular de 103 vehículos y factor máximo de demanda de 0,92.

- **Densidad del tráfico en el tramo IV.**
- **Densidad del tráfico en días típicos del tramo IV.**

En la tabla 20 se determina la densidad del tráfico, esta depende de la velocidad a flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesado (vehículos pesados y buses), la tasa de flujo máxima y de la velocidad media de automóviles. El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo es 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y no circulan vehículos pesados.

Tabla 20- Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos, tramo IV.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	0%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	0%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0
Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	3,1
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central fm (Km/h)	2,6
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	1,3
	FFS	21,5

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,93
	Volumen horario de máxima demanda-V (vehículos)	82
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	44

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles- S (Km/hora)	28,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	2

Fuente: Propia.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 30km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 3.1 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,3 metros, por lo que los conductores se ven forzados a viajar guardando entre ellos una distancia lateral inferior a la derecha, por lo que la velocidad a flujo libre base se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h lo que significa que la vía es de único sentido por lo tanto este ajuste no reduce la velocidad base.

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 1,3 km/h pues la vía cuenta con 2 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (82 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,93 y

el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 44 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora. Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo IV en los días típicos se obtiene una densidad de 2 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Densidad del tráfico en días atípicos del tramo IV.**

Tabla 21- Determinación de la densidad del tráfico en os días típicos, tramo IV.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	0%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	0%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0
Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base - BFFS (Km)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	3,1
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central fm (Km/h)	2,6
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	1,3
	FFS	21,5
Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,92
	Volumen horario de máxima demanda (V)	103
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	56
Densidad (D)	Velocidad media de automóviles - S (km/h)	26,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	3,0

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 30km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 3.1 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,3 metros, por lo que los conductores se ven forzados a viajar guardando entre ellos una distancia lateral inferior a la derecha, por lo que la velocidad a flujo libre base se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h lo que significa que la vía es de único sentido por lo tanto este ajuste no reduce la velocidad base.

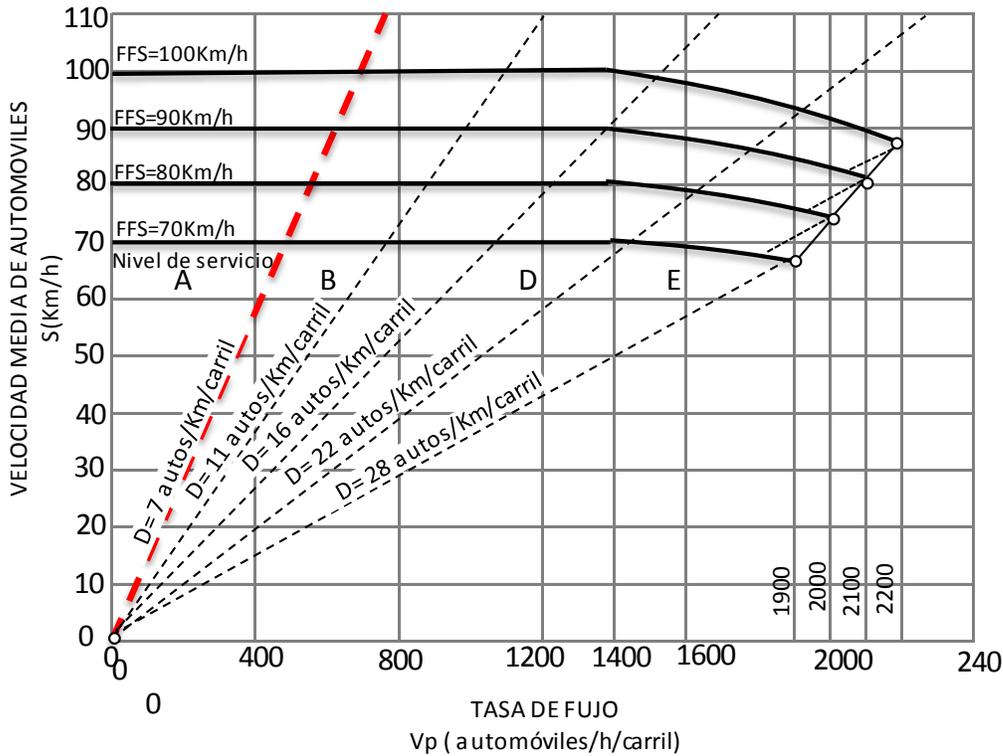
El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 1,3 km/h pues la vía cuenta con 2 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en la tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (103 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,93 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 56 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo IV en los días típicos se obtiene una densidad de 3 vehículos livianos/ km/ carril.

- Nivel de servicio del tramo IV.
- Nivel de servicio en días típicos del tramo IV.

Gráfica 13- Curva velocidad- flujo de los días típicos, tramo IV

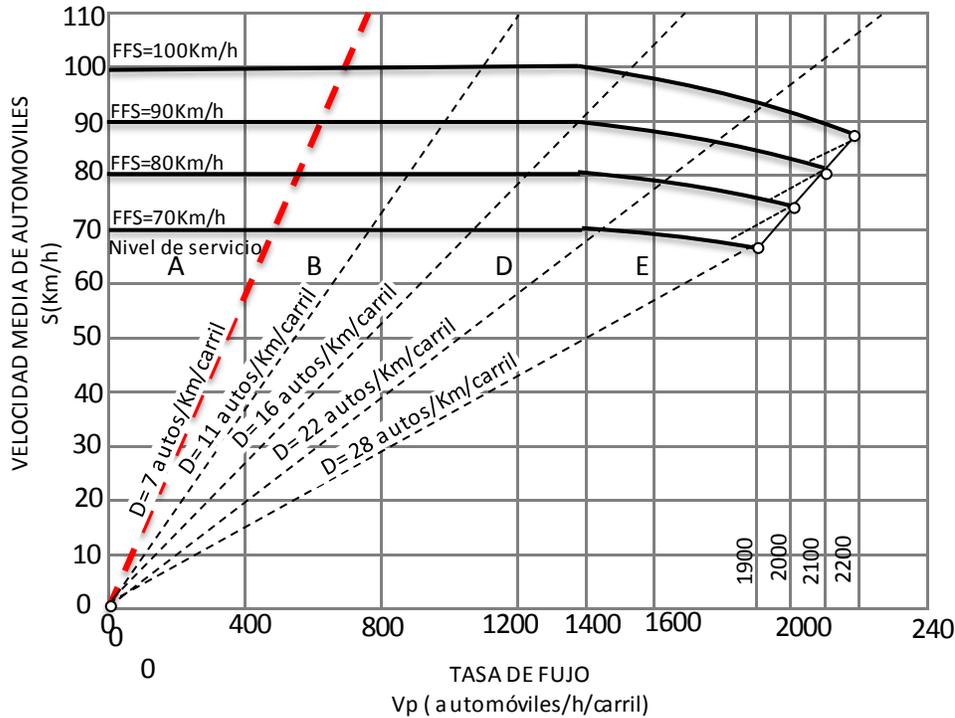


Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

Conociendo la densidad del tráfico (2 vehículos/km/carril), la gráfica 13 muestra que en nivel de servicio del tramo IV en los días típicos es A, lo que significa que la vía se encuentra en condiciones de circulación libre y fluida es decir cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarse sin sufrir demoras y usualmente la velocidad de los vehículos es la que elige libremente el conductor.

- Nivel de servicio en días atípicos

Gráfica 14- Curva velocidad- flujo de los días atípicos, tramo IV



Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

Conociendo la densidad del tráfico (3 vehículos/km/carril), la gráfica 14 muestra que en nivel de servicio del tramo IV en los días típicos es A, lo que significa que la vía se encuentra en condiciones de circulación libre y fluida es decir cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarse sin sufrir demoras y usualmente la velocidad de los vehículos es la que elige libremente el conductor.

7.2.2. Carrera 50

7.2.2.1. Tramo I

- Estado del tráfico del tramo I

Figura 15- Estado del tráfico el día martes, tramo I.



Fuente: Propia.

En la figura 15 observamos un flujo vehicular del día martes en horas de la tarde, se evidencia que el tráfico en este tramo es moderado o estable, la velocidad que se maneja es un poco restringida, sin embargo el usuario maneja comodidad a la hora de maniobrar. Se generan pequeños incrementos en el flujo por lo tanto no hay gran formación de colapso.

Figura 16- Estado del tráfico el día jueves, tramo I.



Fuente: Propia.

En la figura 16 se evidencia un flujo del día jueves en horas de la tarde, la densidad es elevada pero estable, también es notable la presencia de vehículos pesados, la velocidad que llevan los usuarios en el tramo se ve afectada por la interacción o maniobras de los otros vehículos, el nivel de comodidad que se maneja desciende debido a la gran circulación que existe de vehículos pesados.

Figura 17- Estado del tráfico del día sábado, tramo I.



Fuente: Propia.

En la figura 17 muestra el estado del tráfico el día sábado en horas de la mañana, identificamos estabilidad a nivel vehicular; es decir una circulación moderada la cual permite que la libertad de maniobra sea medianamente regular ó sea ni muy restringida pero tampoco que sea totalmente libre, La selección de velocidad es afectada por los demás usuarios de la vía sin embargo no deja de tener un nivel de comodidad bueno o medianamente aceptable.

- **Variables macroscópicas del tramo I**
- **Velocidad del tramo I**

En el tramo de vía, se realizó el estudio de velocidad en diferentes horas del día y por consiguiente en diversas condiciones del tránsito. La velocidad se determinó de forma manual teniendo una distancia corta que se pueda percibir cuando el vehículo inicia y finaliza el trecho, y el tiempo que demora en recorrerlo.

Tabla 22-Velocidad del tramo I.

DÍAS TÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Martes	0,00067	0,02	30
Jueves	0,00062	0,02	32

DÍAS ATÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Sábado	0,00052	0,02	38

Fuente: Propia.

En la tabla 22 se puede observar los datos tomados en campo y la velocidad que se determinó, siendo esta un promedio de diferentes tiempos medidos.

Se tienen datos de dos días típicos y un día atípico, el promedio de la velocidad en los días típicos es de 31 km/h y en los días atípicos es de 38 km/h, que si se compara con la velocidad de diseño 60 km/h muestra una notable disminución y es claro que en los días atípicos los vehículos circulan con una velocidad más alta.

- **Volumen vehicular del tramo I**
- **Volumen vehicular en los días típicos del tramo I**

En la tabla 23 se evidencia el resumen del aforo vehicular, sentido norte - sur, diferenciando los días típicos (martes y jueves), el conteo de los vehículos se hace teniendo en cuenta la sumatoria de los vehículos livianos, pesados y buses a lo que se le llama total de vehículos mixtos, para determinar un promedio de cada periodo de tiempo

Tabla 23- resumen de aforos en días típicos del tramo I, Carrera 50.

PERIODO	TOTAL MIXTOS			VHMD	FHMD
	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA		
7:00 - 7:15	323	331	327		
7:15 - 7:30	330	340	335		
7:30 - 7:45	332	341	337		
7:45 - 8:00	331	336	334		
8:00 - 8:15	305	325	315		
8:15 - 8:30	301	310	306		
8:30 - 8:45	304	302	303		
8:45 - 9:00	301	289	295		
9:00 - 9:15	295	298	297		
9:15 - 9:30	293	299	296		
9:30 - 9:45	293	308	301		
9:45 - 10:00	289	306	298		
10:00 - 10:15	291	312	302		
10:15 - 10:30	291	309	300		
10:30 - 10:45	291	312	302		
10:45 - 11:00	295	318	307		
11:00 - 10:15	297	313	305		
10:15 - 11:30	302	329	316		
11:30 - 11:45	310	325	318		
11:45 - 12:00	315	337	326		
12:00 - 12:15	320	344	332		
12:15 - 12:30	325	341	333		
12:30 - 12:45	333	342	338		
13:45 - 13:00	335	346	341		
13:00 - 13:15	332	346	339		
13:15 - 13:30	324	338	331		
13:30 - 13:45	317	346	332		
13:45 - 14:00	304	311	308		
14:00 - 14:15	300	315	308		
14:15 - 14:30	298	313	306		
14:30 - 14:45	295	316	306		
14:45 - 15:00	291	315	303		
15:00 - 15:15	283	308	296		
15:15 - 15:30	289	314	302		
15:30 - 15:45	299	320	310		
14:45 - 16:00	304	309	307		
16:00 - 16:15	335	348	342		
16:15 - 16:30	350	366	358		
16:30 - 16:45	361	356	359		
16:45 - 17:00	358	364	361		

TOTAL MIXTOS					
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
17:00 -17:15	362	372	367	1476	0,98
17:15 - 17:30	369	385	377		
17:30 - 17:45	364	376	370		
17:45 - 18:00	356	368	362		
18:00 - 18:15	350	359	355		
18:15 - 18:30	348	357	353		
18:30 -18:45	337	345	341		
18:45 - 19:00	333	341	337		
TOTAL	15261	15901	15581		

