

Análisis de movilidad vehicular en el derecho vial 45A, en el tramo comprendido entre el PR inicial + 88 (Planta Mac Pollo) y el PR final + 89 (Pare quiero piña), sentidos norte - sur y sur - norte, Municipio de Floridablanca

Daniel Felipe Diaz Ortega

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

Edwin Fabián Restrepo Rojas

Especialista en Vías Terrestres

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías

Ingeniería Civil

2024

Dedicatoria

Al finalizar este importante capítulo de mi vida, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a ustedes, mi familia, y a Dios, por su incondicional amor, apoyo y guía a lo largo de mi trayectoria académica y la realización de mi tesis de grado.

A ustedes, mi querida familia, les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Ustedes han sido mis pilares inquebrantables, mi fuente de inspiración y mi mayor apoyo. Han estado a mi lado en cada paso del camino, brindándome aliento cuando más lo necesitaba, consuelo en los momentos de desánimo y celebrando mis triunfos como si fueran propios. Sus sacrificios y dedicación han sido incansables, y su amor incondicional y fe en mí me han dado la fuerza para perseverar y superar cualquier obstáculo.

Sin su amor, paciencia y constante apoyo, no habría llegado tan lejos. No menos importante, quiero agradecer a mi compañera sentimental, quien ha estado a mi lado desde el comienzo de esta etapa, ofreciéndome su apoyo incondicional día a día. Su presencia y cariño han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Gracias por ser mi roca y mi inspiración. Este éxito es tanto mío como de ustedes.

A Dios, mi guía divina y mi fortaleza, quiero agradecerle por su presencia constante en mi vida. Reconozco y agradezco la oportunidad que me ha dado de desarrollar mis habilidades y talentos, y de utilizarlos para alcanzar mis metas académicas.

No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud hacia ustedes. Mi tesis de grado no habría sido posible sin su apoyo. Cada logro que he obtenido es un testimonio del amor y el respaldo incondicional que he recibido siempre.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por brindarme la fortaleza y sabiduría necesarias para superar cada obstáculo en este camino.

A mi familia, por ser mi principal fuente de inspiración y apoyo. A mis padres y mis abuelos, cuyo amor incondicional, sacrificios y dedicación han sido fundamentales para alcanzar este logro. A mis hermanos, por su constante aliento y por ser siempre un ejemplo a seguir.

A mi compañera sentimental, por estar a mi lado desde el inicio de esta etapa, brindándome su apoyo incondicional y motivándome a dar lo mejor de mí en todo momento. Tu amor y comprensión han sido esenciales para que pudiera alcanzar este objetivo.

A mis amigos, por su compañía, comprensión y por hacer de este viaje una experiencia más llevadera y enriquecedora. Su amistad ha sido un pilar fundamental durante todo este proceso.

Al Ingeniero Edwin Fabian Restrepo, por compartir su conocimiento, guía y por su paciencia a lo largo de mi formación. Sus enseñanzas y consejos han sido de incalculable valor para el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad y al personal administrativo, por proporcionar las herramientas y el entorno necesario para mi desarrollo académico y personal.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de este proyecto. Sus aportes, aunque tal vez no mencionados específicamente, han sido igualmente importantes y apreciados.

A todos, mi más sincero agradecimiento. Sin su apoyo y confianza, este logro no habría sido posible.

Contenido

Introducción	19
1. Análisis de movilidad vehicular en el derecho vial 45A, en el tramo comprendido entre el PR inicial + 88 (Planta Mac Pollo) y el PR final + 89 (Pare quiero piña), sentidos norte - sur y sur - norte, Municipio de Floridablanca.....	21
1.1 Formulación del problema	21
1.2 Justificación.....	23
1.3 Objetivos	24
1.3.1 General.....	24
1.3.2 Específicos.....	24
1.4 Estado del arte	24
2. Marco referencial	26
2.1 Marco teórico	26
2.1.1 Metodologías de evaluación de movilidad vehicular	27
2.1.2 Tecnologías para le evaluación de la movilidad vehicular.....	28
2.1.3 Tecnologías SIG y su aplicación al transporte	30
2.2 Marco contextual.....	31
2.2.1 Localización del proyecto.....	31
2.2.2 Descripción del proyecto	32
2.2.3 Estado del pavimento	35
2.3 Marco conceptual	38
2.3.1 Movilidad urbana.....	39
2.3.2 Aforo vehicular.....	39

2.3.3 Capacidad	42
2.3.4 Nivel de servicio	43
3. Metodología	45
3.1 Fase del proyecto.....	45
3.1.1 Determinación de sectores críticos del tramo, teniendo en cuenta la geometría vial y el embotellamiento de vehículos	45
3.1.2 Recolección de datos	46
3.1.3 Cálculo de capacidad y niveles de servicio	47
4. Desarrollo.....	48
4.1 Identificación de sectores críticos del tramo	48
4.1.1 Imágenes utilizadas.....	48
4.1.2 Softwares	50
4.2 Aforos vehiculares.....	51
4.2.1 Ubicación realización de aforos vehiculares y horarios	51
4.3 Aforo vehicular encontrados mixtos norte - sur.....	54
4.3.1 Sector 1 -Puente Aranzoque sentido norte – sur.....	55
4.3.2 Sector 2 Paralela Papi quiero piña sentido norte - sur	60
4.3.3 Sector 2 avenida Papi quiero piña sentido norte-sur	65
4.3.4 Sector 1 Puente Aranzoque sentido sur – norte.....	70
4.3.5 Sector 1 -Puente Aranzoque desviación Floridablanca sentido sur - norte	75
4.3.6 Sector 2 – Papi quiero piña avenida sentido sur - norte	80
4.3.7 Sector 2 – Papi quiero piña paralela sentido sur - norte	85

4.4 Cálculo de capacidad y niveles de servicio, según el manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras multicarril primera versión 2022.....	90
4.4.1 Cálculo de nivel de servicio	90
4.4.2 Cálculo de capacidad	104
5. Resultados	104
5.1 Sector tramo general – aplicación 1	105
5.2 Sector crítico 1- reducción de carril sentido norte – sur -aplicación 2.....	105
5.3 Sector crítico 2 – reducción de carril sentido sur – norte – aplicación 3	106
5.4 Resumen Aforos vehiculares.....	107
5.4.1 Resumen aforo vehicular Norte – Sur	107
5.4.2 Flujo vehicular sentido sur – norte	108
5.5 Composición vehicular.....	110
5.5.1 Composición vehicular sector 1 – Puente Aranzoque norte - sur.....	110
5.5.2 Composición vehicular sector 2 – PQP (Papi Quiero Piña) norte - sur.....	111
5.5.3 Composición vehicular dirección sur - norte.....	112
5.6 Distribución temporal.....	115
5.6.1 Distribución temporal sentido norte – sur	115
5.6.2. Distribución temporal sentido sur – norte	116
5.7 Condiciones de operatividad ideal carretera multicarril	116
5.8 Capacidad y niveles de servicios.....	117
5.8.1 Nivel de servicio.....	117
5.8.2 Flujos máximos por nivel de servicio.....	118
5.8.3 Capacidad	119

6. Conclusiones	120
7. Recomendaciones	121
Referencias.....	123

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Tecnologías adaptables para un control de vehículos</i>	29
Tabla 2. <i>Características viales Sector 1</i>	33
Tabla 3. <i>Características viales Sector 2</i>	35
Tabla 4. <i>Cuadro de actividades Fase 1.</i>	45
Tabla 5. <i>Cuadro de actividades fase 2</i>	46
Tabla 6. <i>Cuadro de actividades fase 3</i>	47
Tabla 7. <i>Horarios establecidos Aforo sector 1</i>	52
Tabla 8. <i>Horarios establecidos Aforo sector 2</i>	53
Tabla 10. <i>Resumen aforo vehicular Aranzoque Norte Sur</i>	107
Tabla 11. <i>Resumen aforo vehicular PQP paralela Norte Sur</i>	107
Tabla 12. <i>Resumen aforo vehicular PQP avenida Norte-Sur</i>	108
Tabla 13. <i>Total, de vehículos provenientes del Municipio de Piedecuesta</i>	108
Tabla 14. <i>Total, de vehículos desviación hacia del Municipio de Florida</i>	109
Tabla 15. <i>Resumen aforo vehicular Aranzoque</i>	109
Tabla 16. <i>Resumen aforo vehicular avenida</i>	109
Tabla 17. <i>Resumen aforo vehicular paralela</i>	110
Tabla 18. <i>Condiciones base de operación ideal</i>	117
Tabla 19. <i>Cálculo de nivel de servicio</i>	117
Tabla 20. <i>Tasas de flujo máximos por niveles de servicios</i>	119
Tabla 21. <i>Cálculo de la capacidad</i>	119

Lista de figuras

Figura 1. <i>Tramo zona de estudio</i>	32
Figura 2. <i>Sector 1. Puente Aranzoque</i>	33
Figura 3. <i>Sector 2. PQP (Pare quiero piña)</i>	34
Figura 4. <i>Estado de red vial pavimentada ruta 45A</i>	36
Figura 5. <i>Estado del pavimento S-N</i>	36
Figura 6. <i>Estado del pavimento S-N.2</i>	37
Figura 7. <i>Estado del pavimento S-N.3</i>	37
Figura 8. <i>Estado del pavimento S-N</i>	37
Figura 9. <i>Estado del pavimento S-N.2</i>	38
Figura 10. <i>Estado del pavimento S-N.3</i>	38
Figura 11. <i>Imagen Pléyades zona de estudio</i>	49
Figura 12. <i>Modelo de elevaciones digitales</i>	49
Figura 13. <i>Software ArcGIS</i>	50
Figura 14. <i>Software Qgis</i>	51
Figura 15. <i>Ubicación Aforo Sector 1</i>	52
Figura 16. <i>Ubicación aforo sector 2</i>	52
Figura 17. <i>Herramienta recolección de datos Aforos vehiculares</i>	53
Figura 18. <i>Categorización de vehículos</i>	54
Figura 19. <i>Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Dia 1</i>	55
Figura 20. <i>Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Dia 2</i>	56
Figura 21. <i>Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Dia 3</i>	57
Figura 22. <i>Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Dia 4</i>	58

Figura 23. <i>Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Dia 5</i>	59
Figura 24. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 1</i>	60
Figura 25. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 2</i>	61
Figura 26. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 3</i>	62
Figura 27. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 4</i>	63
Figura 28. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 5</i>	64
Figura 29. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Dia 1</i>	65
Figura 30. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Dia 2</i>	66
Figura 31. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Dia 3</i>	67
Figura 32. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Dia 4</i>	68
Figura 33. <i>Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Dia 5</i>	69
Figura 34. <i>Aforo vehicular. Sector 1-S-N. Dia 1</i>	70
Figura 35. <i>Aforo vehicular. Sector 1-S-N. Dia 2</i>	71
Figura 36. <i>Aforo vehicular. Sector 1-S-N. Dia 3</i>	72
Figura 37. <i>Aforo vehicular. Sector 1-S-N. Dia 4</i>	73
Figura 38. <i>Aforo vehicular. Sector 1-S-N. Dia 5</i>	74
Figura 39. <i>Aforo vehicular. Sector 1Desviacion -S-N. Dia 1</i>	75
Figura 40. <i>Aforo vehicular. Sector 1Desviacion -S-N. Dia 2</i>	76
Figura 41. <i>Aforo vehicular. Sector 1Desviacion -S-N. Dia 3</i>	77
Figura 42. <i>Aforo vehicular. Sector 1Desviacion -S-N. Dia 4</i>	78
Figura 43. <i>Aforo vehicular. Sector 1Desviacion -S-N. Dia 5</i>	79
Figura 44. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 1</i>	80
Figura 45. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 2</i>	81

Figura 46. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 3</i>	82
Figura 47. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 4</i>	83
Figura 48. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 5</i>	84
Figura 49. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Dia 1</i>	85
Figura 50. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Dia 2</i>	86
Figura 51. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Dia 3</i>	87
Figura 52. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Dia 4</i>	88
Figura 53. <i>Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Dia 5</i>	89
Figura 54. <i>Perfil longitudinal tramo genérico</i>	91
Figura 55. <i>Perfil longitudinal Aplicativo 2Fuente</i>	92
Figura 56. <i>Perfil longitudinal Aplicativo 3</i>	93
Figura 57. <i>Volumen vehicular máximo registrado Sentido Norte Sur</i>	95
Figura 58. <i>Volumen vehicular máximo registrado Sentido Sur Norte</i>	96
Figura 59 <i>Clasificación de las carreteras multicarril según sus características geométricas.</i> ..	98
Figura 60. <i>Velocidad genérica por tipo de carretera</i>	98
Figura 61. <i>Ajuste de la velocidad genérica por efecto del ancho del carril.</i>	99
Figura 62. <i>Ajuste de la velocidad genérica por efecto del ancho del separador.</i>	99
Figura 63. <i>Ajuste de la velocidad genérica por efecto del ancho promedio de bermas.</i>	100
Figura 64. <i>Ajuste de la velocidad genérica por efecto de la densidad de accesos.</i>	100
Figura 65. <i>Factor Equivalencia de camiones tramo genérico</i>	101
Figura 66. <i>Factor Equivalencia de camiones tramo con pendiente específica en descenso.</i>	102
Figura 67. <i>Coeficientes de las ecuaciones flujo-velocidad.</i>	103
Figura 68. <i>Niveles de servicio para carreteras multicarril en Colombia.</i>	104

Figura 69. <i>Relación volumen/capacidad con niveles de servicio</i>	104
Figura 70. <i>Aplicativo 1. Sector tramo general</i>	105
Figura 71. <i>Aplicativo 2. Reducción de carril sentido Norte Sur</i>	106
Figura 72. <i>Aplicativo 3. Reducción de carril sentido Sur Norte</i>	106
Figura 73. <i>Composición vehicular promedio Aranzoque</i>	111
Figura 74. <i>Composición vehicular promedio pare quiero piña avenida</i>	111
Figura 75. <i>Composición vehicular pare quiero piña paralela</i>	112
Figura 76. <i>Composición vehicular promedio provenientes del municipio de Piedecuesta</i>	112
Figura 77. <i>Porcentaje de desviación promedio-Floridablanca</i>	113
Figura 78. <i>Composición vehicular promedio Puente Aranzoque</i>	113
Figura 79. <i>Composición vehicular promedio Pare Quiero Piña</i>	114
Figura 80. <i>Composición vehicular promedio Pare Quiero Piña Paralela</i>	114
Figura 81. <i>Distribución temporal hora pico sentido Norte-Sur</i>	115
Figura 82. <i>Distribución temporal hora pico sentido Sur Norte</i>	116

Resumen

El presente estudio titulado "Análisis de Movilidad Vehicular en el derecho vial 45A, en el Tramo Comprendido entre el PR Inicial + 88 (Planta Mac Pollo) y el PR Final + 89 (Pare quiero piña), Sentidos Norte - Sur y Sur - Norte, Municipio de Floridablanca", se enfoca en investigar y analizar la movilidad vehicular en una sección específica de la vía 45A en el Municipio de Floridablanca.

El tramo estudiado abarca desde el PR Inicial + 88 (Planta Mac Pollo) hasta el PR Final + 89 (Pare quiero piña), considerando ambos sentidos de circulación, tanto Norte - Sur como Sur - Norte.

El objetivo principal de este estudio es comprender los patrones de composición de movilidad vehicular en el área de estudio, identificar posibles puntos críticos, y evaluar la capacidad y los niveles de servicio de la vía de acuerdo con los parámetros establecidos por el Manual de Capacidad y Niveles de Servicios multicarriles del INVIAS. Para lograr este objetivo, se llevaron a cabo aforos vehiculares en campo, se recopilaron imágenes satelitales y se realizaron análisis de datos para caracterizar la movilidad vehicular actual en el tramo vial seleccionado. Además, se evaluaron las condiciones de infraestructura vial, se identificaron puntos críticos y se propusieron posibles medidas de mejora.

Los resultados que las causas principales del congestionamiento es la reducción de carril del tramo analizado y se presenta una disminución de la capacidad y niveles de servicio. se concluye que la solución más efectiva para mitigar el congestionamiento en este tramo es la realización del tercer carril. Esta ampliación de la capacidad vial permitirá mejorar significativamente el flujo de tráfico, reducir los tiempos de viaje y aumentar los niveles de servicio, beneficiando tanto a los usuarios como a la eficiencia del sistema de transporte en general.

Palabras claves: movilidad, aforo vehicular, capacidad, nivel de servicio, flujo vehicular

Abstract

The present study, titled "Vehicular Mobility Analysis on the 45A Road Right-of-Way, in the Section between Initial PR + 88 (Mac Pollo Plant) and Final PR + 89 (Pare quiero piña), North-South and South-North Directions, Municipality of Floridablanca," focuses on investigating and analyzing vehicular mobility in a specific section of the 45A road in the Municipality of Floridablanca. The studied section covers from Initial PR + 88 (Mac Pollo Plant) to Final PR + 89 (Pare quiero piña), considering both directions of traffic, North-South and South-North.

The main objective of this study is to understand the vehicular mobility patterns in the study area, identify potential critical points, and evaluate the road's capacity and levels of service according to the parameters established by the INVIAS Multilane Capacity and Levels of Service Manual. To achieve this objective, field vehicle counts were conducted, satellite images were collected, and data analyses were performed to characterize the current vehicular mobility in the selected road section. Additionally, the road infrastructure conditions were evaluated, critical points were identified, and possible improvement measures were proposed.

The results indicate that the primary causes of congestion are the lane reduction in the analyzed section, leading to a decrease in capacity and levels of service. It is concluded that the most effective solution to mitigate congestion in this section is the construction of a third lane. This expansion of road capacity will significantly improve traffic flow, reduce travel times, and increase levels of service, benefiting both users and the overall efficiency of the transportation system.

Keywords: mobility, vehicular count, capacity, level of service, traffic flow

Glosario

Aforos: método de recopilación de datos que consiste en contar y registrar los vehículos que pasan por una determinada sección de la vía durante un período de tiempo específico.

Capacidad: máxima cantidad de vehículos que puede soportar una vía sin que se produzcan congestiones excesivas.

Compuestos orgánicos volátiles (Voc): son compuestos químicos emitidos como gases de sólidos o líquidos

Congestión: Situación en la que el flujo vehicular excede la capacidad de la vía, resultando en demoras y reducción de la velocidad.

Derecho vial: conjunto de leyes y regulaciones que rigen el tráfico y la circulación de vehículos en una vía pública.

Imágenes satelitales: fotografías o imágenes obtenidas desde satélites en órbita terrestre utilizadas para el análisis y la evaluación de áreas geográficas.

Infraestructura vial: conjunto de elementos físicos como carreteras, calles, señales de tráfico, puentes, etc., que facilitan la movilidad vehicular.

INVIAS: Instituto Nacional de Vías, entidad encargada de regular y supervisar la infraestructura vial en Colombia.

Material particulado 2.5(PM2.5): material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras)

Monóxido de carbono (CO): es un gas incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera

Movilidad vehicular: la capacidad de desplazamiento de vehículos en una determinada área, medida en términos de flujo vehicular, velocidad, congestión, etc.

Multicarriles: tipo de vía que cuenta con más de un carril en cada dirección.

Óxido de azufre (Sox): el dióxido de azufre es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante.

Óxidos de nitrógeno (Nox): los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El término NOX se refiere a la combinación de ambas sustancias.

Pendiente: inclinación o la declinación de una carretera o tramo vial.

PR Final: Punto de Referencia Final, utilizado para medir la longitud de un tramo de carretera.

PR Inicial: Punto de Referencia Inicial, utilizado para medir la longitud de un tramo de carretera.

Puntos críticos: lugares en una vía donde se identifican problemas o situaciones que afectan negativamente la movilidad vehicular.

Sentido: dirección en la que los vehículos se mueven a lo largo de una vía, como norte-sur, sur-norte, etc.

Tramo vial: sección específica de una carretera o vía.

Volúmenes de tráfico: cantidad de vehículos que circulan por una vía en un período de tiempo determinado.

Introducción

La movilidad vehicular es un aspecto fundamental en el desarrollo urbano y regional, influyendo en la calidad de vida de los ciudadanos, la eficiencia económica y el funcionamiento de las ciudades. En el contexto del Municipio de Floridablanca, Colombia, la gestión eficaz de la movilidad vehicular se convierte en un desafío prioritario debido al crecimiento demográfico, la expansión urbana y el aumento del parque automotor.

El derecho vial 45A, que atraviesa el municipio, desempeña un papel crucial en la conectividad y la accesibilidad de la región. Dentro de este marco, el tramo comprendido entre el PR Inicial + 88 (Planta Mac Pollo) y el PR Final + 89 (Pare quiero piña) se destaca como un corredor vial vital para el transporte de personas y mercancías en la zona.

El constante flujo de vehículos en ambos sentidos ya sea de Norte a Sur o de Sur a Norte, ha generado preocupaciones sobre la eficiencia del tráfico, la seguridad vial y la calidad del transporte. La congestión en ciertos puntos críticos, la falta de infraestructura adecuada y el aumento de la demanda de movilidad plantean desafíos significativos que requieren una atención inmediata y medidas efectivas.

En respuesta a estas preocupaciones, este estudio se propone realizar un análisis exhaustivo de la movilidad vehicular en el tramo vial 45A en el Municipio de Floridablanca. El objetivo principal es comprender los patrones de composición vehicular, identificar zonas de congestión y evaluar la capacidad y los niveles de servicio de la vía.

Para lograr este objetivo, se llevarán a cabo aforos vehiculares en campo, utilizando metodologías estandarizadas para recopilar datos precisos sobre el flujo de tráfico. Además, se utilizarán imágenes satelitales para complementar el análisis de campo y obtener una visión más completa de la movilidad vehicular en el área de estudio.

Se espera que los resultados de este estudio proporcionen información valiosa para la toma de decisiones en materia de planificación urbana y transporte, así como para el diseño de políticas y proyectos destinados a mejorar la movilidad vehicular en el Municipio de Floridablanca. Al promover un transporte más seguro, eficiente y sostenible, este estudio contribuirá al desarrollo integral y la calidad de vida de los habitantes de la región.

1. Análisis de movilidad vehicular en el derecho vial 45A, en el tramo comprendido entre el PR inicial + 88 (Planta Mac Pollo) y el PR final + 89 (Pare quiero piña), sentidos norte - sur y sur - norte, Municipio de Floridablanca

1.1 Formulación del problema

El área metropolitana de Bucaramanga se ha visto afectada en cuanto a la movilidad vehicular en diferentes zonas, esta movilidad se ve afectada en las horas pico, hora donde se presenta mayor flujo vehicular, que para los usuarios esto se convierte en un tema delicado en cuanto al tiempo de movilización y efectos sobre la salud, según Álvarez [1] “ El doctor Javier Moreno sostiene que estar atrapado en tráfico interfieren en el funcionamiento normal del sistema cardiovascular, pues propician de forma acelerada el desarrollo de la hipertensión arterial, enfermedades que cobran al año para el 2015 cerca de 15 millones de muertes a nivel mundial”. Una zona donde se presenta esta congestión vehicular es en el derecho vial 45A, que comunica el municipio de Floridablanca con el municipio de Piedecuesta, exactamente entre el intercambiador pare, quiero piña y la planta Mac pollo.

La afectación en la movilidad vehicular en la zona, venido evidenciando durante muchos años atrás, este fenómeno ocurre como ya se ha dicho antes, en las horas pico, donde movilidad vehicular se ve drásticamente afectada negativamente debido al aumento del parque automotor, según la CDMB [2]

“el parque automotor para 2016 se tenía registrados en todas las secretarías de tránsito del área metropolitana de Bucaramanga un total de 521.318 vehículos y para el año 2018 la cifra ascendía a 703.0753, es decir que en Bucaramanga y su área metropolitana mensualmente se matriculan aproximadamente 4.300 vehículos. Otra cifra interesante es

el aumento del 195,4% del parque automotor entre los años 2010 (359.7604) y 2018 (703.075) y que una muy pequeña porción de estas matrículas ha sido para servicio público”

Este fenómeno se presenta en los dos sentidos de Norte – Sur (Floridablanca – Piedecuesta) y Sur – Norte (Piedecuesta – Floridablanca). Esto sucede debido a varios aspectos como la capacidad vehicular a la cual fue diseñada la vía, a un mal estado nivel de servicio de la vía y a una mala configuración geométrica de la vía.