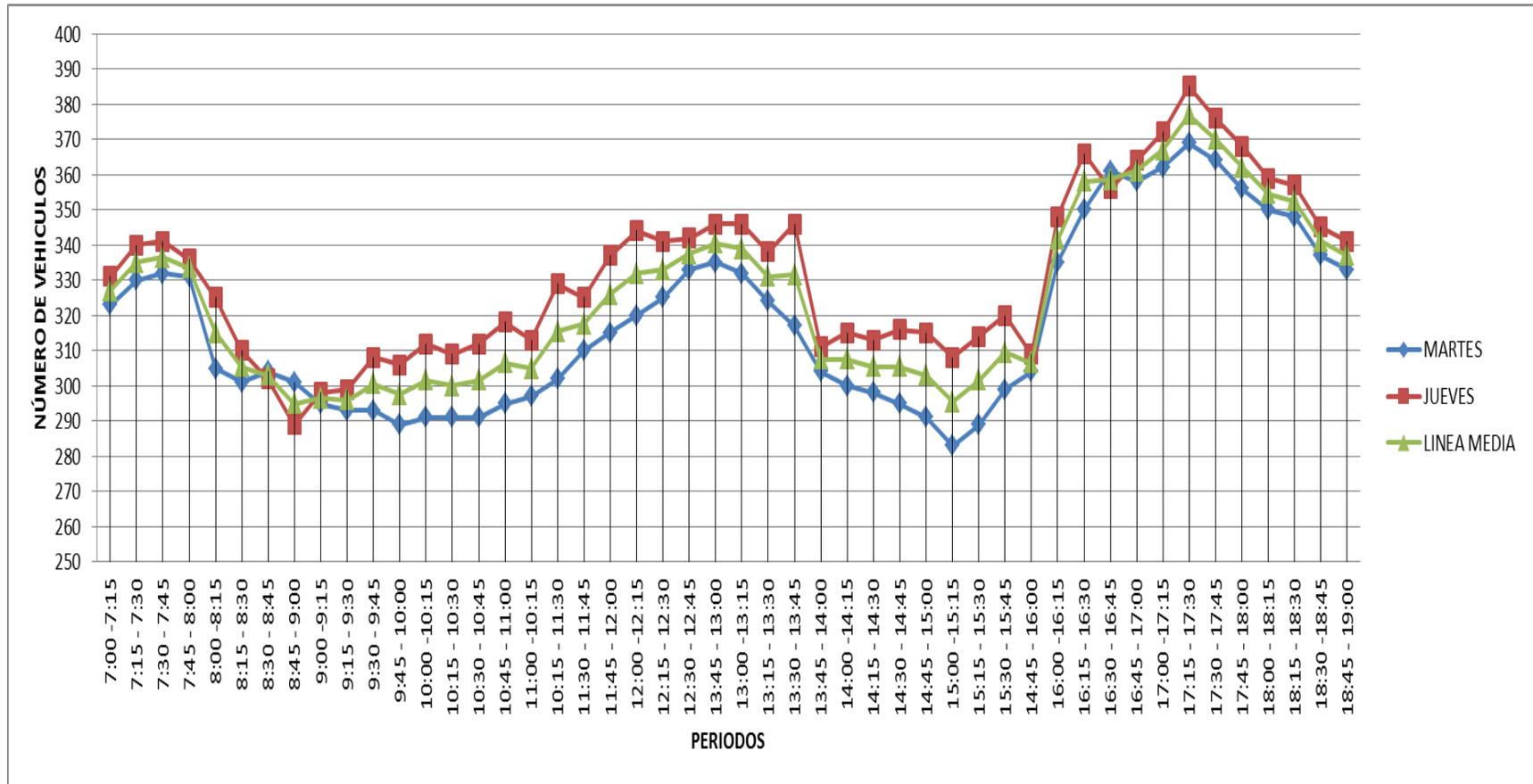
PORCENTAJE				
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES	
MARTES	95%	3%	2%	
JUEVES	95%	3%	2%	
PROMEDIO	95%	3%	2%	

Fuente: Propia.

En la tabla 23 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo I de la carrera 50 en el sentido norte- sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día martes de 15.261 vehículos y el día jueves 15.901 vehículos que circulan durante 12 horas, estos dos valores que nos arrojan los aforos dejan claro que el volumen vehicular presenta una diferencia mínima , por lo anterior se puede decir que durante los días típicos de la semana circulan un promedio de 15.581 vehículo por día.

Otra característica que vale la pena resaltar es el hora de máxima demanda que se presenta de 5:00 pm a 6:00 pm con un volumen de 1476 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,98 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda. En la segunda parte de la tabla se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 95% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos, el 2% son buses y el 3% restante son vehículos pesados.

Gráfica 15- Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos del tramo I, Carrera 50.



Fuente: Propia.

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 23 se realiza la gráfica 15 de variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo I de la Carrera 50, en la que se puede observar la diferenciación del volumen vehicular durante cada periodo, de la gráfica se deduce que durante el día se presenta 3 picos de circulación el primero desde las 7:00 am a las 8:00 am, el segundo se presenta en un periodo más largo de 12:00 m a 1:14 pm y el tercero de 5:00 pm a 6:00 pm. En los lapsos no mencionados se presenta con un flujo relativamente estable.

- **Volumen vehicular en los días atípicos del tramo I, Carrera 50.**

Tabla 24- resumen de aforos en días atípicos del tramo I, Carrera 50.

	TOTAL MIXTOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
7:00 -7:15	279		
7:15 - 7:30	282		
7:30 - 7:45	284		
7:45 - 8:00	279		
8:00 -8:15	281		
8:15 - 8:30	285		
8:30 - 8:45	287		
8:45 - 9:00	279		
9:00 -9:15	275		
9:15 - 9:30	277		
9:30 - 9:45	272		
9:45 - 10:00	269		
10:00 -10:15	270		
10:15 - 10:30	274		
10:30 - 10:45	270		
10:45 - 11:00	274		
11:00 -10:15	277		
10:15 - 11:30	279		
11:30 - 11:45	274		
11:45 - 12:00	285	1199	0,97
12:00 -12:15	306		
12:15 - 12:30	310		
12:30 - 12:45	298		
13:45 - 13:00	284		

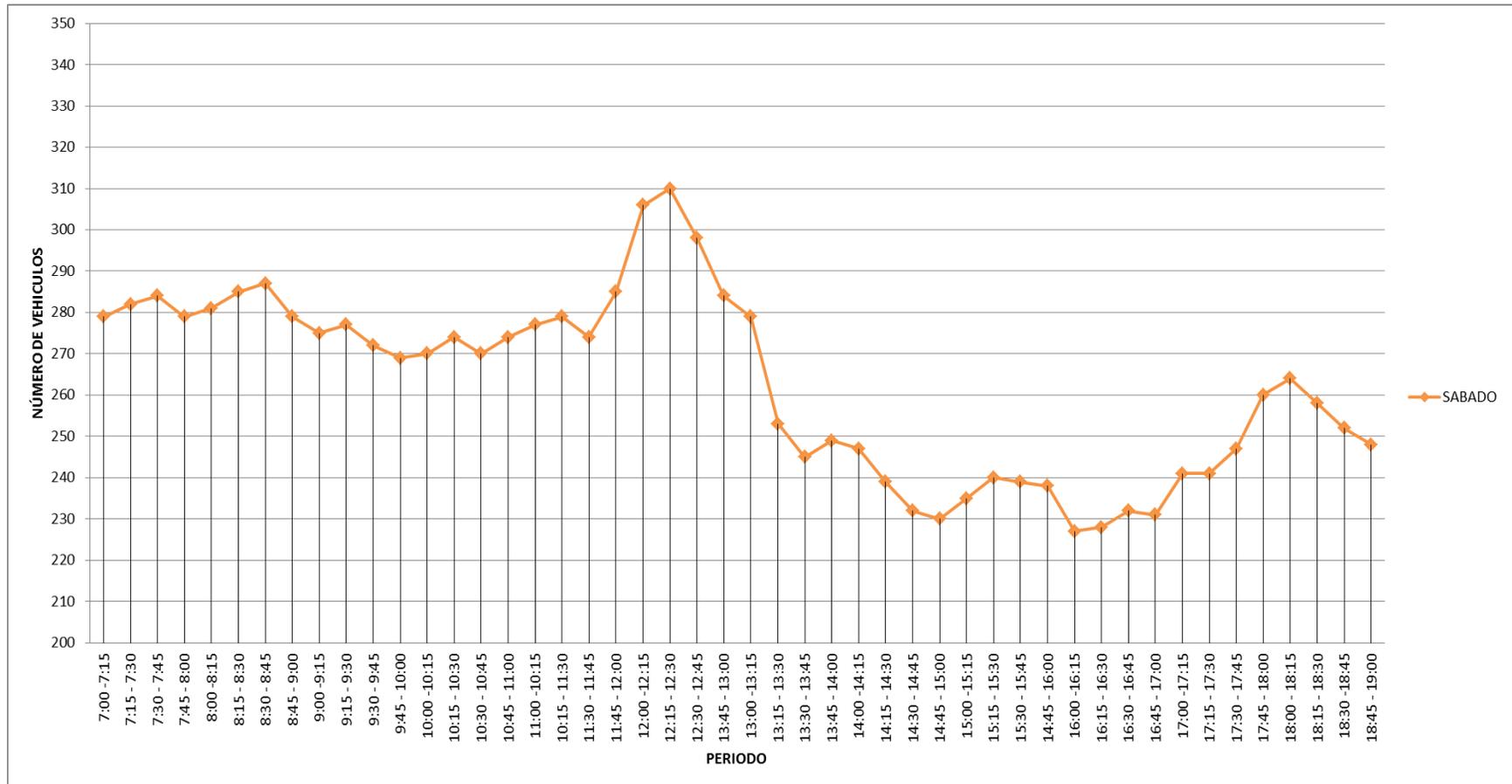
	TOTAL MIXTOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
13:00 -13:15	279		
13:15 - 13:30	253		
13:30 - 13:45	245		
13:45 - 14:00	249		
14:00 -14:15	247		
14:15 - 14:30	239		
14:30 - 14:45	232		
14:45 - 15:00	230		
15:00 -15:15	235		
15:15 - 15:30	240		
15:30 - 15:45	239		
14:45 - 16:00	238		
16:00 -16:15	227		
16:15 - 16:30	228		
16:30 - 16:45	232		
16:45 - 17:00	231		
17:00 -17:15	241		
17:15 - 17:30	241		
17:30 - 17:45	247		
17:45 - 18:00	260		
18:00 - 18:15	264		
18:15 - 18:30	258		
18:30 -18:45	252		
18:45 - 19:00	248		
TOTAL	12605		

	PORCENTAJE		
	VEH. LIVIANOS	BUSES	PESADOS
SÁBADO	93%	3%	4%

Fuente: Propia.

En la tabla 24 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo I de la Carrera 50 en día atípicos (sábado) en el sentido norte- sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día atípico de 12605 vehículos que circulan durante 12 horas.

Gráfica 16-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos del tramo I, Carrera 50.



Fuente: Propia.

La tabla 24 se muestra resaltada la hora de máxima demanda que se presenta de 11:45 pm a 12:45 pm con un volumen de 1199 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,97 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda.

En la segunda parte de la tabla se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 93% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos, el 3% son buses y el 4% son vehículos pesados.

De acuerdo a los valores obtenidos de la tabla 24 se realiza la gráfica 16 de variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo III, en la que se puede observar la diferenciación del volumen vehicular durante cada periodo, de la gráfica se deduce que desde las 7:00 am a las 11:30 am se presenta un flujo vehicular uniforme en cada periodo existe una variación mínima y el rango de circulación vehicular oscila entre 270 vehículos y 287 vehículos, de las 11:45 am a las 12:45 am el flujo vehicular del tramo se encuentra aumentado mostrando el pico máximo de circulación del día, de la 1:00 pm a las 5:00 pm muestra un comportamiento al que le podríamos llamar hora valle, de las 5:00 pm a las 7:00 pm se observa un aumento del volumen vehicular de la vía.

- **Densidad del tráfico**
- **Densidad del tráfico en los días típicos del tramo I, Carrera 50.**

Tabla 25-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos del tramo I, Carrera 50.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehiculos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	3,0%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	2,0%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	60
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	8
	FFS	50,5

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,98
	Volumen horario de máxima demanda-V (vehículos)	1476
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	754

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles- S (Km/hora)	31,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	24

Fuente: Propia.

El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo I de la Carrera 50 es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y vehículos pesados, comparados con el porcentaje de vehículos livianos.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 60km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 metros, por lo que los conductores pueden viajar cómodamente y la velocidad a flujo libre base no se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h pues el tramo cuenta con una camellón que separa las calzadas y los vehículos no se deben reducir su velocidad por precaución de choque en diferentes sentidos viales. .

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 8 km/h pues la vía cuenta con 12 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (1476 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,98 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 619 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo I en los días típicos se obtiene una densidad de 24 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Densidad del tráfico en los días atípicos del tramo I**

Tabla 26-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos del tramo I, Carrera 50.

NIVEL DE SERVICIO		
factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	4%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	3%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	60
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	8
	FFS	50,5

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,97
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	1199
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	619

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	38,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	17,0

Fuente: Propia.

El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo I de la Carrera 50 es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y vehículos pesados, comparados con el porcentaje de vehículos livianos.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 60km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 metros, por lo que los conductores pueden viajar cómodamente y la velocidad a flujo libre base no se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h pues el tramo cuenta con una camellón que separa las calzadas y los vehículos no se deben reducir su velocidad por precaución de choque en diferentes sentidos viales. .

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 8 km/h pues la vía cuenta con 12 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (1199 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,97 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 754 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

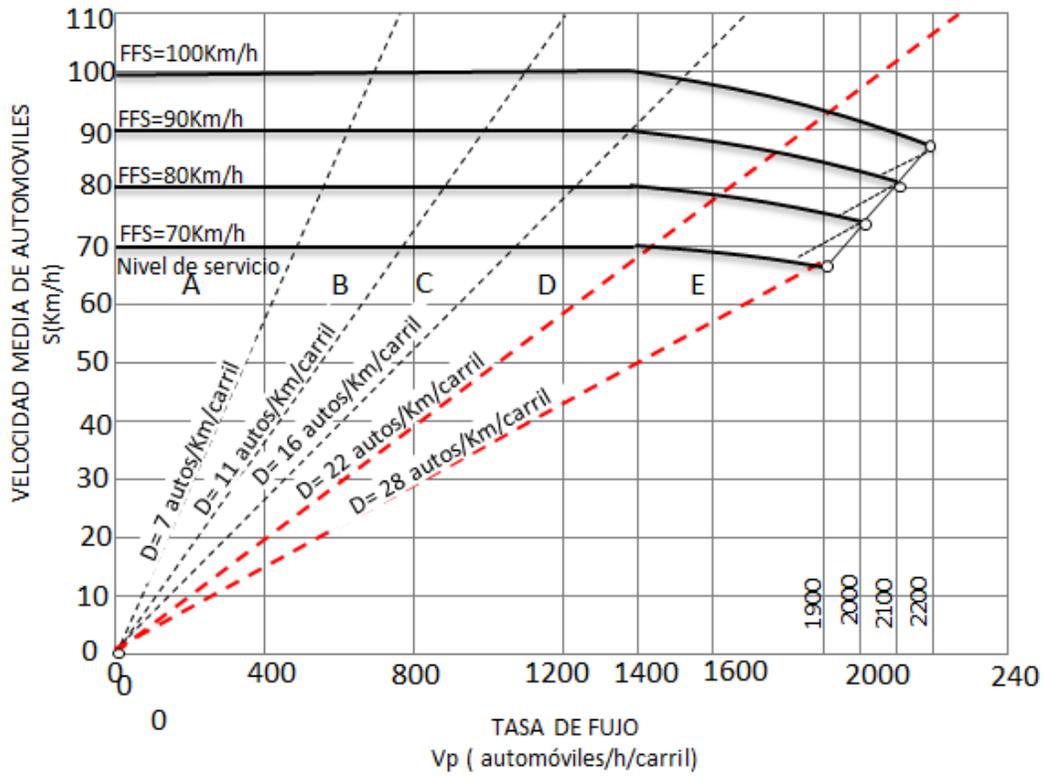
Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo I en los días típicos se obtiene una densidad de 27 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Nivel de servicio**

- **Nivel de servicio en los días típicos del tramo I**

Conociendo la densidad del tráfico (24 vehículos/km/carril), la gráfica 17 muestra que el nivel de servicio del tramo I de la Carrera 50 en los días típicos es E, lo que significa que el funcionamiento de la vía en él, o cerca del, límite de capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida a un valor uniforme, la libertad de maniobrar es extremadamente difícil, la comodidad es baja y los pequeños aumentos de volumen presentan colapso.