Si se hace referencia a la capacidad vehicular, esto pudo haber ocurrido por una mala proyección del tránsito vehicular de la zona, falta de estudios de tránsito y la falta de los análisis estadísticos de los aforos vehiculares que se tomaron en cuenta. El nivel de servicio, la falta de proyección poblacional que tuvo el municipio de Bucaramanga hacia las afuera de este, y la influencia que tiene esta avenida que es la que conecta con el sur del país en cuanto al movimiento de mercancía en vehículos pesados y por último la configuración geométrica de la vía que en este tramo se puede observar reducción de carriles, deficientes diseños de retornos.

Este fenómeno afecta a todos los habitantes del área metropolitana que se desplaza en sus vehículos por esta avenida diariamente. Esto afecta a la comunidad trabajadora, educativa, turística, entre otras.

Se plantea realizar un estudio de movilidad vehicular en la avenida, mediante un estudio de tránsito con análisis estadístico de los aforos vehiculares para dar recomendaciones para el mejoramiento del flujo vehicular

1.2 Justificación

El presente trabajo tiene como objetivo primordial ofrecer recomendaciones para mejorar la movilidad vehicular en el derecho vial 45A, específicamente en la zona ya mencionada. Se subraya que la mejora de la movilidad vehicular trae consigo una serie de beneficios tanto ambientales como sociales. De acuerdo con el informe de la CDMB [2]

“En año 2016 categoría que mayor emite CO y SO_x son los autos particulares, aportando respectivamente el 65% (21.355 ton/año) y el 56% (58 ton/año) de estos contaminantes, y un poco más del 20% de las emisiones de Nox (834 ton/año) y VOC (495 ton/año) y aunque aportan cerca del 6% del PM_{2.5}(17 ton/año)”

Por otro lado, se busca implementar un sistema de transporte terrestre efectivo que contemple la reducción del tráfico vehicular y la disminución de los tiempos de desplazamientos. Además, se espera que estas mejoras generen un aumento del flujo vehicular en la zona, lo cual podría reducir las maniobras peligrosas en la vía por parte de los usuarios, y, por ende, disminuir los accidentes viales. Según la personería de Floridablanca [3], "La tasa de accidentalidad para el 2022 referida a la cantidad de personas en el municipio de Floridablanca es de 205, y en un 70% de los casos, los motociclistas son los principales protagonistas de los accidentes".

Adicionalmente, se propone reducir el estancamiento de vehículos en el sentido Norte-Sur, para facilitar el cruce hacia Ruitoque Bajo, así como disminuir el tráfico vehicular en el retorno ubicado en el sentido Norte-Sur, en las coordenadas (7° 3'16.60"N; 73° 4'56.71"O) (Mac pollo).

Por esta razón, es importante realizar un estudio de movilidad vehicular para proponer soluciones a esta problemática de movilidad donde los usuarios se verían beneficiados principalmente y la Alcaldía de Floridablanca que con este estudio pueden llegar a la toma de decisiones.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Analizar la Movilidad Vehicular en el derecho vial 45A, en el Tramo Comprendido entre el PR Inicial + 88 (Planta Mac Pollo) y el PR Final + 89 (Pare quiero piña), Sentidos Norte - Sur y Sur - Norte, Municipio de Floridablanca, Santander mediante la evaluación de capacidad y niveles de servicio, para el mejoramiento del flujo vehicular

1.3.2 Específicos

Determinar los puntos críticos del tramo objeto de estudio, mediante el uso de imágenes satelitales

Caracterizar la movilidad vehicular actual para la determinación de los volúmenes de tráfico del tramo analizado por medio de la realización de aforos vehiculares

Evaluar la capacidad y niveles de servicios de la vía en sentido Norte-Sur y Sur- aplicando los parámetros establecidos del Manual de Capacidad y Niveles de Servicios multicarriles INVIAS

1.4 Estado del arte

En el presente análisis bibliográfico, se han buscado artículos en las diferentes bases de datos, en los que se trate el tema que en este proyecto se va a desarrollar, es decir, analizar los distintos documentos

Estudio de tránsito para mejorar la movilidad sobre el corredor vial de la Avenida Calle 24 entre la Carrera 97 y Carrera 86 de la ciudad de Bogotá D.C. Esta investigación tiene como fin mejorar la movilidad vehicular en una intersección, dado al crecimiento urbanístico de la zona

y la cantidad de vehículos se presenta mucha congestión vehicular, para el desarrollo del trabajo, se realizó conteo manual vehicular, procesamiento de datos, etc. Se presenta la modelación actual de la situación y las alternativas propuesta en el software de modelación Ptv Vissim (Planung Transport Verkehr), usado para simular las condiciones físicas y operativas de la red en su área de influencia [4].

Estudio, análisis y propuesta de soluciones a la movilidad vial en algunas zonas del valle de aburra. Este proyecto plantea soluciones de tipo funcional y geométrico, basado en las observaciones de campo. No se pretende dar soluciones definitivas, pero si se plantearon opciones para el mejoramiento de los diferentes puntos de estudio, con el fin de mejorar la circulación de los usuarios de estas vías. Para proponer algunas mejoras, se estudiaron 4 puntos críticos de movilidad vial, uno en el Municipio de Envigado y tres en el Municipio de Medellín [5].

Análisis de posibles alternativas y soluciones de movilidad para el sector del rincón de Girón, año 2022 en el Municipio de Girón – Santander. En este trabajo analizó la congestión vehicular en la zona del rincón de Girón, Santander, se realizó un estudio de prefactibilidad donde se presenta un diseño geométrico para una ruta alterna donde se pueda descongestionar la vía, todo esto bajo un análisis de volumen vehicular donde se toma de 6:00 A.M a 8:00P.M. Este proyecto se simulo bajo el software de infrawork y se establece una mejora del flujo del 42% para la vía propuesta [6].

Análisis de tránsito y propuesta de diseño geométrico para intersección av. suba con calle 100 en la ciudad de Bogotá D.C. Este proyecto analiza las condiciones de operación vehicular del corredor vial de la Av. Suba con calle 100, en la localidad de Barrios Unidos más exactamente en el barrio la Castellana, y así mismo exponer alternativas de solución para el desarrollo vial que se presenta mediante las herramientas que ofrece la ingeniería de civil con una de sus líneas de campo

de acción como lo es el estudio del tránsito y diseño geométrico de vías, evaluando la intersección mencionada en las horas pico. Para este caso las horas establecidas son de 6:00A.m a 7:00 P.m. cada 15 minutos. Y se recomienda el diseño geométrico de un puente como solución a la problemática [7].

Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en guayaquil-ecuador. Este trabajo se centra en la Avenida Pedro Menéndez Gilbert, Guayaquil-Ecuador, la cual presenta problemas de congestionamiento vial. Esta investigación se realizó con el fin de proponer posibles soluciones a la problemática. El método de toma de datos consistió en la observación, con un trabajo de campo en las intersecciones de entrada y salida de un tramo de 900 m de longitud. Se realizaron conteos manuales y categorización de vehículos durante una semana, así como conteo de tiempos de reparto de los semáforos. Se caracterizaron las intersecciones en su geometría, flujos de tráfico y sistema de semáforos. Sobre la base de un estudio previo se proyectó un incremento a 5 años [8].

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

La movilidad vehicular es un aspecto crítico en el desarrollo urbano, afectando directamente la calidad de vida de los habitantes y la eficiencia de las ciudades. En el contexto específico del derecho vial 45A en el Municipio de Floridablanca, es esencial comprender los fundamentos teóricos que guiarán el análisis de su movilidad. Este marco referencial se sumerge en conceptos movilidad urbana, localización del proyecto, tecnologías para la evaluación de la movilidad vehicular y tecnologías SIG en el análisis de la movilidad vehicular. Este análisis se

presenta en respuesta al creciente desafío de garantizar un flujo vehicular eficiente que satisfaga las necesidades de una comunidad en constante evolución.

2.1.1 Metodologías de evaluación de movilidad vehicular

La evaluación de la movilidad vehicular en áreas urbanas es un aspecto crucial para el desarrollo sostenible de las ciudades y la calidad de vida de sus habitantes. Para comprender y mejorar la movilidad vehicular, se utilizan diversas metodologías que permiten analizar el flujo de tráfico, identificar problemas de congestión, evaluar la eficiencia de la infraestructura vial y diseñar soluciones efectivas. En esta breve introducción, exploraremos algunas de las principales metodologías empleadas para evaluar la movilidad vehicular en entornos urbanos, destacando su importancia y aplicaciones en la gestión del transporte.

Las metodologías usadas para evaluar generalmente son:

- Teoría de flujo vehicular

También llamado tránsito vehicular, es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Es primordial antes de cualquier diseño geométrico de una vía, conocer las características del tránsito que va a ocupar esta vía. Mozo [9]. Esta metodología relaciona características básicas como lo son:

- Velocidad
- El volumen o intensidad de tráfico
- La densidad

Este método está basado en Manual de capacidad de carreteras [10].

- Modelización de transporte

La modelización de transporte es según la asociación mundial de carreteras, una representación de la red de carreteras en términos de la capacidad que proporcionan y el volumen de tránsito que la recorre. Las redes de carreteras tienen una capacidad finita y la función del modelo de tránsito (o transporte) es mostrar cómo los resultados de la red cambian en términos de la velocidad del tránsito y, en algunos casos de la varianza de los tiempos de viaje en torno a su media - cuando cambia el volumen del tránsito (Modelos de Tránsito | RNO/ITS – PIARC) [11].

Esta modelización del transporte permite:

- Desarrollar estrategias y soluciones de transporte avanzadas y preparadas para el futuro;
- Realizar análisis y previsiones de tráfico;
- Planificar los servicios de transporte público;
- Establecer un marco para adaptarse a nuevos servicios de movilidad, como la conducción autónoma [12].

2.1.2 Tecnologías para la evaluación de la movilidad vehicular

Dado al crecimiento del parque automotor y las necesidades triadas consigo, se necesita adaptar nuevas tecnologías con la cual se pueda tener un control de todos los vehículos que circulan por cierta área determina, esto es importante ya que estas tecnologías deberán, según Quintero y Prieto [13]. “Cada una de las tecnologías implementadas en las redes de sistemas de transporte debe proporcionar información en tiempo real que permita tener control de datos de forma confiable y que facilite su administración; deben brindar información sobre condiciones de tráfico, trabajos de mantenimiento velocidades de circulación, alarmas ante accidentes, entre otras”. Siemens una empresa española caracterizada por la innovación tanto tecnológica como en gestión

y en su publicación “Soluciones inteligentes para el tráfico de hoy y del mañana” [14] presentan las siguientes tecnologías para:

Tabla 1. *Tecnologías adaptables para un control de vehículos*

Tráfico Interurbano	Tráfico Urbano
Centros de Control de autopistas	Sistemas y centros de Control del tráfico
Sistemas de detección y adquisición de datos de tráfico	Sistemas y centros de Gestión del tráfico
Sistemas dinámicos de información y control	Detectores y sistemas de detección para la adquisición de información del tráfico
Sistemas de llamadas de emergencia	Instalaciones de semáforos y controladores de intersecciones
Sistemas de control del tráfico	Sistemas de priorización del tráfico para transporte público de autobuses y tranvías
Predicciones de tráfico	Control del medioambiente, etc.
Adquisición datos medioambientales	Controladores y semáforos accionados según tránsito del tráfico
Acceso a información meteorológica	
Sistemas de contabilización de vehículos	
Soluciones para señales de dirección variable, cierre de carriles, etc.	

Tomado de [14]

Estas soluciones traen consigo beneficios tales, esto fue probado en la ciudad de Pireo en Grecia. Con una población de 200.000 habitantes, la ciudad tiene que enfrentarse a enormes flujos de tráfico, algo que ahora funciona mucho mejor gracias a nuestros sistemas de control. En general, los tiempos de traslado se han reducido entre un 8 y un 12% (dependiendo de la ruta), al tiempo que se ha reducido entre el 10 y el 17% la contaminación atmosférica generada por dicho tráfico, y los embotellamientos han disminuido entre un 20 y un 50%, dependiendo del momento del día [14].

2.1.3 Tecnologías SIG y su aplicación al transporte

En la era moderna, la gestión eficiente del transporte urbano es fundamental para el desarrollo sostenible y la calidad de vida en las ciudades. Las Tecnologías de la Información Geográfica (SIG), también conocidas como Sistemas de Información Geográfica, han revolucionado la forma en que se comprende, planifica y gestiona la movilidad urbana. Estas tecnologías proporcionan herramientas poderosas para recopilar, almacenar, analizar y visualizar datos espaciales relacionados con el transporte, lo que permite a los planificadores y autoridades de transporte tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias efectivas para mejorar la infraestructura y los servicios de transporte urbano. Con los SIG es posible manejar dos tipos de información geográfica: ráster y vectorial. El modelo ráster se ha desarrollado para modelar características continuas, una capa ráster comprende un conjunto de celdas que poseen asociado un valor y su mínima unidad es el píxel; en cambio el modelo vectorial, utiliza tres elementos fundamentales para la modelización de elementos reales: puntos, líneas y polígonos [15].

Las Tecnologías de la Información Geográfica (SIG) son herramientas poderosas para el análisis espacial en redes de transporte, ofreciendo una amplia gama de funcionalidades que resultan beneficiosas para la gestión y planificación del transporte urbano. Primero, un SIG sirve como instrumento de consulta para visualizar la red vial en términos de sentidos, flujos y dimensiones, proporcionando una representación clara y detallada de la infraestructura de transporte en una ciudad o región. Además, los SIG permiten calcular diversas propiedades de la red, como la conectividad, el diámetro y la selección de rutas óptimas, lo que resulta invaluable para la toma de decisiones en la planificación del transporte y la optimización de las operaciones de tráfico. Asimismo, los SIG son útiles para la gestión y control del tráfico, ya que facilitan el monitoreo en tiempo real de las condiciones de la red vial y la identificación de áreas con

congestión u otros problemas, lo que permite una respuesta rápida y eficiente por parte de las autoridades de transporte.

Por otro lado, el empleo de un sistema informatizado para la administración y procesamiento de la información espacial ofrece numerosas ventajas. Por ejemplo, el formato magnético de la información permite un almacenamiento físico compacto, lo que reduce los costos de mantenimiento y agiliza el acceso a los datos. Además, la facilidad en la actualización de la información garantiza que los datos estén siempre actualizados y precisos. Por último, el análisis de la información georreferenciada mediante la aplicación de operadores matemáticos o lógicos brinda una comprensión más profunda de los patrones y tendencias en el transporte urbano, lo que facilita la toma de decisiones informadas y estratégicas [15].

2.2 Marco contextual

2.2.1 Localización del proyecto

La zona de estudio en la cual se enfocó este proyecto es la avenida 45^a que comprende entre el puente de Lagos, Pare quiero piña y La planta de Mac Pollo, avenida que conecta al sur con municipio de Piedecuesta, al oriente y occidente con el municipio de Floridablanca y al norte con el municipio de Bucaramanga, que diariamente presentan alto flujo vehicular. A continuación, se muestra el tramo de la zona de estudio:

Figura 1. *Tramo zona de estudio*



Adaptado de [16].

Para facilitar más el desarrollo del proyecto se dividió en dos zonas, consideradas zonas de alto flujo vehicular y ubicadas en puntos estratégicos para el proyecto. Las cuales son:

Sector 1. Puente Aranzoque

Sector 2. Puente PQP (Pare quiero piña)

2.2.2 Descripción del proyecto

Debido a la problemática presentada en la zona, la distribución de la zona en los sectores, se plantea caracterizar los tramos de estudio evaluando el estado del pavimento, tipo de estructura del pavimento, ancho de la calzada, número de carriles, sentidos viales y movimientos vehiculares

2.2.2.1 Sector 1- puente Aranzoque. Esta fue la primera zona a considerar del proyecto, la cual se describe como sector 1, zona de donde en sentido Sur- Norte, proviene todo el flujo vehicular del municipio de Piedecuesta con opción de un desvío hacia el municipio de Floridablanca. Y en sentido Norte – Sur, es el resultado del flujo vehicular proveniente de

Bucaramanga y con inclusión de vehículos provenientes del municipio de Floridablanca que se dirigen al Municipio de Piedecuesta.

Figura 2. Sector 1. Puente Arangoque



Adaptado de [16].

A continuación, se muestra una tabla con las características viales del tramo:

Tabla 2. Características viales Sector 1

Zona de estudio	Movimiento vehicular	Sentido vial	No carriles	Tipo de estructura	Ancho de calzada (m)	Estado del pavimento	
Sector 1	AV 45A Sentido E - W	4	Uni direccional	3	Pavimento flexible	9,8	Regular
	AV 45A Sentido E - W	10(4)	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5	Regular
	AV 45A Sentido W - E	3	Uni direccional	3	Pavimento flexible	9,8	Regular

Zona de estudio	Movimiento vehicular	Sentido vial	No carriles	Tipo de estructura	Ancho de calzada (m)	Estado del pavimento
AV 45A Sentido W - E	10(3)	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5	Regular
CRA 8 Sentido S - N	9(4)	Bi direccional	2	Pavimento flexible	8	Regular
CRA 8 Sentido N - S	5	Uni direccional	2	Pavimento flexible	6	Malo
CRA 8 Sentido N - S	1	Uni direccional	2	Pavimento flexible	7,2	Regular
CRA 8 Sentido N - S	9(1)	Bi direccional	2	Pavimento flexible	8	Regular

2.2.2.2 Sector 2-puente PQP (Pare quiero piña). El sector 2, este sector es el encargo de conectar la calle 200 con la Avenida 45^a, y el casco urbano del municipio de Floridablanca, este sector es crítico por que se divide en cuatro carriles, dos avenidas y dos paralelas. Donde las paralelas son las principales vías por la cual transita el tráfico pesado proveniente de Piedecuesta en sentido Sur- Norte y del Anillo vial en sentido Norte- Sur. En la siguiente imagen se muestran los carriles y los desvío que pueden hacer los vehículos que transitan por esta zona.

Figura 3. Sector 2. PQP (Pare quiero piña)



Adaptado de [16].

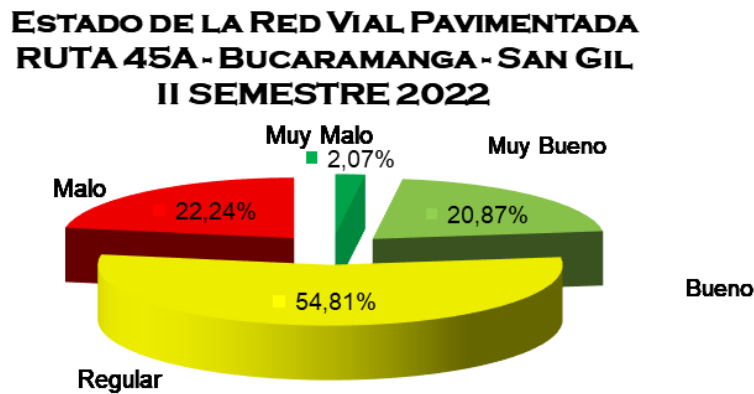
A continuación, se muestra una tabla con las características viales del tramo:

Tabla 3. Características viales Sector 2

Zona de estudio	Movimiento vehicular	Sentido vial	Nº carriles	Tipo de estructura	Ancho de calzada (m)	Estado del pavimento	
Sector 2	AV 45A Sentido N - S	1	Uni direccional	3	Pavimento flexible	10	Bueno
	Paralela Sentido N - S	9(1)	Uni direccional	2	Pavimento flexible	6	Regular
	Paralela Sentido N - S	9(2)-3	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5,3	Regular
	AV 45A Sentido S - N	2	Uni direccional	3	Pavimento flexible	10	Bueno
	Paralela Sentido S - N	9(2)	Uni direccional	2	Pavimento flexible	6	Regular
	Paralela Sentido S - N	9(2)-4	Uni direccional	2	Pavimento flexible	6	Regular
	Calle 200 Sentido E - W	4	Uni direccional	2	Pavimento flexible	6,3	Regular
	Calle 200 Sentido E - W	9(4)	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5,3	Regular
	Calle 200 Sentido E - W	9(4)- 1	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5,3	Regular
	Calle 200 Sentido W - E	3	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5,4	Regular
	Calle 200 Sentido W - E	9(3)	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5,3	Regular
	Calle 200 Sentido W - E	9(3)-2	Uni direccional	2	Pavimento flexible	5,3	Regular

2.2.3 Estado del pavimento

Para poder realizar adecuadamente el cálculo de nivel de servicio se necesita conocer el estado del pavimento de la zona de estudio, se ha utilizado información del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), del documento estado de la malla vial segundo semestre 2023, se encontró lo siguiente:

Figura 4. Estado de red vial pavimentada ruta 45A

Tomado de [17].

Del anterior gráfico, se deduce que el tramo a analizar el pavimento flexible se encuentra en mayor parte Regular-Malo, no obstante, con apoyo de las siguientes imágenes tomadas en campo, clasificamos de manera visual y con apoyo del gráfico del INVIAS se clasificó los tramos a analizar, dicha clasificación se encuentra en la tabla número 2 y la tabla número 3, a continuación, se adjunta imágenes del estado del pavimento de la zona:

Figura 5. Estado del pavimento S-N

Figura 6. *Estado del pavimento S-N.2*



Figura 7. *Estado del pavimento S-N.3*



Figura 8. *Estado del pavimento S-N*



Figura 9. *Estado del pavimento S-N.2***Figura 10.** *Estado del pavimento S-N.3*

2.3 Marco conceptual

El marco conceptual es una parte fundamental de cualquier investigación, ya que proporciona el contexto teórico y conceptual necesario para comprender el problema de estudio y guiar el proceso de investigación. Consiste en un conjunto de ideas, teorías, conceptos y modelos que sirven como base para analizar y abordar el tema de investigación de manera sistemática y coherente.

2.3.1 Movilidad urbana

Movilidad urbana (MU): Capacidad de las personas de acceder a los lugares donde se brindan los servicios y oportunidades necesitados (o deseados), sea esto por mejorar la facilidad de desplazamiento (un lugar es más accesible si mejora el sistema de transporte), o bien por mejorar la proximidad (una necesidad o deseo es más accesible cuanto menor es el desplazamiento que hay que efectuar para satisfacerlo) (Sanz, 1996, como se citó en [18]. Engloba las prácticas sociales de desplazamiento de la movilidad cotidiana, de la movilidad residencial y de la profesional, las prácticas sociales de desplazamiento de las personas y de sus bienes y las prácticas sociales de desplazamiento de las personas físicas o jurídicas [19].

2.3.2 Aforo vehicular

Los aforos vehiculares, es un procedimiento que tiene sus inicios casi desde la invención del automóvil, se contabilizaban rudimentariamente los usuarios de una vía, aunque en ese entonces no existían las diferentes categorías que hoy día hacen presencia, si era necesario saber cuántos automotores transitaban por un lugar determinado, durante un lapso, los periodos a contar eran mayores ya que la afluencia vehicular era mínima [20].

Actualmente existen diferentes métodos para realizar los aforos vehiculares, manualmente, sensores mecánicos, sensores ópticos, mediante videos. A continuación, se hace una breve descripción de cada una:

2.3.2.1 Manualmente. El aforo manual vehicular es un método utilizado para contar el número de vehículos que pasan por un punto específico de una vía o carretera mediante la observación y el registro manual por parte de una persona. Este proceso implica que un individuo

se encargue de contar cada vehículo que pasa frente al lugar de conteo, ya sea utilizando un dispositivo de conteo manual, como un contador manual o simplemente mediante la observación y el registro en papel o en una hoja electrónica.

Ventaja: No se necesita instalación de dispositivos en la carpeta asfáltica.

Desventajas: Se presentan errores de registro por confusión de los aforadores, consumo excesivo de papel, errores de transcripción de datos a un medio informático.

2.3.2.2 Sensores mecánicos. Los sensores mecánicos para aforos vehiculares son dispositivos físicos diseñados para detectar la presencia o paso de vehículos en una vía o carretera. Estos sensores están diseñados para activarse cuando un vehículo pasa sobre ellos, lo que les permite contar el número de vehículos que circulan por un determinado tramo de carretera o vía.

Ventajas: la información es descargada inmediatamente en un medio informático, menor tiempo de procesamiento de datos por no ser necesario la transcripción adicional, altamente resistente a impactos y campos electromagnéticos, transmite los datos obtenidos mediante fibra óptica lo que hace más ágil el proceso [20].

Desventajas: errores de detección de categoría, cuando un vehículo categoría 2 tiene las llantas traseras pequeñas, lo detecta categoría 1, no permite realizar conteos en otro lugar diferente ya que su instalación es definitiva, altos costos de instalación y mantenimiento, al finalizar su vida útil, es necesario remplazar el elemento, esto hace que los costos se incrementen [20].