Gráfica 17-Curva velocidad- flujo de los días típicos del tramo I, Carrera 50.

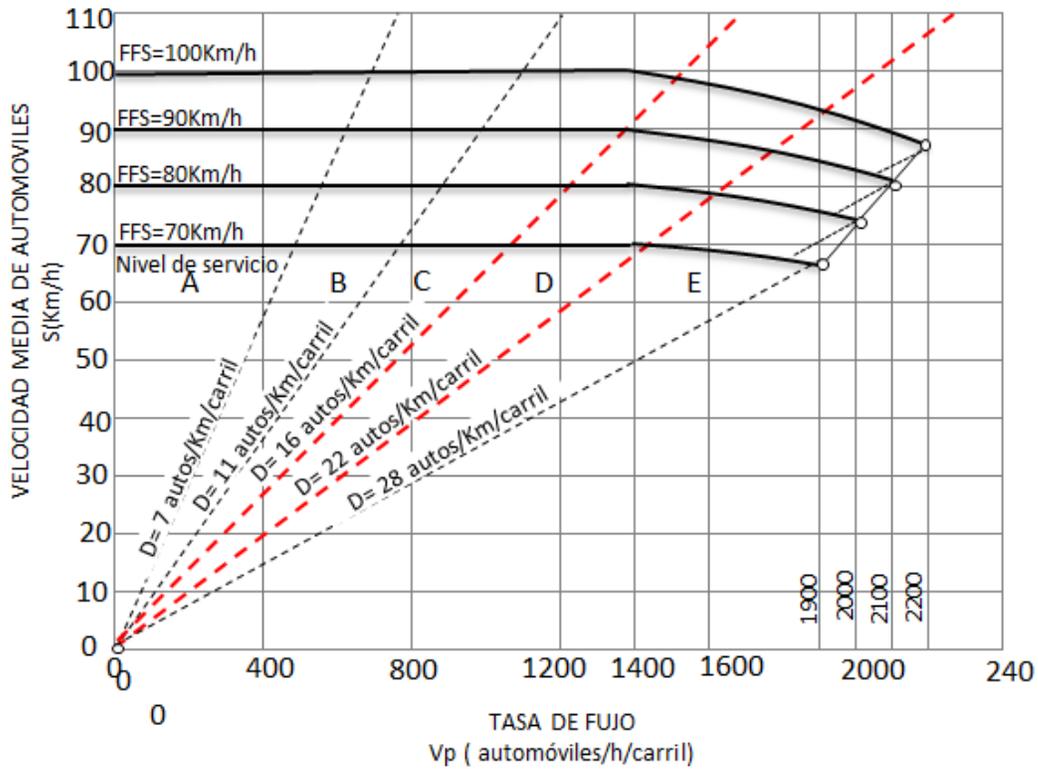


Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

- **Nivel de servicio en los días atípicos del tramo I**

Conociendo la densidad del tráfico (17 vehículos/km/carril), la gráfica 18 muestra que el nivel de servicio del tramo I de la Carrera 50 en los días atípicos es D, lo que representa una densidad elevada, aunque estable. La velocidad y la libertad de maniobrar quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de colas.

Gráfica 18-Curva velocidad- flujo de los días atípicos del tramo I, Carrera 50.



Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

7.2.2.2. Tramo II

- Estado del tráfico del tramo II.

Figura 18- Estado del tráfico día martes.



Fuente: Propia.

En la figura 18 se evidencia flujo vehicular del día martes en horas de la tarde donde se evidencia un flujo estable no dejando de lado el gran número de vehículos que se presenta, ocasionando que la velocidad se vea reducida, también podemos decir que hay pequeños aumentos de flujos (fondo de la imagen) ocasionado por ligeras perturbaciones como lo es clima.

Figura 19-Estado del tráfico día jueves.



Fuente: Propia.

En la figura 19 observamos el estado del tráfico del día jueves aproximadamente a las 5:00 pm donde puede ver el gran flujo vehicular en el cual influyen factores como la lluvia, además al tener este tipo de flujo ocasiona que la vía llegue se mantenga cerca de su límite de capacidad provocando en la mayoría de los casos colapsos en el tramo. No es posible conseguir facilidad o libertad al momento de maniobrar, en pocas palabras la circulación es inestable lo que genera grandes colas durante un tiempo extenso.

En la figura 20 observamos el estado del tráfico del día sábado en horas de la mañana, se ve representado un flujo vehicular estable, proporcionando un nivel de convivencia bueno sin dejar de lado que el comportamiento de cada vehículo se ve afectado por los otros que de igual forma transitan por la vía. Es importante resaltar que las velocidades deseadas por cada usuario disminuyen en este tramo por los problemas de funcionamiento que se ocasionan durante el día.

Figura 20-Estado del tráfico día sábado.



Fuente: Propia.

- **Variables macroscópicas del tramo II.**
- **Velocidad del tramo II.**

Tabla 27- Velocidad del tramo II, Carrera 50.

DÍAS TÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD(Km/hora)
Martes	0,00067	0,02	30
Jueves	0,00062	0,02	32

DÍAS ATÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Sábado	0,00056	0,02	36

Fuente: Propia.

En la tabla No. 27 se puede observar los datos tomados en campo y la velocidad que se determinó, siendo esta un promedio de diferentes tiempos medidos.

Se tienen datos de dos días típicos y un día típico, el promedio de la velocidad en los días típicos es de 31 km/h y en los días atípicos es de 36 km/h, que si se compara con la velocidad de diseño 60 km/h muestra una notable disminución casi a la mitad.

- **Volumen vehicular del tramo II.**
- **Volumen vehicular en los días típicos del tramo II.**

En la tabla 28 se evidencia el resumen del aforo vehicular, sentido norte - sur, diferenciando los días típicos (martes y jueves), el conteo de los vehículos se hace teniendo en cuenta la sumatoria de los vehículos livianos, pesados y buses a lo que se le llama total de vehículos mixtos, para determinar un promedio de cada periodo de tiempo

Tabla 28-Resumen del volumen vehicular en los días típicos del tramo II, Carrera 50.

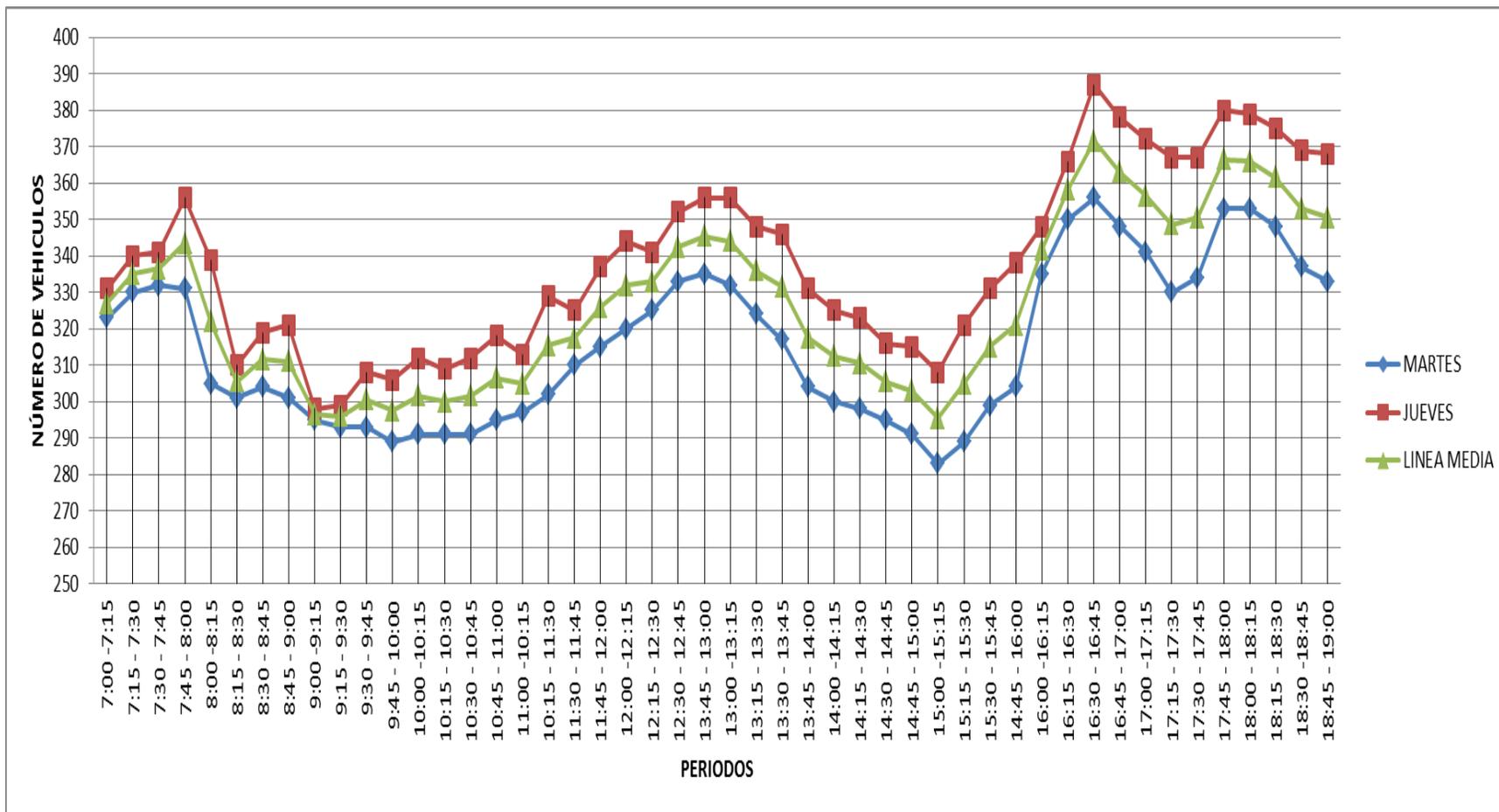
PERIODO	TOTAL MIXTOS				
	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
7:00 -7:15	319	314	317		
7:15 - 7:30	329	329	329		
7:30 - 7:45	328	335	332		
7:45 - 8:00	325	322	324		
8:00 -8:15	312	329	321		
8:15 - 8:30	295	324	310		
8:30 - 8:45	292	312	302		
8:45 - 9:00	295	308	302		
9:00 -9:15	286	302	294		
9:15 - 9:30	285	296	291		
9:30 - 9:45	281	284	283		
9:45 - 10:00	273	287	280		
10:00 -10:15	268	286	277		
10:15 - 10:30	275	289	282		
10:30 - 10:45	283	280	282		
10:45 - 11:00	279	287	283		
11:00 -10:15	296	284	290		
10:15 - 11:30	313	283	298		
11:30 - 11:45	318	296	307		
11:45 - 12:00	321	319	320		
12:00 -12:15	324	329	327		
12:15 - 12:30	319	335	327		
12:30 - 12:45	326	340	333		
13:45 - 13:00	329	342	336		
13:00 -13:15	320	341	331		
13:15 - 13:30	313	334	324		

TOTAL MIXTOS					
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
13:30 - 13:45	305	328	317		
13:45 - 14:00	293	319	306		
14:00 - 14:15	299	322	311		
14:15 - 14:30	297	317	307		
14:30 - 14:45	288	299	294		
14:45 - 15:00	284	293	289		
15:00 - 15:15	278	290	284		
15:15 - 15:30	275	295	285		
15:30 - 15:45	283	301	292		
14:45 - 16:00	298	312	305		
16:00 - 16:15	324	338	331		
16:15 - 16:30	335	345	340		
16:30 - 16:45	358	362	360		
16:45 - 17:00	351	357	354		
17:00 - 17:15	362	368	365	1463	1
17:15 - 17:30	369	375	372		
17:30 - 17:45	359	364	362		
17:45 - 18:00	358	371	365		
18:00 - 18:15	350	348	349		
18:15 - 18:30	347	336	342		
18:30 - 18:45	342	340	341		
18:45 - 19:00	339	335	337		
TOTAL	14998	15402	15200		

PORCENTAJE			
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
MARTES	95%	3%	2%
JUEVES	95%	3%	2%
PROMEDIO	95%	3%	2%

Fuente: Propia.

Gráfica 19-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos del tramo II, Carrera 50.



Fuente: Propia.

En la tabla 28 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo II de la Carrera 50 en el sentido norte-sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el que se muestra un total de volumen vehicular en el día martes de 14.998 vehículos y el día jueves 15.402 vehículos que circulan durante 12 horas, estos dos valores que nos arrojan los aforos dejan claro que el volumen vehicular presenta una diferencia mínima, por lo anterior se puede decir que durante los días típicos de la semana circulan un promedio de 15.200 vehículos por día. Otra característica que vale la pena resaltar es el hora de máxima demanda que se presenta de 5:00 pm a 6:00 pm con un volumen de 1463 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 1 lo significa que existe una distribución uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda. En la segunda parte de la tabla se representa los tipos de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 95% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos lo que incluyen taxis y vehículos privados, el 3% son vehículos pesados en donde se clasifican los camiones, furgones y demás vehículos utilizados para carga, y el 2% restante son buses lo que hace representación a los de servicio público, rutas escolares y rutas privadas.