2.3.2.3 Sensores ópticos. Los sensores ópticos para aforos vehiculares son dispositivos diseñados para detectar la presencia y el movimiento de vehículos utilizando tecnología de luz

visible o infrarroja. Estos sensores utilizan sistemas ópticos y fotodetectores para registrar el paso de los vehículos y contar su número en un determinado tramo de carretera o vía.

- **Sensores de barrera infrarroja:** consisten en un emisor y un receptor de luz infrarroja ubicados en lados opuestos de la carretera. Cuando un vehículo pasa entre el emisor y el receptor, interrumpe el haz de luz, lo que activa el sensor y registra el paso del vehículo.
- **Cámaras de conteo:** Son cámaras de videovigilancia equipadas con software de análisis de imágenes que pueden detectar y contar vehículos en movimiento. Estas cámaras utilizan algoritmos de procesamiento de imágenes para identificar y rastrear vehículos en tiempo real.
- **Sensores de detección de movimiento:** Utilizan tecnología de detección de movimiento para registrar la presencia de vehículos en un área determinada. Estos sensores pueden detectar cambios en la temperatura, la presión o el movimiento causados por la presencia de un vehículo.

2.3.2.4 Sistemas de detección electrónica. Los sistemas de detección electrónica son tecnologías avanzadas diseñadas para detectar y contar vehículos en movimiento de manera automatizada y precisa. Estos sistemas utilizan una variedad de tecnologías electrónicas para monitorear el tráfico en tiempo real y recopilar datos sobre el volumen de vehículos que circulan por una vía o carretera.

- **Radars de tráfico:** Utilizan ondas de radio de alta frecuencia para medir la velocidad y el flujo de vehículos en una vía. Estos radares pueden ser fijos o móviles y se utilizan comúnmente para controlar la velocidad del tráfico y recopilar datos de tráfico en tiempo real.

- **Sistemas de cámaras de videovigilancia:** Utilizan cámaras de video equipadas con software de análisis de imágenes para detectar y contar vehículos en movimiento. Estas cámaras pueden instalarse en lugares estratégicos a lo largo de una vía o en intersecciones para monitorear el tráfico y recopilar datos de tráfico en tiempo real.
- **Sistemas de peaje electrónico:** Utilizan tecnología de radiofrecuencia (RFID) o comunicación de corto alcance (como Bluetooth o comunicación celular) para identificar y registrar vehículos que pasan por un punto de peaje. Estos sistemas son utilizados comúnmente en autopistas de peaje y pueden proporcionar datos precisos sobre el volumen de tráfico y los patrones de viaje.
- **Sensores láser:** Utilizan rayos láser para detectar la presencia y el movimiento de vehículos en una vía. Estos sensores pueden instalarse en el pavimento o en estructuras elevadas y son capaces de medir la velocidad y la distancia de los vehículos con precisión.

2.3.3 Capacidad

La capacidad, según está indicada en Manual de capacidad y Nivel de servicio en carreteras de dos carriles [21]. “Como el número máximo de vehículos que puede circular por un punto por un punto o tramo uniforme de la vía en los dos sentidos durante cierto período de tiempo, en las condiciones imperantes de vía y de tránsito. La Capacidad se expresa en vehículos por hora, aunque puede medirse en períodos menores de una hora. El cálculo de la Capacidad parte de una Capacidad máxima en condiciones ideales, la que disminuye a medida que las condiciones particulares de la vía en estudio se apartan de estas. Las condiciones ideales son aquellas en las que no existen restricciones geométricas, de tránsito ni ambientales [21].

2.3.4 Nivel de servicio

La capacidad, según está indicada en Manual de capacidad y Nivel de servicio en carreteras multicarril [22], como la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, que se refleja en grado de satisfacción o contrariedad que experimentan al usar la vía. Se han definido seis niveles para Colombia que van desde el A al F, así:

2.3.4.1 Nivel de servicio A. describe unas condiciones de completa libertad. La circulación de los vehículos queda virtualmente libre de los efectos de la presencia de otros vehículos, y las operaciones únicamente quedan restringidas por la geometría de la carretera y por las preferencias del conductor. La maniobrabilidad dentro de la corriente circulatoria es buena. En este nivel se absorberán con facilidad las pequeñas alteraciones del flujo sin ningún cambio en la velocidad de recorrido [22].

2.3.4.2 Nivel de servicio B. Indicativo de flujo libre, aunque empieza a ser perceptible la presencia de otros vehículos. Las velocidades medias de recorrido son las mismas que en el NS “A”, pero los conductores tienen una libertad de maniobra ligeramente inferior.

En este nivel las alteraciones pequeñas todavía se absorben fácilmente, aunque se hacen más patentes ciertos deterioros locales [22].

2.3.4.3 Nivel de servicio C. Representa un rango en el cual queda marcada la influencia de la densidad del tráfico sobre las operaciones. Ahora la presencia de otros vehículos claramente afecta la maniobrabilidad de la corriente circulatoria. Las velocidades medias de recorrido comienzan a mostrar alguna reducción en aquellas carreteras multicarril con velocidades libres por

encima de 80 km/h. Es de esperar que las pequeñas alteraciones en el flujo provoquen serios deterioros localizados del servicio, y que se formen colas detrás de cualquier alteración del tráfico [22].

2.3.4.4 Nivel de servicio D. Representa un rango en el cual la capacidad de maniobra se ve seriamente restringida debido a la congestión de la circulación. Al incrementarse los volúmenes la velocidad de recorrido comienza a reducirse. Solo es posible absorber las alteraciones pequeñas sin que se formen largas colas y sin que el Nivel de Servicio disminuya [22].

2.3.4.5 Nivel de servicio E. representa una explotación en, o cerca de, la capacidad, y es bastante inestable. Las densidades varían en función de la velocidad libre. En el NS E los vehículos ruedan con el mínimo espaciamiento para el que se puede mantener un flujo uniforme. Al aproximarse al límite inferior del Nivel de Servicio no pueden absorberse o disiparse rápidamente la mayoría de las alteraciones, y estas ocasionan la formación de colas y la caída al NS F. En la mayoría de las carreteras multicarril con velocidades libres entre 70 y 100 km/h, la velocidad de los vehículos ligeros oscila entre 68 y 88 km/h, pero son muy variables e impredecibles [22].

2.3.4.6 Nivel de servicio F. representa un flujo forzado o en colapso. Esto se produce bien en un punto al que los vehículos llegan a una tasa mayor que la tasa de descarga o en un punto de una carretera en planeamiento donde la demanda prevista excede la capacidad calculada. Aunque la operación en estos puntos (y en los tramos inmediatamente corriente abajo) parecen estar a capacidad, se formarán colas detrás de estos puntos. La circulación en las colas es altamente inestable, presentándose breves períodos de movimiento seguidos por paradas [22].

3. Metodología

Este proyecto de investigación aplica metodología mixta, con un enfoque cuantitativo. Este proceso se llevará a cabo teniendo en cuenta el Manual de capacidad y niveles de servicio para vías multicarril (2022), pues se plantea registrar aforos vehiculares a lo largo del tramo seleccionado, uso de imágenes satelitales y localización del proyecto y punto críticos de la vía, con el fin de determinar capacidad, niveles de servicios. Y con esta información hacer su debido procesamiento en las hojas de Excel y sus análisis

3.1 Fase del proyecto

Este proyecto se desarrollará en 4 fases alineadas con cada uno de los objetivos específicos. De este modo, se le dará un orden en la información y en todo el proceso referente a este estudio de movilidad

3.1.1 Determinación de sectores críticos del tramo, teniendo en cuenta la geometría vial y el embotellamiento de vehículos

Para el desarrollo de esta fase, que esta alienada con el objetivo específico 1, a identificación de estos sectores críticos, se usan las imágenes Satelitales descargas de global mapper, donde se identificarán zonas donde las cuales haya alguna variación geométrica que influya en el flujo de vehículos y dificulte su movilidad. Para el desarrollo de esta fase se plantean las siguientes actividades:

Tabla 4. *Cuadro de actividades Fase I.*

	Nombre de la tarea	Duración
FASE 1:	Levantamiento Topográfico	20 días
Determinación de	Instalación de software tipo SIG	2 días

	Nombre de la tarea	Duración
sectores críticos del tramo, teniendo en cuenta la geometría de la vía y el embotellamiento de vehículos	Instalación de Qgis, ArcGIS y Global Mapper	2 días
	Descargar imágenes satelitales Global Mapper	1 día
	Descargar modelo DEM (Modelo digital de elevaciones)	1 día
	Generar curvas de nivel a partir del DEM	1 día
	Determinación de Pendientes Qgis	1 día
	Determinación del tipo de terreno	1 día
	Medición de elementos viales en ArcGIS	4 días
	Digitalización de mapas cartográficos	5 días
	Localización de sectores Críticos	2 días

3.1.2 Recolección de datos

Para el desarrollo de esta fase, que esta alineada con el objetivo al segundo objetivo específico, consistirá en realizar el conteo manual vehicular de la zona, cada 15 minutos según lo estipula Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para vías multicarril - Primera versión – 2022,

Para el desarrollo de esta fase se plantean las siguientes actividades:

Tabla 5. Cuadro de actividades fase 2

	Nombre de tares	Duración
Fase 2. Recolección y procesamientos de datos	Recolección y procesamiento de datos	110 días
	Creación de tabla de aforo vehicular	2 días
	Grabación de videos sector 1	15 días
	Grabación de videos Sector 2	15 días
	Conteo Vehicular videos Sector 1 N - S	15 días
	Conteo Vehicular videos Sector 1 S - N	15 días
	Conteo Vehicular videos Sector 2 N - S	15 días
	Conteo Vehicular videos Sector 2 S - N	15 días
	Digitalización en tablas en Excel	10 días
	Cálculo de composición vehicular	2 días
	Cálculo de distribución temporal	2 días
	Fotografías de estado del pavimento	2 días
	Cálculo del área en buen estado del pavimento del tramo	2 días

3.1.3 Cálculo de capacidad y niveles de servicio

Para el desarrollo de esta fase, que esta alineada con el objetivo al tercer objetivo específico, consistirá en realizar el cálculo de capacidad y niveles de servicios, según lo estipula Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para vías multicarril - Primera versión – 2022, Para el desarrollo de esta fase se plantean las siguientes actividades:

Tabla 6. Cuadro de actividades fase 3

	Nombre de la tarea	Duración
	Cálculo de Nivel de servicio	30 días
	Definición del tipo de aplicativo	1 día
	Información Geométrica	5 días
	Cálculo de longitud	1 día
	Cálculo del ancho del carril	1 día
	Definición de números de carril	1 día
	Cálculo del ancho de bermas	1 día
	Definición de tipo de terreno	1 día
	Información de transito	4 días
	Definición de volumen de transito	1 día
	Cálculo de FPH	1 día
	Cálculo de porcentajes de camiones	1 día
	Definición de tipo de conductor	1 día
	Cálculo de velocidad de flujo libre	7 días
	Cálculo de velocidad de flujo libre	1 día
Fase 3. Cálculo de capacidad y niveles de servicio	Clasificación carretera multicarril	1 día
	Definición de Velocidad genérica	1 día
	Cálculo de corrección por ancho de carril F_c	1 día
	Cálculo corrección por ancho de separador F_s	1 día
	Cálculo corrección por promedio de ancho de bermas F_b	1 día
	Cálculo corrección por densidades de acceso	1 día
	Cálculo de velocidad de operación	7 días
	Elección velocidad curva Maestra	1 día
	Cálculo velocidad v_f	1 día
	Definición de coeficientes ecuaciones a	1 día
	Definición de coeficientes ecuaciones b	1 día
	Definición de coeficientes ecuaciones c	1 día
	Cálculo de velocidad de Operación	1 día
	Cálculo del Flujo vehicular	4 días
	Cálculo de Flujo Vehicular $q_c = v_p$	1 día
	Cálculo de factor de equivalencia de camiones E_c	1 día
	Cálculo de factor de corrección por camiones f_{hv}	1 día
	Cálculo de factor por conocimiento de la vía f_p	1 día
	Cálculo de densidad	1 día

Nombre de la tarea	Duración
Densidad	1 día
Cálculo de nivel de servicio	1 día
Cálculo de nivel de servicio	1 día
Cálculo de Capacidad	2 días
Valor de relación volumen/ capacidad	1 día
Cálculo de Capacidad	1 día

4. Desarrollo

4.1 Identificación de sectores críticos del tramo

Para la identificación de sectores críticos del tramo, parte esencial para el desarrollo de este proyecto, fue necesaria la digitalización de mapa cartográfico a base de imágenes satelitales, dichas imágenes trabajadas en diferentes softwares.

Esta identificación de tramos se realizó a través de cambio geométricos viales, encontrados en el mapa cartográfico o imágenes satelitales.

A continuación, se presenta el mapa digitalizado, las imágenes satelitales descargadas, DEM y los softwares utilizados:

4.1.1 Imágenes utilizadas

4.1.1.1 Imagen Pléyades. Esta imagen satelital descargada, es la base de nuestro proyecto, ya que sobre esta se realizó la digitalización de los componentes del tramo en el software ArcGIS, para así poder realizar el mapa cartográfico de la zona.

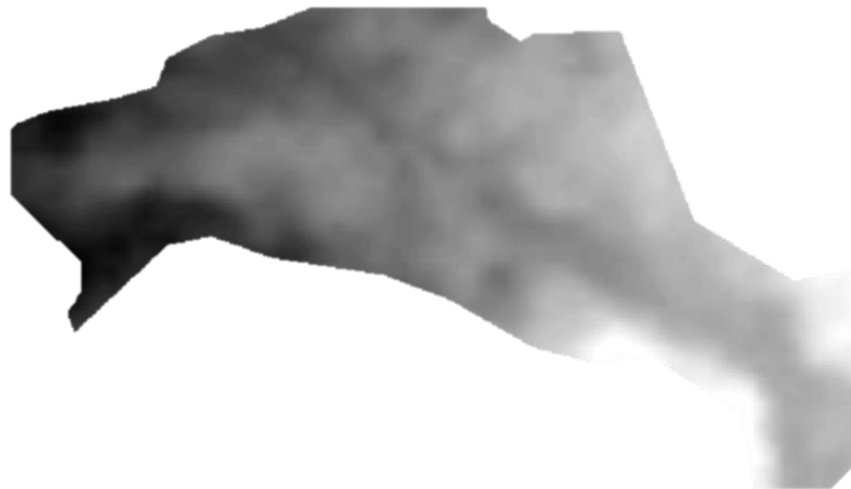
Figura 11. *Imagen Pléyades zona de estudio*



Adaptado de [23].

4.1.1.2 Modelo de elevaciones digitales. Este modelo digital de elevaciones se usó con el fin de poder calcular las pendientes del tramo y las curvas de nivel de la zona. Este modelo es fundamental dado que entrega características del terreno necesarias para el cálculo de nivel de servicio.

Figura 12. *Modelo de elevaciones digitales*



Adaptado de [23].

4.1.2 Softwares

Para la digitalización de mapas es importante manejar unos softwares SIG sistemas de información geográfica ya que estos proporcionan herramientas como: captura de datos espaciales, almacenamiento y gestión de datos, visualizaciones cartográficas, geoprocesamientos, integración de datos externos, entre otros, los softwares usados en este proyecto son los siguientes:

4.1.2.1 ArcGIS. ArcGIS es un sistema de información geográfica (SIG) desarrollado por Esri (Environmental Systems Research Institute), que proporciona herramientas avanzadas para la captura, gestión, análisis y visualización de datos geoespaciales.

Recurso: <https://desktop.arcgis.com/es/desktop/index.html>

Figura 13. *Software ArcGIS*



Tomado de [24]

4.1.2.2 Qgis. QGIS (Quantum GIS) es un sistema de información geográfica (SIG) de código abierto que ofrece herramientas para la creación, edición, visualización y análisis de datos geoespaciales.

Recurso: <https://qgis.org/es/site/>

Figura 14. *Software Qgis*

Tomado de [24]

4.2 Aforos vehiculares

Los aforos vehiculares constituyen una herramienta fundamental en el estudio de la movilidad vehicular, proporcionando datos cruciales para comprender y mejorar la eficiencia del tráfico en un determinado tramo vial. Estas mediciones ofrecen una instantánea detallada de los volúmenes de tráfico, composiciones del tráfico, indicativos de horas pico. Los aforos vehiculares son esenciales para caracterizar la situación actual del tráfico, identificar puntos críticos y evaluar la capacidad de la vía.

4.2.1 Ubicación realización de aforos vehiculares y horarios

Para realizar los aforos, el conteo manual, es necesario identificar unos sitios donde se tenga una visual abierta de ambas calzadas. Los sitios establecidos para este aforo son los siguientes:

4.2.1.1 Sector 1 – sentido norte – sur y sur - norte - puente Aranzoque

Figura 15. *Ubicación Aforo Sector 1*

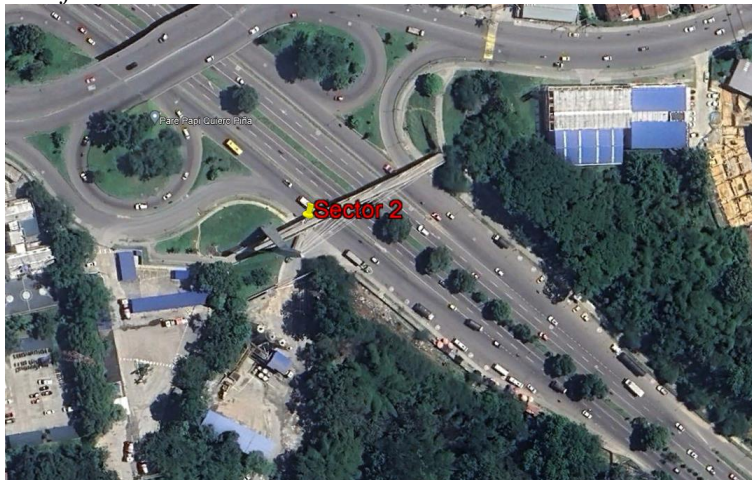
Adaptado de [16].

Los horarios establecidos para este sector están programados de la siguiente manera:

Tabla 7. *Horarios establecidos Aforo sector 1*

	Sentido Norte - Sur y Sur -Norte	
	Día	Hora
Sector 1	14 de agosto de 2023	6:00 A.m. - 5:00 P.m.
	15 de agosto de 2023	7:00 A.m. - 6:00 P.m.
	16 de agosto de 2023	8:00 A.m. - 7:00 P.m.
	17 de agosto de 2023	6:00 A.m. - 5:00 P.m.
	18 de agosto de 2023	7:00 A.m. - 6:00 P.m.

4.2.1.2 Sector 2 - sentido norte - sur y sur - norte – puente PQP

Figura 16. *Ubicación aforo sector 2*

Adaptado de [16].

Los horarios establecidos para este sector están programados de la siguiente manera:

Tabla 8. *Horarios establecidos Aforo sector 2*

Sentido Norte - Sur y Sur -Norte		
	Día	Hora
Sector 2	22 de agosto de 2023	6:00 A.m. - 5:00 P.m.
	23 de agosto de 2023	7:00 A.m. - 6:00 P.m.
	24 de agosto de 2023	8:00 A.m. - 7:00 P.m.
	25 de agosto de 2023	6:00 A.m. - 5:00 P.m.
	28 de agosto de 2023	7:00 A.m. - 6:00 P.m.

4.2.1.3 Herramienta para conteo manual vehicular. La herramienta seleccionada para la recolección de datos de los aforos vehiculares es la siguiente:

Figura 17. *Herramienta recolección de datos Aforos vehiculares*

AFORO VEHICULAR														
PERIODO	HORA INICIO			HORA FI			FECHA							
UBICACIÓN	TOTAL	CONTEO MANUAL												
Motos														
Autos														
C2P														
C2G														
C3														
C4														
C5														
<C5														

Como parte de este estudio, es fundamental tener los volúmenes de tráfico vehiculares de cada sector, estos volúmenes fueron realizados en campo de manera manual y con apoyo tecnológico, priorizando el conteo sobre las avenidas y las paralelas. Este conteo fue realizado de tal manera que se realizara 12 horas diarias iniciando desde las 6:00 A.M hasta las 8:00 P.M durante 5 días. A continuación, se muestran tablas de los días donde se realizaron los aforos vehiculares.

4.2.1.4 Categorización de los vehículos. Para poder realizar el aforo vehicular manual, es necesario categorizar los vehículos que se tuvieron en cuenta para la realización de conteo. El INVIAS categoriza los vehículos de la siguiente manera:

Figura 18. Categorización de vehículos



Tomado de [21]

Esta categorización según el INVIAS fue la utilizada para la realización de la herramienta de recolección de datos. Véase tabla 9.

4.3 Aforo vehicular encontrados mixtos norte - sur

Durante la fase de recolección de datos del estudio de movilidad vehicular en el tramo vial designado, se llevaron a cabo aforos vehiculares en campo para capturar de manera precisa y detallada el flujo de tráfico en la zona de estudio. Estos aforos vehiculares implicaron la observación directa y el registro sistemático del número y tipo de vehículos que transitaban por la

vía en diferentes momentos del día. En la siguiente sección, se presentarán los resultados obtenidos de los aforos vehiculares.

4.3.1 Sector 1 -puente Aranzoque sentido norte – sur

4.3.1.1 Aforo vehicular día 1

Figura 19. Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Día 1

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		NORTE SUR									
DÍA		1									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	660	524	16	20	12	4	0	2	4	582
6:15	6:30	646	533	18	22	7	5	0	0	0	585
6:30	6:45	616	662	18	16	9	5	0	1	2	713
6:45	7:00	572	668	13	18	22	5	0	1	1	728
7:00	7:15	418	640	15	18	10	7	0	0	1	691
7:15	7:30	436	497	13	13	10	6	2	0	0	541
7:30	7:45	432	590	21	14	17	5	1	0	2	650
7:45	8:00	431	669	20	18	10	3	0	0	2	722
8:00	8:15	305	447	13	19	17	6	0	0	3	505
8:15	8:30	321	526	19	22	18	14	1	1	3	604
8:30	8:45	296	474	19	23	13	11	2	2	1	545
8:45	9:00	287	401	15	33	15	10	0	1	4	479
9:00	9:15	290	411	18	37	19	7	2	2	6	502
9:15	9:30	265	435	17	18	20	11	0	3	9	513
9:30	9:45	300	528	15	25	12	13	1	0	6	600
9:45	10:00	299	487	13	31	10	8	0	1	2	552
10:00	10:15	266	434	12	36	14	5	1	2	4	508
10:15	10:30	298	490	18	34	16	11	0	3	5	577
10:30	10:45	291	458	13	32	19	4	0	2	6	534
10:45	11:00	275	425	15	43	26	8	0	2	4	523
11:00	11:15	269	472	13	43	15	9	1	1	2	556
11:15	11:30	268	468	18	38	20	6	1	1	5	557
11:30	11:45	322	493	16	31	28	8	1	2	3	582
11:45	12:00	371	484	12	28	27	8	1	1	5	566
12:00	12:15	432	486	13	29	16	5	0	0	4	553
12:15	12:30	365	490	12	18	15	14	1	4	3	557
12:30	12:45	348	477	25	26	19	10	3	2	3	565
12:45	13:00	328	517	25	21	20	8	1	1	1	594
13:00	13:15	302	428	15	27	18	14	2	3	3	510
13:15	13:30	360	460	17	20	16	12	4	2	4	535
13:30	13:45	592	594	15	16	13	9	6	2	6	661
13:45	14:00	348	398	17	25	19	3	5	4	4	475
14:00	14:15	310	516	13	18	18	8	4	5	6	588
14:15	14:30	381	604	19	31	6	8	6	5	7	686
14:30	14:45	368	665	15	30	13	6	6	4	7	746
14:45	15:00	336	609	18	28	18	5	3	5	11	697
15:00	15:15	378	600	15	28	14	8	6	3	4	678
15:15	15:30	530	694	15	26	14	8	7	6	12	782
15:30	15:45	401	820	18	23	14	5	10	8	6	904
15:45	16:00	435	828	16	17	10	8	8	6	11	904
16:00	16:15	402	705	14	30	10	5	5	6	8	783
16:15	16:30	570	749	21	27	14	8	11	5	12	847
16:30	16:45	534	786	18	33	19	11	8	6	11	892
16:45	17:00	548	732	17	23	13	12	10	4	11	822
TOTAL		17202	24374	718	1128	685	346	120	109	214	27694