En la gráfica 19 se observa la variación horaria del volumen vehicular en los días típicos en el tramo II de la Carrera 50, de la gráfica se deduce que durante el día se presenta 3 picos de circulación el primero desde las 7:00 am a las 8:00 am, el segundo se presenta en un periodo más largo de 12:00 m a 1:15 pm y el tercero de 5:00 pm a 6:00 pm. En los lapsos no mencionados se presenta con un flujo relativamente estable.

- **Volumen vehicular en los días atípicos del tramo II.**

Tabla 29-Resumen del volumen vehicular en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.

PERIODO	TOTAL MIXTOS		
	SÁBADO	VHMD	FHMD
7:00 -7:15	285		
7:15 - 7:30	289		
7:30 - 7:45	287		
7:45 - 8:00	285		
8:00 -8:15	283		
8:15 - 8:30	281		
8:30 - 8:45	279		
8:45 - 9:00	287		
9:00 -9:15	287		
9:15 - 9:30	286		
9:30 - 9:45	275		
9:45 - 10:00	278		
10:00 -10:15	274		
10:15 - 10:30	279		
10:30 - 10:45	275		
10:45 - 11:00	282		
11:00 -10:15	276		
10:15 - 11:30	269		
11:30 - 11:45	273		
11:45 - 12:00	297		
12:00 -12:15	301		
12:15 - 12:30	297		
12:30 - 12:45	287		
13:45 - 13:00	283		
13:00 -13:15	279		
13:15 - 13:30	249		
13:30 - 13:45	232		
13:45 - 14:00	229		
14:00 -14:15	238		
14:15 - 14:30	239		
14:30 - 14:45	237		
14:45 - 15:00	241		
15:00 -15:15	240		
15:15 - 15:30	235		
15:30 - 15:45	236		
14:45 - 16:00	224		
		1182	0,98

TOTAL MIXTOS			
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
16:00 -16:15	234		
16:15 - 16:30	236		
16:30 - 16:45	241		
16:45 - 17:00	245		
17:00 -17:15	250		
17:15 - 17:30	261		
17:30 - 17:45	269		
17:45 - 18:00	269		
18:00 - 18:15	274		
18:15 - 18:30	261		
18:30 -18:45	263		
18:45 - 19:00	260		
TOTAL	12737		

PORCENTAJE			
	VEH. LIVIANOS	BUSES	PESADOS
SÁBADO	93%	3%	4%

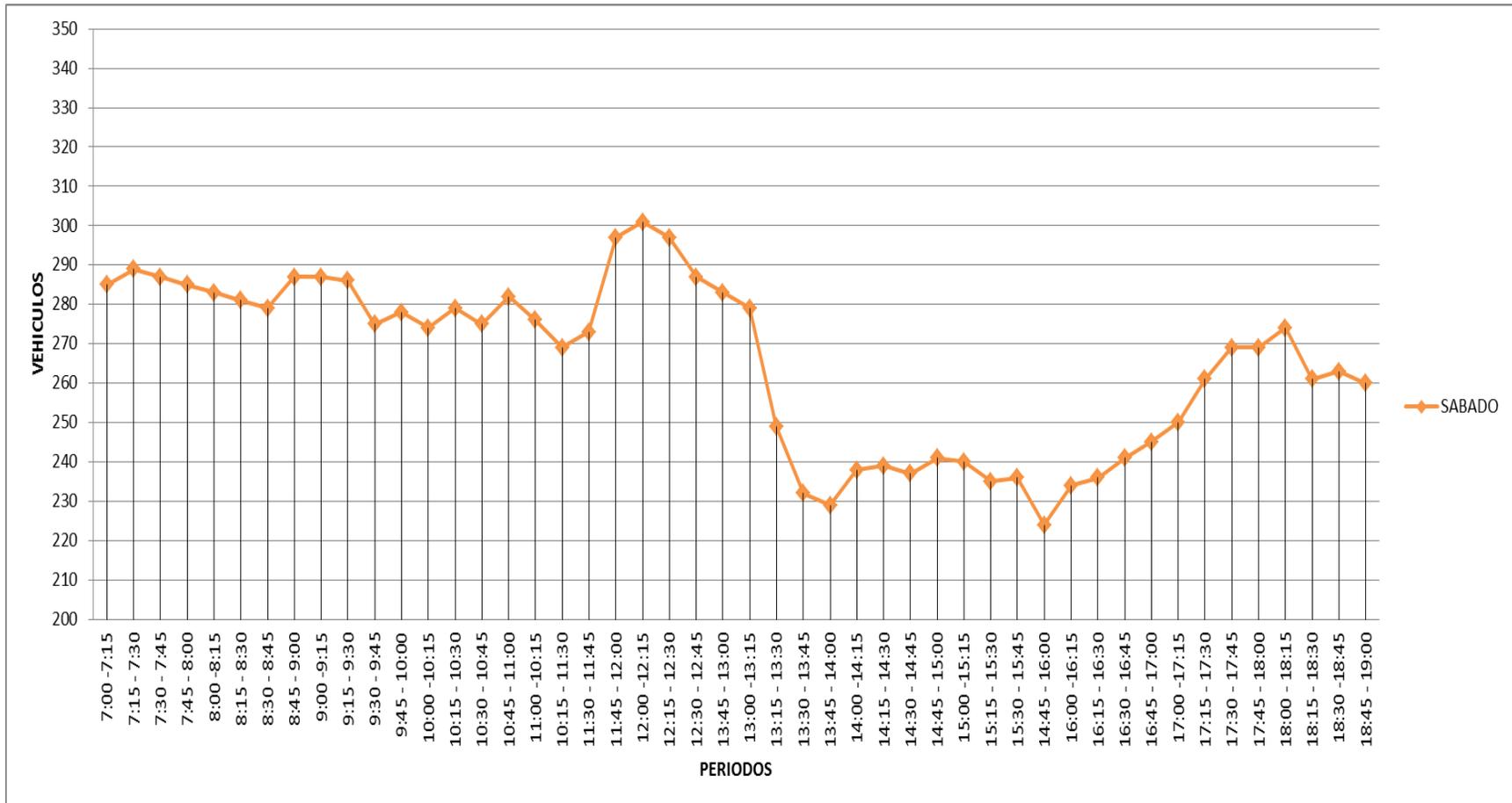
Fuente: Propia.

En la tabla 29 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo II de la Carrera 50 en día atípicos (sábado) en el sentido norte- sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día atípico de 12737 vehículos que circulan durante 12 horas.

La tabla 29 se muestra resaltada la hora de máxima demanda que se presenta de 11:45 pm a 12:45 pm con un volumen de 1182 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,98 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda.

En la segunda parte de la tabla se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 93% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos, el 3% son buses y el 4% son vehículos pesados

Gráfica 20-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.



Fuente: Propia.

De acuerdo a los valores obtenidos de la tabla 29 se realiza la gráfica 20 de variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo II de la Carrera 50, en la que se puede observar la diferenciación del volumen vehicular durante cada periodo, de la gráfica se deduce que desde las 7:00 am a las 11:45 am se presenta un flujo vehicular uniforme en cada periodo existe una variación mínima y el rango de circulación vehicular oscila entre 269 vehículos y 289 vehículos , de las 11:45 am a las 12:45 am el flujo vehicular del tramo se encuentra aumenta mostrando el pico máximo de circulación del día, de la 1:00 pm a las 5:00 pm muestra un comportamiento al que le podríamos llamar hora valle , de las 5:00 pm a las 7:00 pm se observa un aumento del volumen vehicular de la vía .

- **Densidad del tráfico del tramo II.**
- **Densidad del tráfico en los días típicos del tramo II.**

Tabla 30-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos del tramo II, Carrera 50.

NIVEL DE SERVICIO		
factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	2%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	1%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0
Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	30
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	2,6
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	5,3
	FFS	20,6

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,00
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	1463
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	732

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	32,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	23

Fuente: Propia.

El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo II de la Carrera 50 es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y vehículos pesados, comparados con el porcentaje de vehículos livianos.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 60km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 metros, por lo que los conductores pueden viajar cómodamente y la velocidad a flujo libre base no se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h pues el tramo cuenta con una camellón que separa las calzadas y los vehículos no se deben reducir su velocidad por precaución de choque en diferentes sentidos viales. .

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 5,3 km/h pues la vía cuenta con 8 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda

(1463 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 1 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 732 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora. Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo II en los días típicos se obtiene una densidad de 23 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Densidad del tráfico en los días atípicos del tramo II.**

Tabla 31-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	4%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	3%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0
Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base - BFFS (Km)	60
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	5,3
	FFS	53,2
Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,98
	Volumen horario de máxima demanda (V)	1182
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	604
Densidad (D)	Velocidad media de automóviles - S (km/h)	38,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	16

Fuente: Propia.

El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo II de la Carrera 50 es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y vehículos pesados, comparados con el porcentaje de vehículos livianos.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 60km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 metros, por lo que los conductores pueden viajar cómodamente y la velocidad a flujo libre base no se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h pues el tramo cuenta con una camellón que separa las calzadas y los vehículos no se deben reducir su velocidad por precaución de choque en diferentes sentidos viales. .

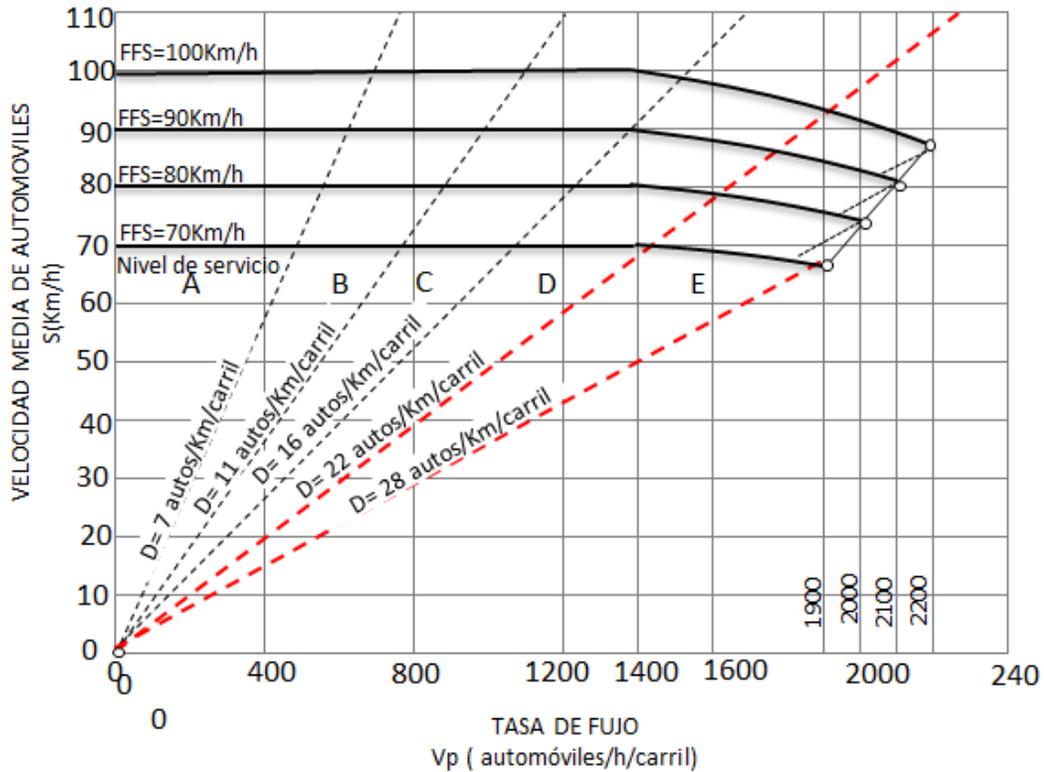
El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 5,3 km/h pues la vía cuenta con 8 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (1182 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de transito es de 0,98 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 604 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo II en los días típicos se obtiene una densidad de 16 vehículos livianos/ km/ carril.

- Nivel de servicio del tramo II, Carrera 50.
- Nivel de servicio en los días típicos del tramo II, Carrera 50.

Gráfica 21-Curva velocidad- flujo de los días típicos del tramo II, Carrera 50.

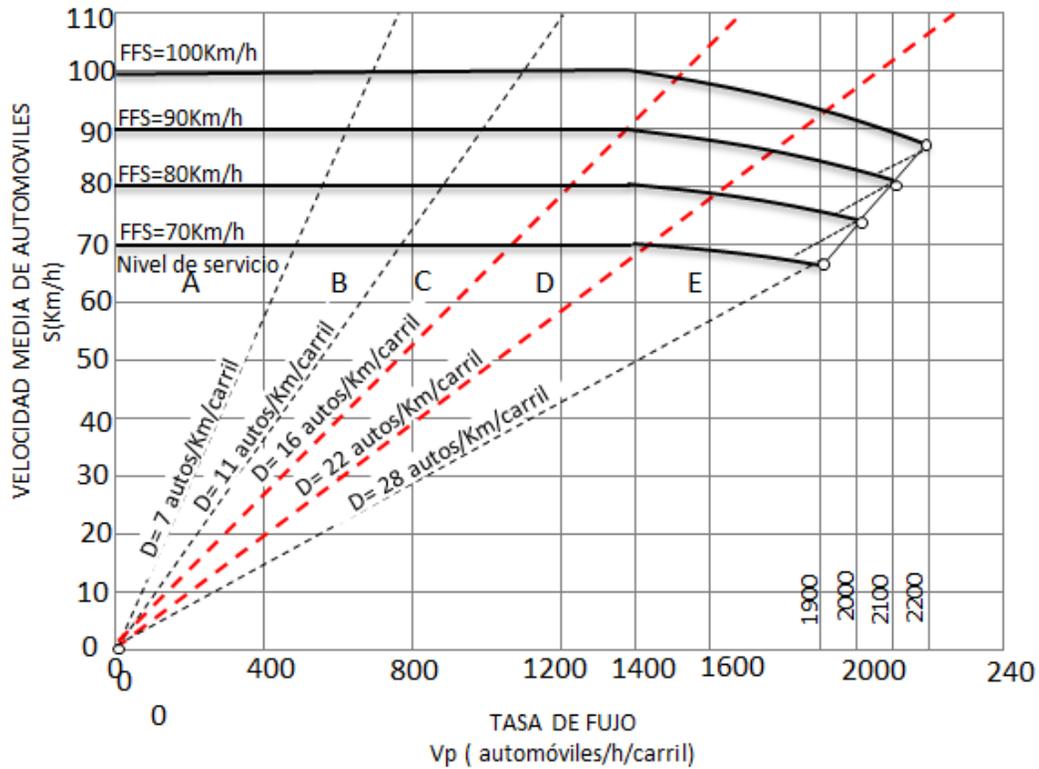


Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

Conociendo la densidad del tráfico (23 vehículos/km/carril), la gráfica 21 muestra que el nivel de servicio del tramo II de la Carrera 50 en los días atípicos es E, lo que significa que el funcionamiento de la vía en él, o cerca del, límite de capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida a un valor uniforme, la libertad de maniobrar es extremadamente difícil, la comodidad es baja y los pequeños aumentos de volumen presentan colapso

- Nivel de servicio en los días atípicos del tramo II, Carrera 50.