4.3.1.2 Aforo vehicular día 2

Figura 20. Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Día 2

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		NORTE SUR									
DÍA		2									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
7:00	7:15	662	522	14	18	10	2	0	2	5	573
7:15	7:30	648	529	14	20	5	3	0	0	1	572
7:30	7:45	618	660	16	14	7	3	0	1	3	704
7:45	8:00	573	666	16	16	20	3	0	1	1	723
8:00	8:15	420	638	11	16	8	5	0	0	1	679
8:15	8:30	434	495	13	11	8	4	1	0	0	532
8:30	8:45	430	588	11	12	15	3	1	0	2	632
8:45	9:00	429	667	19	16	8	1	0	0	2	713
9:00	9:15	303	445	18	17	15	4	0	0	3	502
9:15	9:30	319	524	11	20	16	12	1	1	3	588
9:30	9:45	297	472	17	21	11	9	1	3	2	536
9:45	10:00	285	399	17	31	13	8	0	1	5	474
10:00	10:15	288	409	13	35	17	5	1	3	6	489
10:15	10:30	263	433	16	16	18	9	0	3	9	504
10:30	10:45	298	526	15	23	10	11	1	0	6	592
10:45	11:00	267	485	13	29	8	6	0	1	2	544
11:00	11:15	264	432	11	34	12	3	1	2	4	499
11:15	11:30	298	488	10	32	14	9	0	3	5	561
11:30	11:45	291	456	16	30	17	2	0	2	6	529
11:45	12:00	275	423	11	41	24	6	0	2	4	511
12:00	12:15	269	470	13	41	13	7	1	1	2	548
12:15	12:30	268	466	11	36	18	4	1	1	5	542
12:30	12:45	322	491	16	29	26	6	1	2	3	574
12:45	13:00	371	482	14	26	25	6	1	1	5	560
13:00	13:15	432	484	10	27	14	3	0	0	4	542
13:15	13:30	365	488	11	16	13	12	1	5	4	550
13:30	13:45	348	475	10	24	17	8	2	2	4	542
13:45	14:00	328	515	23	19	18	6	1	1	2	585
14:00	14:15	302	426	23	25	16	12	1	3	3	509
14:15	14:30	360	458	13	18	14	10	3	3	4	523
14:30	14:45	592	592	15	14	11	7	5	3	6	653
14:45	15:00	348	396	13	23	17	1	4	4	4	462
15:00	15:15	310	514	15	16	16	6	3	5	6	581
15:15	15:30	381	602	11	29	4	6	5	5	8	670
15:30	15:45	368	663	17	28	11	4	5	4	8	740
15:45	16:00	336	607	13	26	16	3	2	6	12	685
16:00	16:15	378	598	16	26	12	6	5	4	5	672
16:15	16:30	530	692	13	24	12	6	6	7	12	772
16:30	16:45	401	818	13	21	12	3	9	9	7	892
16:45	17:00	435	826	16	15	8	6	7	7	12	897
17:00	17:15	402	703	14	28	8	3	4	7	9	776
17:15	17:30	570	747	12	25	12	6	10	4	12	828
17:30	17:45	534	784	19	31	17	9	7	6	11	884
17:45	18:00	548	730	16	23	13	10	9	4	11	816
TOTAL		17160	24284	629	1042	599	258	100	119	229	27260

4.3.1.3 Aforo vehicular día 3

Figura 21. Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Día 3

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		NORTE SUR									
DÍA		3									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
8:00	8:15	662	526	18	22	14	6	0	1	3	590
8:15	8:30	648	535	20	24	9	7	0	1	1	597
8:30	8:45	618	664	20	18	11	7	0	1	2	723
8:45	9:00	574	670	15	20	24	7	0	1	1	738
9:00	9:15	420	642	17	20	12	9	0	0	1	701
9:15	9:30	438	499	15	15	12	8	2	0	1	552
9:30	9:45	434	592	23	16	19	7	1	0	2	660
9:45	10:00	433	671	22	20	12	5	1	0	2	733
10:00	10:15	307	449	15	21	19	8	1	0	3	516
10:15	10:30	323	528	21	24	20	16	1	1	3	614
10:30	10:45	298	476	21	25	15	13	2	2	1	555
10:45	11:00	289	403	17	35	17	12	1	1	4	490
11:00	11:15	292	413	20	39	21	9	3	2	6	513
11:15	11:30	267	437	19	20	22	13	1	3	9	524
11:30	11:45	302	530	17	27	14	15	2	0	6	611
11:45	12:00	301	489	15	33	12	10	1	1	2	563
12:00	12:15	268	436	14	38	16	7	3	2	4	520
12:15	12:30	300	492	20	36	18	13	1	3	5	588
12:30	12:45	293	460	15	34	21	6	1	2	5	544
12:45	13:00	277	427	17	45	28	10	1	2	4	534
13:00	13:15	271	474	15	45	17	11	2	1	2	567
13:15	13:30	270	470	20	40	22	8	2	1	5	568
13:30	13:45	324	495	18	33	30	10	1	2	3	592
13:45	14:00	373	486	14	30	29	10	1	1	4	575
14:00	14:15	434	488	15	31	18	7	2	0	4	565
14:15	14:30	367	492	14	20	17	16	1	4	5	569
14:30	14:45	350	479	27	28	21	12	3	2	4	576
14:45	15:00	330	519	27	23	22	10	1	1	4	607
15:00	15:15	304	430	17	29	20	16	2	3	3	520
15:15	15:30	362	462	19	22	18	14	4	2	4	545
15:30	15:45	594	596	17	18	15	11	6	2	6	671
15:45	16:00	350	400	19	27	21	5	5	2	4	483
16:00	16:15	312	518	15	20	20	10	4	3	6	596
16:15	16:30	383	606	21	33	8	10	6	3	7	694
16:30	16:45	370	667	17	32	15	8	6	2	7	754
16:45	17:00	338	611	20	30	20	7	3	5	13	709
17:00	17:15	380	602	17	30	16	10	6	3	6	690
17:15	17:30	532	696	17	28	16	10	7	6	10	790
17:30	17:45	403	822	20	25	16	7	10	8	6	914
17:45	18:00	437	830	18	19	12	10	8	6	11	914
18:00	18:15	404	707	16	32	12	7	5	6	9	794
18:15	18:30	572	751	23	29	16	10	11	5	13	858
18:30	18:45	536	788	20	35	21	13	8	6	12	903
18:45	19:00	550	734	19	25	15	14	10	4	12	833
TOTAL		17290	24462	806	1216	773	434	136	101	225	28153

4.3.1.4 Aforo vehicular día 4

Figura 22. Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Día 4

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		NORTE SUR									
DÍA		4									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	660	524	18	20	12	4	0	1	4	583
6:15	6:30	646	533	18	22	7	5	0	0	0	585
6:30	6:45	616	662	18	16	9	5	0	1	2	713
6:45	7:00	572	668	13	18	22	5	0	1	1	728
7:00	7:15	418	640	15	18	12	7	0	0	1	693
7:15	7:30	436	497	13	13	12	6	2	0	0	543
7:30	7:45	432	590	21	14	15	5	1	0	2	648
7:45	8:00	431	669	20	18	12	3	0	0	2	724
8:00	8:15	305	447	15	19	17	6	0	1	3	508
8:15	8:30	321	526	19	22	18	14	1	1	3	604
8:30	8:45	296	474	19	23	13	11	2	2	1	545
8:45	9:00	287	401	15	33	15	12	0	1	4	481
9:00	9:15	290	411	18	37	19	9	2	2	6	504
9:15	9:30	265	435	17	18	20	13	1	2	9	515
9:30	9:45	300	528	15	25	12	9	1	0	5	595
9:45	10:00	299	487	13	31	12	8	1	1	2	555
10:00	10:15	266	434	12	36	16	6	1	2	4	511
10:15	10:30	298	490	18	35	18	11	1	2	5	580
10:30	10:45	291	458	15	33	21	5	1	2	6	541
10:45	11:00	275	425	17	43	24	8	1	2	4	524
11:00	11:15	269	472	15	43	17	9	2	1	2	561
11:15	11:30	268	468	18	38	22	6	2	1	5	560
11:30	11:45	322	493	16	31	28	9	1	2	3	583
11:45	12:00	371	484	12	28	27	9	1	1	6	568
12:00	12:15	432	486	13	29	16	5	1	1	4	555
12:15	12:30	365	490	12	18	15	14	1	2	3	555
12:30	12:45	348	477	25	26	19	10	3	2	3	565
12:45	13:00	328	517	25	21	20	9	1	1	2	596
13:00	13:15	302	428	15	27	18	13	2	3	3	509
13:15	13:30	360	460	17	22	14	11	4	2	4	534
13:30	13:45	592	594	17	18	13	10	6	2	6	666
13:45	14:00	348	398	17	25	19	3	5	4	4	475
14:00	14:15	310	516	13	19	18	8	4	5	6	589
14:15	14:30	381	604	19	31	6	8	6	5	8	687
14:30	14:45	368	665	15	31	13	6	6	4	8	748
14:45	15:00	336	609	18	29	18	5	3	5	12	699
15:00	15:15	378	600	17	29	14	9	6	3	5	683
15:15	15:30	530	694	15	27	14	9	7	6	13	785
15:30	15:45	401	820	18	24	14	6	10	6	7	905
15:45	16:00	435	828	18	18	10	9	8	6	10	907
16:00	16:15	402	705	16	30	10	6	5	6	8	786
16:15	16:30	570	749	21	18	14	9	11	5	12	839
16:30	16:45	534	786	20	34	19	11	8	6	11	895
16:45	17:00	548	732	19	25	13	12	10	4	11	826
TOTAL		17202	24374	740	1135	697	358	128	104	220	27756

4.3.1.5 Aforo vehicular día 5

Figura 23. Aforo vehicular. Sector 1 N-S. Día 5

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		NORTE SUR									
DÍA		5									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
7:00	7:15	660	525	17	21	13	5	1	2	4	588
7:15	7:30	646	534	19	23	8	8	1	1	1	595
7:30	7:45	616	663	19	17	10	10	1	1	2	723
7:45	8:00	572	669	14	19	23	23	1	1	3	753
8:00	8:15	418	641	16	19	11	11	1	1	1	701
8:15	8:30	436	498	14	14	11	11	2	1	1	552
8:30	8:45	432	591	22	15	18	18	1	1	3	669
8:45	9:00	431	670	21	19	11	11	1	1	3	737
9:00	9:15	305	448	14	20	18	18	1	1	3	523
9:15	9:30	321	527	20	23	19	19	1	1	3	613
9:30	9:45	296	475	20	24	14	14	2	2	1	552
9:45	10:00	287	402	16	34	16	16	1	1	4	490
10:00	10:15	290	412	19	38	20	20	2	2	6	519
10:15	10:30	265	436	18	19	21	21	1	3	9	528
10:30	10:45	302	529	16	26	13	13	1	1	6	605
10:45	11:00	305	488	14	32	11	11	1	1	3	561
11:00	11:15	266	435	13	37	15	15	1	2	4	522
11:15	11:30	305	491	19	35	17	17	0	3	5	587
11:30	11:45	291	459	14	33	20	20	1	2	6	555
11:45	12:00	275	426	16	44	27	27	1	2	4	547
12:00	12:15	269	473	14	44	16	16	1	1	2	567
12:15	12:30	268	469	19	39	21	21	1	1	5	576
12:30	12:45	322	494	17	32	29	29	1	2	4	608
12:45	13:00	371	485	13	29	28	28	1	1	6	591
13:00	13:15	432	487	14	30	17	17	0	1	6	572
13:15	13:30	365	491	13	19	16	16	1	4	5	565
13:30	13:45	348	478	26	27	20	20	2	2	5	580
13:45	14:00	328	518	26	22	21	21	1	1	4	614
14:00	14:15	310	429	16	28	19	19	2	3	4	520
14:15	14:30	365	461	18	21	17	17	3	2	6	545
14:30	14:45	592	595	16	17	14	14	5	2	7	670
14:45	15:00	348	399	18	26	20	20	4	4	5	496
15:00	15:15	310	517	14	19	19	19	4	5	6	603
15:15	15:30	381	605	20	32	7	7	6	5	7	689
15:30	15:45	368	666	16	31	14	14	6	4	7	758
15:45	16:00	336	610	19	29	19	19	3	5	12	716
16:00	16:15	378	601	16	29	15	15	5	3	8	692
16:15	16:30	531	695	16	27	15	15	6	6	11	791
16:30	16:45	405	821	19	24	15	15	10	8	8	920
16:45	17:00	435	829	17	18	11	11	8	6	11	911
17:00	17:15	402	706	15	31	11	11	5	6	8	793
17:15	17:30	580	750	22	28	15	15	11	5	10	856
17:30	17:45	340	787	19	34	20	20	8	6	10	904
17:45	18:00	548	733	18	24	14	14	10	4	10	827
TOTAL		17051	24418	762	1172	729	721	126	117	239	28284