Gráfica 22- Curva velocidad- flujo de los días atípicos del tramo II, Carrera 50.



Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

Conociendo la densidad del tráfico (16 vehículos/km/carril), la gráfica 22 muestra que el nivel de servicio del tramo I de la Carrera 50 en los días atípicos es D, lo que representa una densidad elevada, aunque estable. La velocidad y la libertad de maniobrar quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de colas.

7.2.2.3. Tramo III

- Estado del tráfico del tramo III.

Figura 21- Esta del trafico día típico tramo III, Carrera 50.



Fuente: Propia

En la figura 21 se evidencia flujo vehicular del día atípico (martes) en horas de la tarde donde se evidencia un alto volumen vehicular, ocasionando que la velocidad se uniforme y dependa de todos los usuarios de las vía, la posibilidad de maniobrar se ve demasiado restringida.

Figura 22-Esta del trafico día atípico tramo III, Carrera 50.



Fuente: Propia.

En la figura 22 observamos el flujo vehicular del día sábado en horas de la noche, se evidencia que el tráfico en este tramo es alto, la velocidad que se maneja es buena, en el momento de maniobrar se debe hacer con precisión debido a la distancia que existe entre cada vehículo.

- **Variables macroscópicas del tramo III, Carrera 50.**
- **Velocidad del tramo III, Carrera 50.**

Tabla 32- Velocidad del tramo III, Carrera 50.

DÍAS TÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Martes	0,00066	0,02	30
Jueves	0,00065	0,02	31

DÍAS ATÍPICOS

	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (Km/hora)
Sábado	0,00055	0,02	36

Fuente: Propia.

En la tabla No. 32 se puede observar los datos tomados en campo y la velocidad que se determinó, siendo esta un promedio de diferentes tiempos medidos.

Se tienen datos de dos días típicos y un día atípico, el promedio de la velocidad en los días típicos es de 31 km/h y en los días atípicos es de 36 km/h, que si se compara con la velocidad de diseño 60 km/h muestra una notable disminución casi a la mitad.

- **Volumen vehicular del tramo III, Carrera 50.**
- **Volumen vehicular en los días típicos del tramo III, Carrera 50**

Tabla 33-Resumen del volumen vehicular en los días típicos del tramo III, Carrera 50.

PERIODO	TOTAL MIXTOS			VHMD	FHMD
	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA		
7:00 -7:15	315	310	313		
7:15 - 7:30	321	325	323		
7:30 - 7:45	325	328	327		
7:45 - 8:00	316	331	324		
8:00 -8:15	302	322	312		
8:15 - 8:30	300	314	307		
8:30 - 8:45	298	304	301		

TOTAL MIXTOS					
PERIODO	MARTES	JUEVES	LÍNEA MEDIA	VHMD	FHMD
8:45 - 9:00	288	298	293		
9:00 - 9:15	283	298	291		
9:15 - 9:30	275	284	280		
9:30 - 9:45	272	288	280		
9:45 - 10:00	270	276	273		
10:00 - 10:15	269	272	271		
10:15 - 10:30	279	274	277		
10:30 - 10:45	281	276	279		
10:45 - 11:00	285	280	283		
11:00 - 10:15	294	290	292		
10:15 - 11:30	298	291	295		
11:30 - 11:45	302	298	300		
11:45 - 12:00	317	302	310		
12:00 - 12:15	330	321	326		
12:15 - 12:30	338	326	332		
12:30 - 12:45	336	342	339		
13:45 - 13:00	327	339	333		
13:00 - 13:15	325	328	327		
13:15 - 13:30	319	338	329		
13:30 - 13:45	313	319	316		
13:45 - 14:00	309	314	312		
14:00 - 14:15	306	310	308		
14:15 - 14:30	297	302	300		
14:30 - 14:45	293	297	295		
14:45 - 15:00	286	290	288		
15:00 - 15:15	281	287	284		
15:15 - 15:30	279	285	282		
15:30 - 15:45	277	284	281		
14:45 - 16:00	283	300	292		
16:00 - 16:15	285	317	301		
16:15 - 16:30	289	319	304		
16:30 - 16:45	325	322	324		
16:45 - 17:00	330	335	333		
17:00 - 17:15	341	349	345	1400	0,98
17:15 - 17:30	347	350	349		
17:30 - 17:45	347	352	350		
17:45 - 18:00	353	360	357		
18:00 - 18:15	347	340	344		
18:15 - 18:30	341	338	340		
18:30 - 18:45	348	335	342		
18:45 - 19:00	333	324	329		
TOTAL	14775	14984	14880		

	PORCENTAJE		
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
MARTES	95%	3%	2%
JUEVES	95%	3%	2%
PROMEDIO	95%	3%	2%

Fuente: Propia.

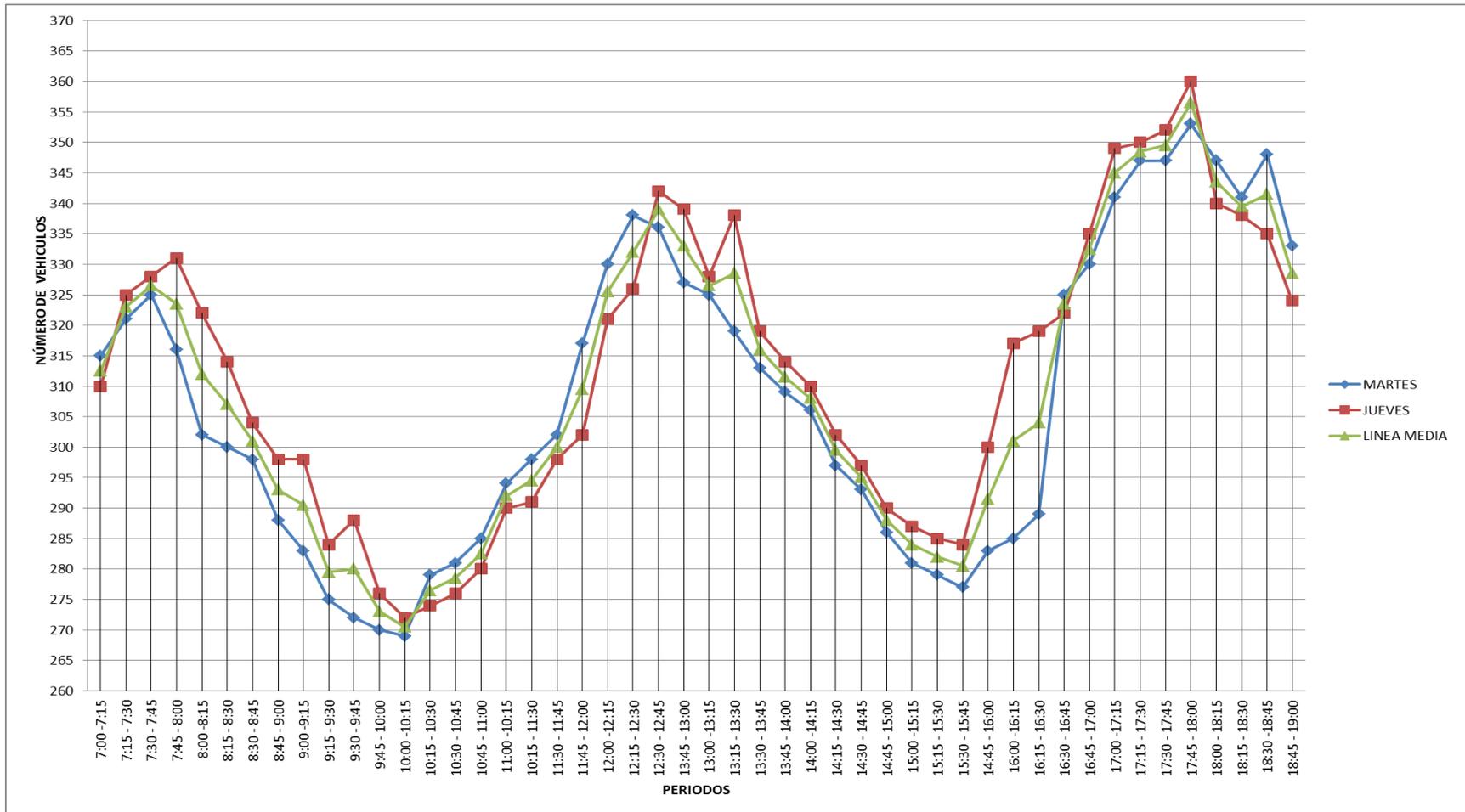
En la tabla 33 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo III de la Carrera 50 en el sentido norte-sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el que se muestra un total de volumen vehicular en el día martes de 14.776 vehículos y el día jueves 14.984 vehículos que circulan durante 12 horas.

Otra característica que vale la pena resaltar es el hora de máxima demanda que se presenta de 5:00 pm a 6:00 pm con un volumen de 1.400 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,98 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda.

En la segunda parte de la tabla se representa los tipos de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 95% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos lo que incluyen taxis y vehículos privados, el 3% son vehículos pesados en donde se clasifican los camiones, furgones y demás vehículos utilizados para carga, y el 2% restante son buses lo que hace representación a los de servicio público, rutas escolares y rutas privadas.

En la gráfica 23 se observa la variación horaria del volumen vehicular en los días típicos en el tramo II de la Carrera 50, de la gráfica se deduce que durante el día se presenta 3 picos de circulación el primero desde las 7:30 am a las 8:30 am, el segundo se presenta en un periodo más largo de 12:15 m a 1:45 pm y el tercero de 5:00 pm a 6:00 pm. En los lapsos no mencionados se presenta con un flujo relativamente estable.

Gráfica 23-Variación horaria del volumen vehicular en los días típicos del tramo III, Carrera 50.



Fuente: Propia.

- **Volumen vehicular en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.**

En la tabla 34 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo III de la Carrera 50 en el sentido norte-sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el que se muestra un total de volumen vehicular en el día martes de 14.776 vehículos y el día jueves 14.984 vehículos que circulan durante 12 horas.

Tabla 34-Resumen del volumen vehicular en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.

	TOTAL MIXTOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
7:00 -7:15	276		
7:15 - 7:30	280		
7:30 - 7:45	283		
7:45 - 8:00	279		
8:00 -8:15	275		
8:15 - 8:30	273		
8:30 - 8:45	271		
8:45 - 9:00	282		
9:00 -9:15	286		
9:15 - 9:30	284		
9:30 - 9:45	279		
9:45 - 10:00	276		
10:00 -10:15	272		
10:15 - 10:30	269		
10:30 - 10:45	274		
10:45 - 11:00	277		
11:00 -10:15	275		
10:15 - 11:30	279		
11:30 - 11:45	287		
11:45 - 12:00	293		
12:00 -12:15	298		
12:15 - 12:30	304		
12:30 - 12:45	300		
13:45 - 13:00	289		
13:00 -13:15	276		
13:15 - 13:30	263		
13:30 - 13:45	243		
		1195	0,98

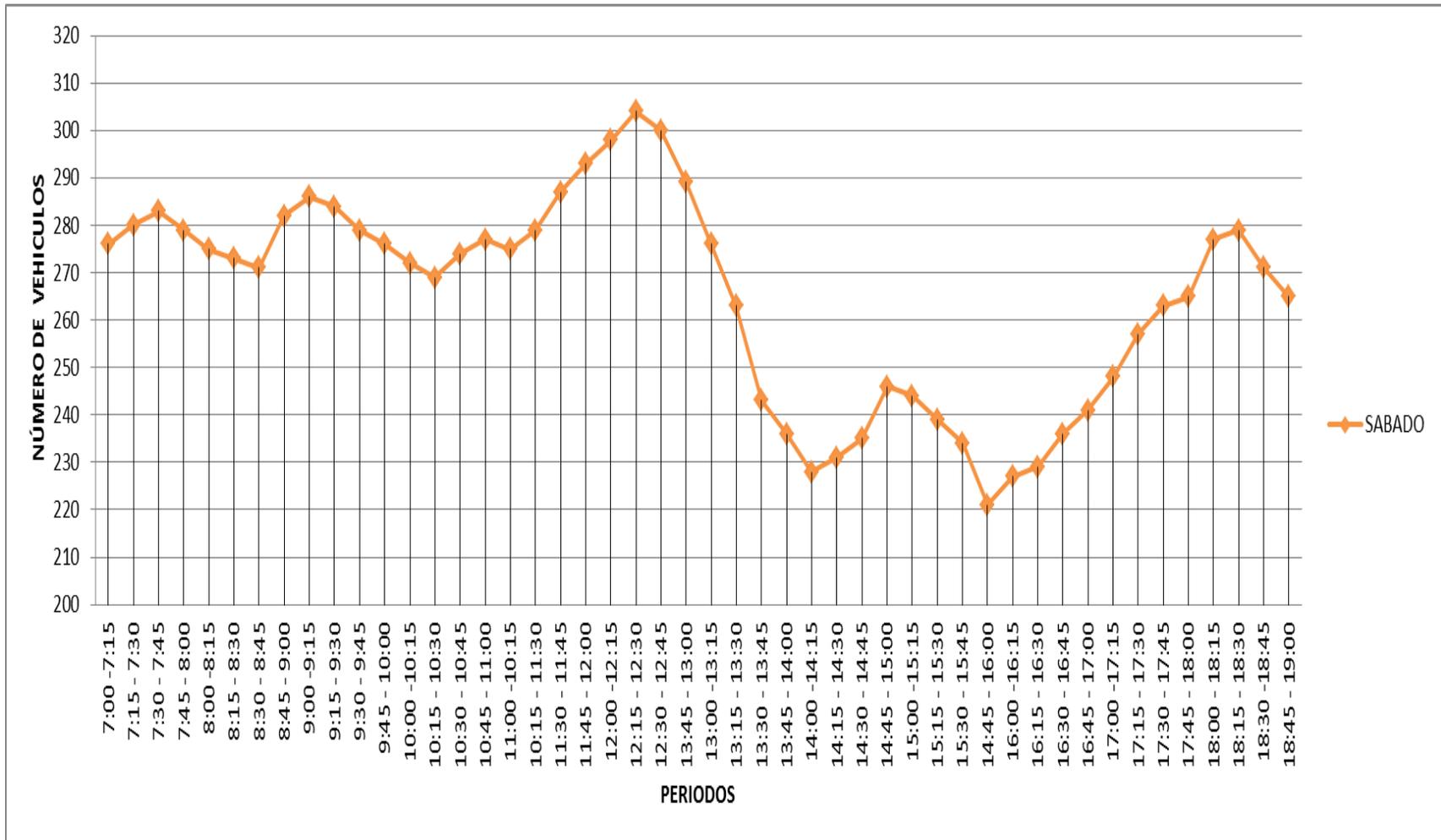
	TOTAL MITOS		
PERIODO	SÁBADO	VHMD	FHMD
13:45 - 14:00	236		
14:00 - 14:15	228		
14:15 - 14:30	231		
14:30 - 14:45	235		
14:45 - 15:00	246		
15:00 - 15:15	244		
15:15 - 15:30	239		
15:30 - 15:45	234		
14:45 - 16:00	221		
16:00 - 16:15	227		
16:15 - 16:30	229		
16:30 - 16:45	236		
16:45 - 17:00	241		
17:00 - 17:15	248		
17:15 - 17:30	257		
17:30 - 17:45	263		
17:45 - 18:00	265		
18:00 - 18:15	277		
18:15 - 18:30	279		
18:30 - 18:45	271		
18:45 - 19:00	265		
TOTAL	12715		

PORCENTAJE VEHICULAR			
	VEH. LIVIANOS	VEH. PESADOS	BUSES
SÁBADO	93%	3%	4%

Fuente: Propia.

En la tabla 34 se presenta el resumen del aforo vehicular del tramo III de la Carrera 50 en día atípicos (sábado) en el sentido norte- sur, en esta tabla se recopila el número de vehículos mixtos que circulan por este tramo durante cada periodo, se muestra un total de volumen vehicular en el día atípico de 12715 vehículos que circulan durante 12 horas. Se muestra resaltada la hora de máxima demanda que se presenta de 11:45 pm a 12:45 pm con un volumen de 1182 vehículos y un factor horario de máxima demanda de 0,98 lo significa que existe una distribución casi uniforme de los flujos máximos durante la hora de máxima demanda.

Gráfica 24-Variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.



Fuente: Propia.

En la segunda parte de la tabla 34 se representa el tipo de vehículos y el porcentaje que circulan por este corredor vial, el 93% de los vehículos que hacen uso de esta vía son vehículos livianos, el 3% son buses y el 4% son vehículos pesados

La gráfica 24 de variación horaria del volumen vehicular en los días atípicos en el tramo III de la Carrera 50, en la que se puede observar la diferenciación del volumen vehicular durante cada periodo, de la gráfica se deduce que desde las 7:00 am a las 11:45 am se presenta un flujo vehicular uniforme en cada periodo existe una variación mínima y el rango de circulación vehicular oscila entre 269 vehículos y 287 vehículos , de las 11:45 am a las 12:45 am el flujo vehicular del tramo se encuentra aumenta mostrando el pico máximo de circulación del día, de la 1:00 pm a las 5:00 pm muestra un comportamiento al que le podríamos llamar hora valle , de las 5:00 pm a las 7:00 pm se observa un aumento del volumen vehicular de la vía .

- **Densidad del tráfico del tramo III, Carrera 50.**
- **Densidad del tráfico en los días típicos del tramo III, Carrera 50.**

Tabla 35-Determinación de la densidad del tráfico en los días típicos del tramo III, Carrera 50.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	0%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	2,5%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	60
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	3
	FFS	55,5

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,98
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	1400
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	715

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	31,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	24,0

Fuente: Propia.

El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo III de la Carrera 50 es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y vehículos pesados, comparados con el porcentaje de vehículos livianos.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 60km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 metros, por lo que los conductores pueden viajar cómodamente y la velocidad a flujo libre base no se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h pues el tramo cuenta con una camellón que separa las calzadas y los vehículos no se deben reducir su velocidad por precaución de choque en diferentes sentidos viales. .

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 3 km/h pues la vía cuenta con 2 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (1400 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,98 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 715 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora. Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo III en los días típicos se obtiene una densidad de 24 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Densidad del tráfico en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.**

Tabla 36-Determinación de la densidad del tráfico en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.

NIVEL DE SERVICIO		
Factor por presencia de vehículos pesados (Fhv)	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Pt)	3%
	Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular (Pb)	4%
	Factor de ajuste por efecto de vehículo pesado (Et)	3
	Automóviles equivalentes a un autobús (Eb)	5
	Fhv	1,0

Velocidad a flujo libre base.	Velocidad a flujo libre base -BFFS (Km)	60
	Ajuste por ancho de carril -flw (Km/h)	0
	Ajuste por distancia libre lateral a la derecha - flc (Km/h)	1,5
	Ajuste por tipo de faja separadora central - fm (Km/h)	0
	Ajuste por puntos de acceso - fa (Km/h)	3
	FFS	55,5

Tasa de flujo máxima (Vp)	Número de carriles (N)	2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,98
	Volumen horario de máxima demanda. (V)	1115
	Factor de ajuste por tipo de conductor (Fp)	1
	Vp (Veh. Livianos/h/carril)	570

Densidad (D)	Velocidad media de automóviles (S)	36,00
	D (Veh. Livianos/Km/Carril)	16

Fuente: Propia.

El factor por presencia de vehículos pesado en este tramo III de la Carrera 50 es de 1 lo que significa que por la vía circula un porcentaje mínimo de buses y vehículos pesados, comparados con el porcentaje de vehículos livianos.

En la velocidad a flujo libre se tiene en cuenta parámetros de la geometría de la vía como el ancho de los carriles, la faja separadora central, los puntos de acceso, la distancia libre lateral y la velocidad de diseño de la vía que en este caso es de 60km/h. Los factores que afectan a la circulación en condiciones base son:

El ancho del carril, el factor de ajuste es 0 km/h lo que indica que el carril cuenta con un ancho de 3,6 metros, por lo que los conductores pueden viajar cómodamente y la velocidad a flujo libre base no se reduce.

Distancia libre lateral representa los obstáculos que se presentan cerca de la calzada, esto tiene el mismo efecto de un carril estrecho, el ajuste por la distancia lateral derecha es de 1,5 lo que significa que la velocidad se reduce debido a los objetos que se encuentran cerca de la vía como señales, árboles, señalización del bicicarril y vehículos parqueados.

Ajuste por tipo de faja separadora central es 0 km/h pues el tramo cuenta con una camellón que separa las calzadas y los vehículos no se deben reducir su velocidad por precaución de choque en diferentes sentidos viales. .

El ajuste por puntos de acceso del tramo es de 3 km/h pues la vía cuenta con 2 puntos de acceso lo que significa que los vehículos pierden velocidad cada vez que otro intente integrarse a la vía.

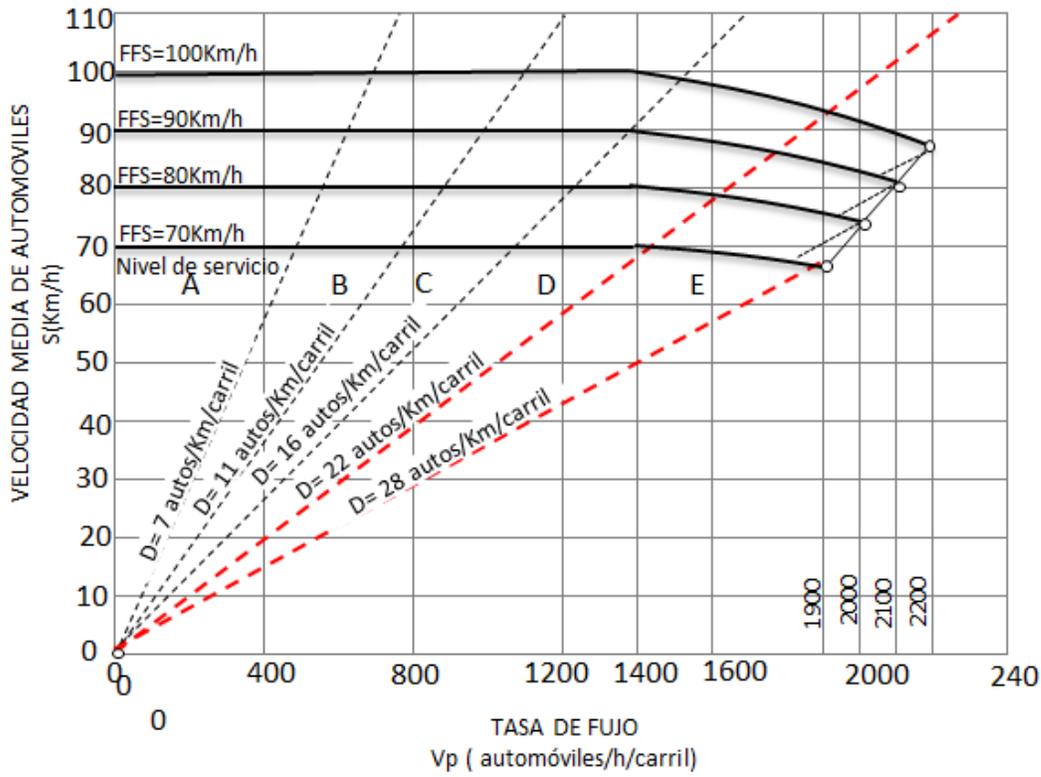
Para el cálculo de la tasa de flujo se realiza dos ajustes para convertirla solo en tasa de flujo equivalente a vehículos livianos. El volumen de máxima demanda (1115 vehículos) se ajusta por el número de carriles que en este caso es 2, el FHMD según los resultados arrojados en el estudio de volumen de tránsito es de 0,98 y el factor de ajuste por conductor, para este tramo tenemos que en los días atípicos la tasa de flujo es de 570 vehículos livianos/hora/carril lo que muestra la distribución del número de vehículos que pasan por cada carril durante una hora.

Y por último se determina la densidad que es la relación de la tasa de flujo equivalente y la velocidad media de los automóviles, en el tramo III en los días típicos se obtiene una densidad de 16 vehículos livianos/ km/ carril.

- **Nivel de servicio del tramo III, Carrera 50.**
- **Nivel de servicio en los días típicos del tramo III, Carrera 50.**

Conociendo la densidad del tráfico (24 vehículos/km/carril), la gráfica 25 muestra que el nivel de servicio del tramo III de la Carrera 50 en los días atípicos es E, lo que significa que el funcionamiento de la vía en él, o cerca del, límite de capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida a un valor uniforme, la libertad de maniobrar es extremadamente difícil, la comodidad es baja y los pequeños aumentos de volumen presentan colapso.

Gráfica 25- Curva velocidad- flujo de los días típicos del tramo III, Carrera 50.

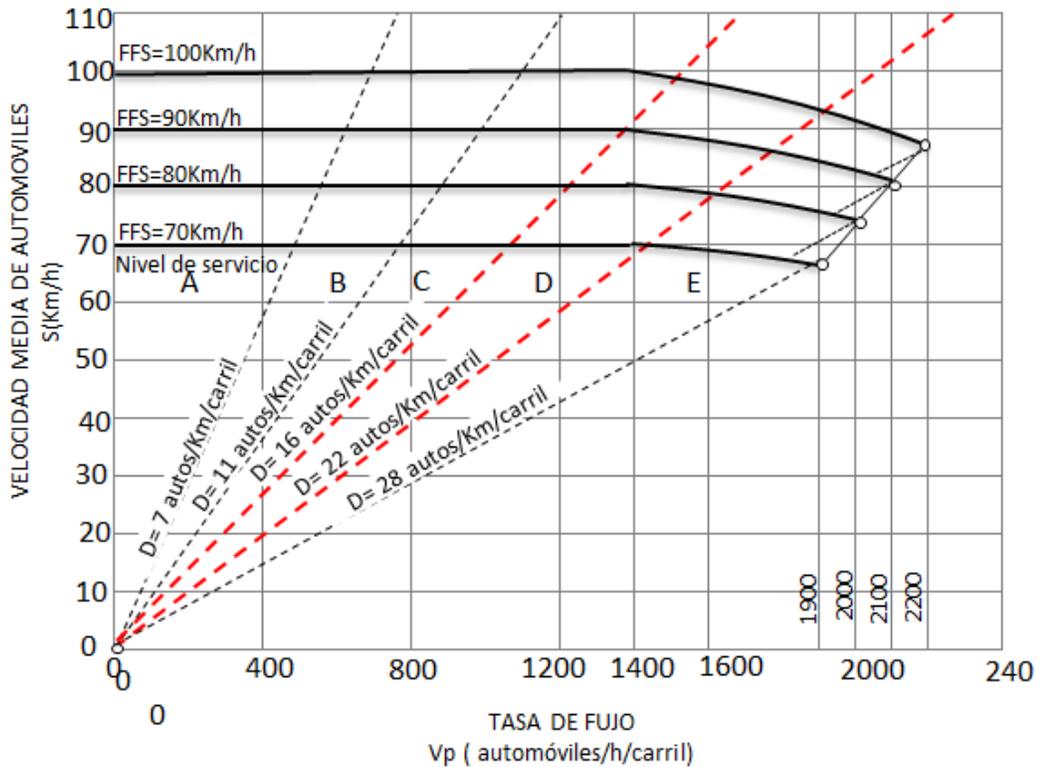


Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

- **Nivel de servicio en los días atípicos del tramo III, Carrera 50.**

Conociendo la densidad del tráfico (16 vehículos/km/carril), la gráfica 26 muestra que el nivel de servicio del tramo I de la Carrera 50 en los días atípicos es D, lo que representa una densidad elevada, aunque estable. La velocidad y la libertad de maniobrar quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de colas.

Gráfica 26-Curva velocidad- flujo de los días atípicos del tramo III, Carrera 50



Fuente: Tomado y adaptado del libro de ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

7.3. COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES MACROSCÓPICAS DETERMINADAS, CON LOS ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD DE LOS BICICARRILES DE MUNDO AVENTURA Y A CARRERA 50.

7.3.1. Mundo Aventura

Mundo Aventura es uno de los sectores más importantes debido a que se destaca por pertenecer a la localidad más poblada de la ciudad de Bogotá, por ese corredor vial se encuentran ubicados importantes lugares que corresponden a sectores de carácter comercial como se describe en la caracterización de la vía.

Para la implementación de estos bicirreiles se realizó un estudio con pruebas piloto para revisar y conceptuar bajo aspectos técnicos, tales como de transporte, infraestructura y seguridad vial y la factibilidad de proyecto. Dicho estudio presenta en sus conclusiones que “no hay factores que afecten en gran medida la circulación y operación de los flujos vehiculares”²³, contrario a esto actualmente se puede evidenciar que las zonas de parqueo que se encuentran al frente del parque Mundo Aventura generan reducción del tramo vial y poca comodidad para el usuario. A esto se le suman, los resaltos portátiles que fueron implementados en la vía los cuales reducen la velocidad del conductor. Por lo tanto, no se podría determinar si realmente como lo indica el programa piloto de movilidad el bicirreil genera o no algún impacto en la circulación vehicular debido a que también existen en estos momentos agentes externos al bicirreil que podrían estar generando congestión vehicular.

En pocas palabras se podría decir que en la zona de mundo aventura se realizaron cambios de una u otra forma que afectan las condiciones de operación en la vía, entre ellos factores importantes como velocidad y tiempo de recorrido.

7.3.1.1. Geometría de la vía

Al implementar el bicirreil en la vía se presentan diferentes cambios de su geometría entre ellos reducción de la calzada por ende ancho de carriles y en algunos casos reducción del número de los mismos.

El tramo II antes de la implementación del bicirreil la vía contaba con un ancho de calzada de 10m con tres carriles de 3,3 m. aproximados cada uno, en la actualidad la vía cuenta con una calzada 8,6 m y con dos carriles de 4,3 metros aproximados.

El tramo III antes de la implementación del bicirreil la vía contaba con un ancho de calzada de 9m con dos carriles de 4,5 m. aproximados cada uno, en la actualidad la vía cuenta con una calzada 6,6 m y con dos carriles de 3,3 m.

²³ SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD, Bicirreiles piloto Bogotá D.C., Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2012. P..

El tramo IV antes de la implementación del bicicarril la vía contaba con un ancho de calzada de 8,5 m con dos carriles de 4,25 m. cada uno, en la actualidad la vía cuenta con una calzada 6 m y con dos carriles de 3 m.

La prueba piloto realizada por la Secretaria de Movilidad asegura²⁴ que el número y ancho de carriles son adecuadas para el número de vehículos para la cual tiene capacidad la vía. Esta prueba resalta que teniendo en cuenta lo estipulado dentro del manual para la Planeación y Administración del Tránsito y Transporte de Bogotá, este tipo de vías tienen hasta una capacidad de 130 vehículos/hora-carril. Sin embargo, actualmente se puede evidenciar en los aforos que el flujo vehicular en algunos horarios supera la capacidad de la vía que se estipula por carril o calzada.

7.3.1.2. Señalización

Entre las recomendaciones y conclusiones que da a conocer el estudio de viabilidad del bicicarril se encuentra la de *“realizar cambios y reubicación de señalización tanto vertical como horizontal”*²⁵, definiéndose y canalizando los flujos tanto de peatones como de ciclistas, con el fin de mitigar los conflictos que se pueden presentar entre ellos situación que actualmente se evidencia muy escasa en todos los tramos viales por donde circulan gran número de vehículos por lo tanto en este documento se recomienda o sugiere en aspectos de la vía realizar mantenimiento de la malla vial sobre la franja en la que se encuentra implementado el bicicarril.

Mientras se realizaba el análisis correspondiente del proyecto se encontró que al momento de pensar en la redistribución de la vía se debe tener en cuenta que la calzada vial para uso de vehículos motorizados debe contar con una nueva señalización horizontal que regule el espacio por donde debe circular el vehículo, este aspecto no cumple en el sector de Mundo Aventura pues como se especifica en la caracterización de la vía en el tramo II no existe ningún tipo de señalización

²⁴ *Ibíd.*, p.48.

²⁵ *Ibíd.*, p.59.

horizontal, por el contrario el tramo III y el tramo IV si se realizó la señalización nueva de acuerdo a la nueva geometría de la vía, teniendo en cuenta que las especificaciones indicadas en la prueba piloto fueron claras y concisas el tramo II no cumple las mismas, ejemplo de eso la siguiente imagen:

Figura 23-Estados de la señalización horizontal de Mundo Aventura, tramo II.



Fuente: Propia.

Para apoyar el argumento de falta de señalización vertical y horizontal que se señaló en este proyecto se da conocer la opinión que generó Ricardo Moctezuma sobre la instalación de semaforización especial. *“los bicarriles están a la misma altura que la vía para los vehículos, deben tener una semaforización especial que les indique a los ciclistas cuándo deben cruzar la vía. Los conductores de carros suponen que llevan la vía y cuando realizan giros hacia la derecha presentan conflicto con los biciusuarios. Ahí la seguridad del ciclista se ve expuesta, pues los pueden atropellar”*²⁶, caso particular que se presentan en algunos momentos en el sector de Mundo Aventura.

²⁶ **La ciudad basada no sólo en la bicicleta, sino en los seres humanos.** The city fi México. 15 de enero del 2016.Mexico. [En línea] [Consulta: 03-04-2016]. Disponible en: <http://thecityfixmexico.org/notas/nota/104>

Por otro lado Deyanira Ávila²⁷, de la dirección de transporte e infraestructura en el 2013, explica que la zona cerca de Mundo Aventura “*brinda condiciones de tránsito favorables, ya que conecta los parques, centros comerciales y estaciones de Transmilenio*”. Ávila afirma que para mitigar la posible congestión en la ciudad “*instalaran elementos de control y autorregulación como semáforos, señalizaciones, demarcaciones y desvíos. Esperamos impactar positivamente la movilidad en Bogotá con las nuevas construcciones, al incentivar que los bicisuarios y conductores de carro particular convivan en el mismo espacio*”.

El anterior artículo apoya una vez más lo encontrado en esta investigación, por otro lado vale la pena resalta que lo que afirma Deyanira Ávila no se cumplió en su totalidad pues como ya se dijo la vía tiene ausencia de señalización, al no existir la nueva señalización horizontal de la vía que canaliza el flujo vehicular, los conductores circulan a su criterio es decir, por el lugar de la calzada que mejor les parezca entre ellos por el centro de la calzada o en otros casos invaden el otro carril, esto hace que los demás conductores se vean afectados en varios aspectos como disminución de la velocidad, comodidad del conductor, facilidad a la hora de maniobrar o en el momento de adelantar.

7.3.1.3. Velocidad

Al determinar la variables macroscópicas en esta investigación se encontró que velocidad circulación de las vías en donde se encuentra el carril para bicicletas segregado a la calzada se ve seriamente afectada cuando se realizan cambios en la geometría de la vía, especialmente cuando se disminuye el ancho de los carriles. Un ejemplo de esto se evidencia en el bicicarriles de Mundo Aventura, tramo III que los carriles pasaron de tener 4,5 m a tener 3,3 m, según Nicholas J Garber se presentan factores de ajuste o reducción a la velocidad a flujo libre para cada ancho respectivo de carril, en este caso el factor de ajuste por reducción de carril es de 3,1 km/h lo que significa que por disminuir 1,2m cada carril la velocidad

²⁷ NIÑO MOLINA, Daniela A. Llego la hora de pedalear. En: en directo. Bogotá: Universidad de la Sabana [En línea]. 2013. N 74. [Consulta: 03-04-2016]. Disponible en: https://issuu.com/unisabanaradiotv/docs/endirecto_noviembre_2013/5 .

se disminuye dicho factor. Sin dejar a un lado que esta reducción también afecta la libertad de maniobrar de los vehículos. En el tramo IV también se presentó cambios en los anchos de los carriles pues pasaron de tener 4,25 m a tener actualmente 3 m en este caso la velocidad se disminuye 10,6 km/h teniendo en cuenta los mismos factores de ajuste, este cambio no afecta debido al bajo volumen vehicular de este tramo pero es necesario resaltarlo para mostrar la afectación a la movilidad por la implementación de los bicicarriles.

Además es importante resaltar que dos de los tramos de mundo aventura están situados en zonas comerciales y recreativas, al reducir la vía por implementación del bicicarril, las personas que ingresan y salen de los parqueaderos se convierten en otro obstáculo que disminuye aún más la velocidad de circulación de los usuario.

La personería distrital²⁸ señalo que el bicicarril es una amenaza para los vecinos del sector ya que afectaría la movilidad en la vías internas de los barrios situación que en Mundo Aventura se podría evidenciar debido a la reducción del carril disminuye la velocidad del conductor y genera esto mayor congestión. Artículo que apoya el resaltado en el párrafo anterior.

7.3.1.4. Nivel de servicio

El nivel de servicio de la vía depende de la velocidad de flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesados, la tasa de flujo máxima y la velocidad media de automóviles. En las condiciones actuales la vía presenta un nivel de servicio como se explica en la tabla 37.

²⁸ **Personería, contra los bicicarriles.** El espectador. Martes 5 de abril del 2016. Bogota. [En línea] [Consulta: 03-04-2016]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/personeria-contra-los-bicicarriles-articulo-589119>

Tabla 37-Nivel de servicio de mundo aventura en condiciones actuales (después de la implementación del bicicarril)

	NIVEL DE SERVICIO	
	DÍAS TÍPICOS	DÍAS ATÍPICO
TRAMO II	C	E
TRAMO III	C	E
TRAMO IV	A	A

Fuente: propia.

Teniendo en cuenta las mismas condiciones de estudio que se realizó en esta investigación volumen vehicular, velocidad, FHMD, porcentaje de vehículos pesados y buses, pero teniendo como aspecto diferente el número de carriles (antes de la implementación del bicicarril) y el ancho de los mismos, el nivel de servicio que arrojaba la vía, tabla 38.

Tabla 38-Nivel de servicio de mundo aventura en condiciones antiguas (antes de la implementación del bicicarril)

	NIVEL DE SERVICIO	
	DÍAS TÍPICOS	DÍAS ATÍPICO
TRAMO II	B	D
TRAMO III	C	E
TRAMO IV	A	A

Fuente: Propia.

En el tramo donde más notable es el cambio de nivel de servicio es el tramo II, pasando de ser antes de la implementación del bicicarril en los días típicos un nivel de servicio B, a después de la implementación del bicicarril ser vía un nivel de servicio C. Y en los días atípicos pasa de tener un nivel de servicio D, a ser una vía con nivel de servicio E.

7.3.2. Carrera 50

La carrera 50 es una vía principal o arteria de la ciudad de Bogotá conectando la Calle 63 con la Av. de las Américas, por ese corredor vial se encuentran ubicados importantes lugares que corresponde a sectores de carácter administrativo y comercial como se describe en la caracterización de las vías.

La Avenida Batallón Caldas como también se conoce hace parte de la red secundaria de Ciclorrutas planeada por el POT. Este tramo se contempló dentro de los 145,5 Km. nuevos según el Plan de Desarrollo 2012- 2016.

Para la implementación de estos bicicarril se realizó un estudio con pruebas piloto para revisar y conceptuar bajo aspectos técnicos, tales como de transporte, infraestructura y seguridad vía la viabilidad y la factibilidad del proyecto, dicho estudio presenta en su justificación que “el modelo de carriles para bicicletas se adoptara preferiblemente para vías secundarias para no perjudicar al transporte público”²⁹, aspecto que no se tuvo en la carrera 50 pues como ya se había resaltado es una vía primaria o principal de la ciudad, este corredor se ha caracterizados por presenta un gran flujo vehicular debido a su importancia y conectividad con el resto de vías de la ciudad.

Después de la implementación del carril para bicicletas segregado a la calzada de la carrera 50, se realizaron cambios que de una u otra forma afectan las condiciones de operación de una vía, uno de los factores más importante es la velocidad y el tiempo de recorrido, dicho factor se ve afectado por aspectos como la geometría de la vía y la señalización.

7.3.2.1. Geometría de la vía

Al realizar la implementación de los bicicarriles en la vía se presenta diferentes cambios como la reducción de la calzada pues anteriormente la carrera 50 contaba con un ancho de calzada de 9,5m. con tres carriles de 3,2 m. aproximados cada uno, en la actualidad la vía cuenta con una calzada 7,1 m y con dos carriles de 3,5 metros aproximados.

²⁹ SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD, Op. Cit., P. 8.

7.3.2.2. Señalización

En el estudio de viabilidad del bicicarril³⁰ se contempla que “la implementación del bicicarril debe ir acompañada del mantenimiento de la señalización vertical como la demarcación horizontal en el tramo, definiéndose y canalizándose los flujos tanto de peatones como de ciclistas, con el fin de mitigar los conflictos que se puedan presentar entre estos estos”. En este documento solo se recomienda en aspectos de la vía realizar mantenimiento de la malla vial sobre la franja en la que se propone implementar el bicicarril, mejorar condiciones de visibilidad en horas nocturnas y drenaje.

En este proyecto se encontró que al momento de pensar en una redistribución de la vía se deben tener en cuenta que la calzada vial para uso de vehículos motorizados debe de contar con una nueva señalización horizontal, aspecto que no cumple la carrera 50 pues como se especifica en la caracterización de los tramos, esta vía tiene ausencia de señalización horizontal, existe la señalización antigua (antes de la implementación del bicicarril) o en su defecto no cuenta con la misma. La imagen es un ejemplo de lo anterior.

Figura 24- Estados de la señalización horizontal de la Carrera 50.



Fuente: Propia.

Al no existir la nueva señalización horizontal que canaliza el flujo vehicular, los conductores circulan por el centro de la calzada o en otros casos invaden el otro

³⁰ SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD, Op. Cit., P. 8.

carril, esto hace que los demás conductores se vean afectados, disminuyan la velocidad y exista menos espacio para el volumen vehicular.

Figura 25- comportamiento vehicular, frente a la no existencia de señalización horizontal.



Fuente: Propia.

7.3.2.3. Velocidad

El periódico el Publimetro dio a conocer un artículo que presenta los pro y contras ante la polémica que ha generado la implementación de bicarriles en varias vías de Bogotá ³¹, allí el Ingeniero asesor de la dirección general de Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) William Vallejo explica que *“el diseño de los bicarriles se hace bajo el concepto de calle completa, en el que se busca redistribuir equitativamente el espacio de las vías entre todos los modos de transporte”* Vallejo asegura que las vías en Bogotá permiten repartir el espacio y generar el espacio *“si tenemos una calle de 8 metros de ancho en la que hay dos carriles uso para vehículos automotores (cada uno tiene un espacio de 4 metros), bajo el concepto de calle completa esos mismos 8 metros se pueden distribuir de manera equitativa generando espacio para bicicletas, de esa forma la calle tendría dos carriles de 3,25 metros por calzada y un bicicorredor de 1,5 metros para las bicicletas”*

³¹ Publimetro. Bogotá. 25, agosto. 2015. [En línea] [Consulta: 03-04-2016]. Disponible en: <http://www.publimetro.co/lo-ultimo/los-bicarriles-benefician-o-perjudican-la-movilidad-en-la-ciudad/lmkohy!Vn8FhFVnkUTXY/>

En esta investigación se muestra que la reducción del ancho de los carriles muestra afectación en la velocidad de los vehículos por consiguiente afecta la movilidad, pues según Ncholas J Garber se presentan factores de ajuste o reducción a la velocidad a flujo libre para cada ancho respectivo de carril, así que entre más se reduzca el carril más afectada negativamente se ve la velocidad de las vías.

Figura 26- Factores de ajuste por ancho de carril.

Ancho de carril	Reducción de velocidad a flujo libre
Metros	km/h
3,6	0
3,3	3,1
3,0	10,6

Fuente: Ncholas J Garber³².

Lo mismo opina en el artículo antes citado el profesor Fernando Rey, especialista en temas de movilidad, quien manifiesta que “los bicirreiles tienen dos connotaciones, la primera es que promueven el uso de las bicicletas como medio de transporte que ofrece gran cantidad de ventajas. El segundo es que la construcción de bicirreiles como se está haciendo, solo reduciría la velocidad de los vehículos y terminaría afectando la movilidad”

7.3.2.4. Nivel de servicio

El nivel de servicio de la vía depende de la velocidad a flujo libre base, del factor de ajuste por presencia de vehículos pesado (vehículos pesados y buses), la tasa de flujo máxima y de la velocidad media de automóviles. En las condiciones actuales la vía presenta un nivel de servicio como se explica en la tabla 38.

³² GARBER, Ncholas J et al. Ingeniería del tránsito y carreteras. Universidad de Virginia: Thomson Editorial. Tercera edición. P. 410.

Tabla 39- Nivel de servicio de la Carrera 50 en condiciones actuales (después de la implementación del bicicarriil).

	NIVEL DE SERVICIO	
	Días típicos	Días atípico
Tramo I	E	D
Tramo II	E	D
Tramo II	E	D

Fuente: Propia.

Teniendo en cuenta las mismas condiciones del estudio que se realizó en esta investigación volumen vehicular, velocidad, FHMD, porcentaje de vehículos pesados y buses, pero el número de carriles antiguo (antes de la implementación del bicicarriil) y el ancho de los mismos, el nivel de servicio que nos arroja la vía se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40-Nivel de servicio de la Carrera 50 en condiciones actuales (antes de la implementación del bicicarriil).

	NIVEL DE SERVICIO	
	Días típicos	Días atípico
Tramo I	C (16 Veh/km/carril)	B(11 Veh/km/carril)
Tramo II	C (15 Veh/km/carril)	B (11 Veh/km/carril)
Tramo III	C (16 Veh/km/carril)	B (11 Veh/km/carril)

Fuente: Propia.

Lo que muestra una notable diferencia pasando de ser antes de la implementación del bicicarriil en los días típicos un nivel se servicio C, a después de la implementación del bicicarriil ser vía un nivel de servicio E. Y en los días atípicos pasa de tener un nivel de servicio B, a ser una vía con nivel de servicio D.

8. CONCLUSIONES

El nivel de servicio varia en los días típicos y atípicos en las vías dependiendo al uso del suelo que predomine y este se ve directamente afectado por la geometría de la vía (el ancho y numero de los carriles), la distancia libre lateral y la velocidad de circulación.

Para la implementación de los bicicarriles se debe demarcar y señalizar nuevamente la vía para que exista una canalización del flujo, al no existir esta señalización se afecta la movilidad, la velocidad de los vehículos disminuye y el espacio se ve reducido porque los automóviles se desubican del carril.

La carrera 50 muestra una notable diferencia al momento de comparar la vía antes y después de la implementación del bicicarril, este corredor pasó de ser antes de la implementación en los días típicos una vía que se encontraba en un rango de flujo estable, a después de la implementación del bicicarril ser vía con funcionamiento cerca del límite de su capacidad. Y en los días atípicos pasa de estar dentro del rango del flujo estable con la libertad de selección de las velocidades deseadas, a ser una vía que presenta una densidad elevada, aunque estable con velocidad y la libertad de maniobrar seriamente restringidas.

En mundo aventura la afectación a la movilidad por la implementación de los bicicarriles se observa en mayor cantidad en los días atípicos. La variable que más se afecta es la velocidad de circulación debido a la reducción del ancho y número de los carriles en diferentes tramos, se debe tener en cuenta que esta es la más importante en las condiciones de operación de la vía. En cuanto al nivel de servicio la vía en tramo donde se presenta el cambio más crítico es el tramo II, pasando de ser antes de la implementación del bicicarril en los días típicos una vía con flujo estable y velocidades a selección del conductor, a después de la implementación del bicicarril ser una vía donde la operación de los usuarios individual se ve afectada por la interacción con otros y el nivel de comodidad y

convivencia desciende notablemente, Y en los días atípicos pasa de tener una densidad elevada pero estable a funcionar cerca del límite de su capacidad. Expertos en movilidad consideran que la implementación de los bicirreiles no es la solución para desestimular el uso de los carros en Bogotá, la construcción de bicirreiles sin los estudios necesarios, debido a la cantidad y calidad de infraestructura vial de la ciudad afectarían negativamente la movilidad y darían paso a más congestión vehicular.

Existen factores que influyen en el problema de movilidad en la zona de Mundo Aventura, la dinámica del sistema de transporte de este sector no aporta nada bueno a las condiciones de operación ya que existe parqueos de vehículos que ocupan casi un carril y se realizó la implementación de resalto portátiles que hacen que la velocidad de los vehículos descienda significativamente.

La ciudad presenta una movilidad vehicular complicada por lo tanto la implementación de los bicirreiles en las principales vías de Bogotá afectaría aún más los problemas de movilidad existente, pues la reducción del número de carriles o del ancho de los mismos, reduciría el espacio por el que circula cierto volumen vehicular, la velocidad de recorrido se ve afectada por ende la capacidad o nivel de servicio de la vía.

La implementación de los bicirreiles muestra afectación en las vías primarias, cuando se ejecutan en las vías secundarias aunque existen cambios en la movilidad no se muestra una afectación notable en la misma.

9. RECOMENDACIONES

Para la implementación de los bicarriles en las vías de Bogotá es necesario realizar un estudio a fondo donde se evalúen y cuantifiquen cada una de las variables que se pueden ver afectadas por estos proyectos ya sea peatonal y vehicular.

La implementación de los carriles para bicicletas segregados a la calzada se deben de realizar pensando en el beneficio que traerán, pero sin dejar a un lado la afectación que pueden tener a la movilidad, por lo que se recomienda que se implementen en vías secundarias para no afectar aún más la movilidad, como es el caso de la Carrera 50 que se pudo haber implementado en una vía paralela que tuviera las mismas conexiones al resto de la ciudad.

Cuando se habla de disminuir el espacio para vehículos motorizados es necesario tener en cuenta que “en la ciudad de Bogotá solo el 10% de personas se movilizan en vehículos particular”³³, por lo tanto al disminuir los ancho de los carriles o el número de los mismos, los que se verían más afectados son las personas que se desplazan en transporte público pues las rutas en su mayoría están diseñadas por las principales vías de ciudad, es por esto que los bicarriles se recomienda ser diseñados en vías por donde no haya circulación de los vehículos públicos y así no se vean afectada debido a los cambios geométricos de la vía, resaltando que los vehículos de servicio público no pueden cambiar sus rutas, mientras que los privados tienen libertad de circulación.

Para la implementación de los bicarriles se deben tener en cuenta la opinión de las personas expertas en temas de movilidad, realizar debates donde se pongan en juicio los pros y contra de estos proyectos y así se encontrara la solución de los inconvenientes de movilidad que existen en la ciudad, pues cuando se indaga

³³ The city fix México. Bogotá celebró día sin auto con nueva ciclorruta. [En línea] [Consulta: 03-04-2016]. Disponible en: <http://thecityfixmexico.org/notas/nota/112>

sobre la opinión de estas personas (Fernando Rey especialista en temas de movilidad, Eduadre Behrentz decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, Ricardo Montezuma, director de la Fundación Ciudad Humana) se encuentra que en su mayoría no creen esta alternativa como solución de la desestimulación para el uso del vehículo privado, sin antes mejorar el sistema de transporte público integrado.

10. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, Jorge *et al.* Cobros de congestión en ciudades de Colombia, Colombia, Reino Unido: Universidad de los andes y University College London, 2013.97 p.

CAL, Rafael *et al.* Ingeniería del tránsito: fundamentos y aplicaciones. México: Alfaomega Editorial. Octava edición, 2007.

CORPORACIÓN FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Guía de cicloinfraestructura: ejemplos ilustrados y soluciones. Bogotá. 144 p.

Diccionario de la Real Academia Española. [En línea][Citado: 23-04-2015]. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val>

GARBER, Nicholas J *et al.* Ingeniería del tránsito y carreteras. Universidad de Virginia: Thomson Editorial. Tercera edición.

IBAGO, Mario H. Ingeniería de tránsito y transporte: solución al problema de movilidad actual. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. [En línea] [Citado: 27-09-2015]. Disponible en: [http://www.academia.edu/4819543/INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTE](http://www.academia.edu/4819543/INGENIERIA_DE_TRANSITO_Y_TRANSPORTE)

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Factibilidad proyectos piloto red de ciclorutas 2012: ciclorutas sobre calzada, Avenida Carrera 50 Y Mundo Aventura. Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2012.35 p.

La ciudad basada no sólo en la bicicleta, sino en los seres humanos. The city fi México. 15 de enero del 2016.Mexico. [En línea] [Citado: 03-04-2016]. Disponible en: <http://thecityfixmexico.org/notas/nota/104>

NIÑO MOLINA, Daniela A. Llego la hora de pedalear. En: en directo. Bogotá: Universidad de la Sabana [En línea]. 2013. N 74. [Citado: 03-04-2016]. Disponible en: https://issuu.com/unisabanaradiotv/docs/endirecto_noviembre_2013/5 ISSN 1657-5156

Personería, contra los bicarriles. El espectador. Martes 5 de abril del 2016. Bogotá. [En línea] [Citado: 03-04-2016]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/personeria-contra-los-bicarriles-articulo-589119>

Publimetro. Bogotá. 25, agosto. 2015. [En línea] [Citado: 03-04-2016]. Disponible en: <http://www.publimetro.co/lo-ultimo/los-bicarriles-benefician-o-perjudican-la-movilidad-en-la-ciudad/lmkohy!Vn8FhFVnkUTXY/>

Publimetro. Bogotá. 25, agosto. 2015. [En línea] [Citado: 03-04-2016]. Disponible en: <http://www.publimetro.co/lo-ultimo/los-bicarriles-benefician-o-perjudican-la-movilidad-en-la-ciudad/lmkohy!Vn8FhFVnkUTXY/>

ROBAYO, Sebastián et al. Análisis de los parámetros para la implementación de ciclorutas a nivel de calzada en la red vial urbana de Bogotá D.C. Facultad Ingeniería, Bogotá, Colombia: Universidad La Gran Colombia, Facultad Ingeniería 2015. 71 p.

RONCANCIO, Paola et al. Análisis de la operación del bixitaxismo en la cicloruta de la Avenida Ciudad de Cali Localidad de Kennedy, caso de estudio UPZ 82 Patio Bonito y UPZ 83 Las Margaritas. Facultad Ingeniería, Bogotá, Colombia: Universidad La Gran Colombia, Facultad Ingeniería 2015, 89 p.

SECRETARIA DE MOVILIDAD, Formulación del plan maestro de movilidad para Bogotá D.C., que incluye ordenamiento de estacionamientos, Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2014. [En línea][Citado: 26-09-2015]. Disponible en:

http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/ideofolio/02-MovilidadyDesarrolloSostenible_14_53_49.pdf

SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD, Bicicarriles piloto Bogotá D.C., Bogotá: Alcaldía Mayor De Bogotá, 2012. 59 p.

The city fix México. Bogotá celebró día sin auto con nueva ciclorruta. [En línea] [Citado: 03-04-2016]. Disponible en: <http://thecityfixmexico.org/notas/nota/112>

11. ANEXOS

Anexo 1- formato de campo para los aforos vehiculares.

ESTUDIO DE VOLÚMENES VEHICULARES	FORMATO DE CAMPO	
Fecha (D.M.A) _____		Intersección: _____
Hora Inicio: _____ Hora Final: _____		
Condición Climática _____		
Aforador: _____		
Supervisor: _____		

Movim. N°	Periodo	Autos	Buses	vehículos pesado	bicicletas
	TOTAL				
	TOTAL				
	TOTAL				

Observaciones: _____
Firma Supervisor: _____