4.3.2 Sector 2 paralela Pare quiero piña sentido norte - sur

4.3.2.1 Aforo vehicular día 1

Figura 24. Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 1

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA									
SENTIDO		NORTE SUR - PARALELA									
DIA		1									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	99	162	16	11	12	3	0	2	4	210
6:15	6:30	97	165	18	12	7	4	0	0	0	206
6:30	6:45	92	205	18	8	9	4	0	1	2	248
6:45	7:00	86	207	13	10	22	4	0	1	1	258
7:00	7:15	63	198	15	10	10	6	0	0	1	240
7:15	7:30	65	154	13	7	10	5	2	0	0	191
7:30	7:45	65	183	21	7	17	4	1	0	2	236
7:45	8:00	65	207	20	10	10	3	0	0	2	251
8:00	8:15	46	139	13	10	17	5	0	0	3	187
8:15	8:30	48	163	19	12	18	12	1	1	3	229
8:30	8:45	44	147	19	12	13	9	2	2	1	205
8:45	9:00	43	124	15	17	15	9	0	1	4	185
9:00	9:15	44	127	18	20	19	6	2	2	6	200
9:15	9:30	40	135	17	10	20	9	0	3	9	203
9:30	9:45	45	164	15	13	12	11	1	0	6	222
9:45	10:00	45	151	13	16	10	7	0	1	2	200
10:00	10:15	48	74	12	18	14	3	1	2	4	128
10:15	10:30	38	116	18	16	16	7	0	3	5	181
10:30	10:45	33	142	13	19	19	3	0	2	6	204
10:45	11:00	76	195	15	26	26	8	0	2	4	276
11:00	11:15	69	194	13	30	15	7	1	1	2	263
11:15	11:30	18	151	18	24	20	6	1	1	5	226
11:30	11:45	53	200	16	10	28	7	1	2	3	267
11:45	12:00	113	216	12	10	27	8	1	1	5	280
12:00	12:15	161	216	13	18	16	4	0	0	4	271
12:15	12:30	71	157	12	2	15	13	1	4	3	207
12:30	12:45	53	66	25	16	19	7	3	2	3	141
12:45	13:00	30	117	25	11	20	8	1	1	1	184
13:00	13:15	52	27	15	16	18	13	2	3	3	97
13:15	13:30	54	143	17	11	16	10	4	2	4	206
13:30	13:45	89	184	15	8	13	8	6	2	6	242
13:45	14:00	52	123	17	13	19	3	5	4	4	188
14:00	14:15	47	160	13	10	18	7	4	5	6	222
14:15	14:30	57	187	19	16	6	7	6	5	7	253
14:30	14:45	55	206	15	16	13	5	6	4	7	272
14:45	15:00	50	189	18	15	18	4	3	5	11	263
15:00	15:15	57	186	15	15	14	7	6	3	4	250
15:15	15:30	80	215	15	14	14	7	7	6	12	290
15:30	15:45	60	254	18	12	14	4	10	8	6	327
15:45	16:00	65	257	16	9	10	7	8	6	11	323
16:00	16:15	60	219	14	16	10	4	5	6	8	282
16:15	16:30	86	232	21	14	14	7	11	5	12	316
16:30	16:45	80	244	18	17	19	9	8	6	11	333
16:45	17:00	82	227	17	12	13	10	10	4	11	304
TOTAL		2775	7529	718	599	685	295	120	109	214	10268

4.3.2.2 Aforo vehicular día 2

Figura 25. Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Día 2

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA									
SENTIDO		NORTE SUR - PARALELA									
DIA		2									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
7:00	7:15	99	162	14	10	12	2	0	2	5	206
7:15	7:30	97	164	14	11	12	3	0	0	1	204
7:30	7:45	93	205	16	7	12	3	0	1	3	247
7:45	8:00	86	206	16	8	12	3	0	1	1	247
8:00	8:15	63	198	11	8	12	4	0	0	1	235
8:15	8:30	65	153	13	6	12	3	1	0	0	189
8:30	8:45	65	182	11	6	12	3	1	0	2	217
8:45	9:00	64	207	19	8	12	1	0	0	2	249
9:00	9:15	45	138	18	9	12	3	0	0	3	183
9:15	9:30	48	162	11	11	12	10	1	1	3	211
9:30	9:45	45	146	17	11	12	8	1	3	2	200
9:45	10:00	43	124	17	16	12	7	0	1	5	182
10:00	10:15	43	127	13	19	12	4	1	3	6	185
10:15	10:30	39	134	16	8	12	8	0	3	9	190
10:30	10:45	45	163	15	12	12	9	1	0	6	219
10:45	11:00	40	150	13	15	12	5	0	1	2	199
11:00	11:15	46	72	11	16	12	1	1	2	4	119
11:15	11:30	38	114	10	14	12	5	0	3	5	163
11:30	11:45	33	140	16	17	12	1	0	2	6	194
11:45	12:00	76	193	11	24	12	6	0	2	4	252
12:00	12:15	69	192	13	28	12	5	1	1	2	254
12:15	12:30	18	149	11	22	12	4	1	1	5	205
12:30	12:45	53	198	16	8	12	5	1	2	3	245
12:45	13:00	113	214	14	8	12	6	1	1	5	261
13:00	13:15	161	214	10	16	12	2	0	0	4	258
13:15	13:30	71	155	11	0	12	11	1	5	4	199
13:30	13:45	53	64	10	14	12	5	2	2	4	113
13:45	14:00	30	115	23	9	12	6	1	1	2	169
14:00	14:15	52	25	23	14	12	11	1	3	3	92
14:15	14:30	54	142	13	10	12	9	3	3	4	195
14:30	14:45	89	184	15	7	12	6	5	3	6	238
14:45	15:00	52	123	13	12	12	1	4	4	4	173
15:00	15:15	47	159	15	8	12	5	3	5	6	214
15:15	15:30	57	187	11	15	12	5	5	5	8	248
15:30	15:45	55	206	17	15	12	3	5	4	8	270
15:45	16:00	50	188	13	14	12	3	2	6	12	250
16:00	16:15	57	185	16	14	12	5	5	4	5	246
16:15	16:30	80	215	13	13	12	5	6	7	12	282
16:30	16:45	60	254	13	11	12	3	9	9	7	317
16:45	17:00	65	256	16	8	12	5	7	7	12	323
17:00	17:15	60	218	14	15	12	3	4	7	9	281
17:15	17:30	86	232	12	13	12	5	10	4	12	300
17:30	17:45	80	243	19	16	12	8	7	6	11	322
17:45	18:00	82	226	16	12	13	9	9	4	11	300
TOTAL		2767	7483	629	541	529	216	100	119	229	9846

4.3.2.3 Aforo vehicular día 3

Figura 26. Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Dia 3

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA									
SENTIDO		NORTE SUR - PARALELA									
DIA		3									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
8:00	8:15	99	163	18	12	12	5	0	1	3	214
8:15	8:30	97	166	20	13	12	6	0	1	1	219
8:30	8:45	93	206	20	10	12	6	0	1	2	256
8:45	9:00	86	208	15	11	12	6	0	1	1	253
9:00	9:15	63	199	17	11	12	8	0	0	1	247
9:15	9:30	66	155	15	8	12	7	2	0	1	199
9:30	9:45	65	184	23	8	12	6	1	0	2	236
9:45	10:00	65	208	22	11	12	4	1	0	2	260
10:00	10:15	46	139	15	11	12	7	1	0	3	188
10:15	10:30	48	164	21	13	12	14	1	1	3	228
10:30	10:45	45	148	21	13	12	11	2	2	1	210
10:45	11:00	43	125	17	19	12	10	1	1	4	189
11:00	11:15	44	128	20	21	12	8	3	2	6	199
11:15	11:30	40	135	19	11	12	11	1	3	9	201
11:30	11:45	45	164	17	14	12	13	2	0	6	228
11:45	12:00	45	152	15	17	12	9	1	1	2	209
12:00	12:15	50	76	14	20	12	5	3	2	4	136
12:15	12:30	40	118	20	18	12	9	1	3	5	186
12:30	12:45	35	144	15	21	12	5	1	2	5	205
12:45	13:00	78	197	17	28	12	10	1	2	4	271
13:00	13:15	71	196	15	32	12	9	2	1	2	269
13:15	13:30	20	153	20	26	12	8	2	1	5	227
13:30	13:45	55	202	18	12	12	9	1	2	3	259
13:45	14:00	115	218	14	12	12	10	1	1	4	272
14:00	14:15	163	218	15	20	12	6	2	0	4	277
14:15	14:30	73	159	14	4	12	15	1	4	5	214
14:30	14:45	55	68	27	18	12	9	3	2	4	143
14:45	15:00	32	119	27	13	12	10	1	1	4	187
15:00	15:15	54	29	17	18	12	15	2	3	3	99
15:15	15:30	54	143	19	12	12	12	4	2	4	208
15:30	15:45	89	185	17	10	12	9	6	2	6	247
15:45	16:00	53	124	19	14	12	4	5	2	4	185
16:00	16:15	47	161	15	11	12	9	4	3	6	220
16:15	16:30	57	188	21	17	12	9	6	3	7	263
16:30	16:45	56	207	17	17	12	7	6	2	7	275
16:45	17:00	51	189	20	16	12	6	3	5	13	264
17:00	17:15	57	187	17	16	12	9	6	3	6	255
17:15	17:30	80	216	17	15	12	9	7	6	10	291
17:30	17:45	60	255	20	13	12	6	10	8	6	330
17:45	18:00	66	257	18	10	12	9	8	6	11	331
18:00	18:15	61	219	16	17	12	6	5	6	9	290
18:15	18:30	86	233	23	15	12	9	11	5	13	321
18:30	18:45	80	244	20	19	12	11	8	6	12	332
18:45	19:00	83	228	19	13	12	12	10	4	12	310
TOTAL		2810	7574	806	658	528	373	136	101	225	10401

4.3.2.4 Aforo vehicular día 4

Figura 27. Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Día 4

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA									
SENTIDO		NORTE SUR - PARALELA									
DIA		4									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	99	162	18	11	12	3	0	1	4	211
6:15	6:30	97	165	18	12	12	4	0	0	0	211
6:30	6:45	92	205	18	8	12	4	0	1	2	251
6:45	7:00	86	207	13	10	12	4	0	1	1	248
7:00	7:15	63	198	15	10	12	6	0	0	1	242
7:15	7:30	65	154	13	7	12	5	2	0	0	193
7:30	7:45	65	183	21	7	12	4	1	0	2	231
7:45	8:00	65	207	20	10	12	3	0	0	2	253
8:00	8:15	46	139	15	10	12	5	0	1	3	185
8:15	8:30	48	163	19	12	12	12	1	1	3	223
8:30	8:45	44	147	19	12	12	9	2	2	1	204
8:45	9:00	43	124	15	17	12	10	0	1	4	184
9:00	9:15	44	127	18	20	12	8	2	2	6	195
9:15	9:30	40	135	17	10	12	11	1	2	9	196
9:30	9:45	45	164	15	13	12	8	1	0	5	218
9:45	10:00	45	151	13	16	12	7	1	1	2	203
10:00	10:15	48	74	12	18	12	4	1	2	4	127
10:15	10:30	38	116	18	17	12	7	1	2	5	178
10:30	10:45	33	142	15	20	12	4	1	2	6	202
10:45	11:00	76	195	17	26	12	8	1	2	4	265
11:00	11:15	69	194	15	30	12	7	2	1	2	263
11:15	11:30	18	151	18	24	12	6	2	1	5	219
11:30	11:45	53	200	16	10	12	8	1	2	3	252
11:45	12:00	113	216	12	10	12	9	1	1	6	267
12:00	12:15	161	216	13	18	12	4	1	1	4	269
12:15	12:30	71	157	12	2	12	13	1	2	3	202
12:30	12:45	53	66	25	16	12	7	3	2	3	134
12:45	13:00	30	117	25	11	12	9	1	1	2	178
13:00	13:15	52	27	15	16	12	12	2	3	3	90
13:15	13:30	54	143	17	12	12	9	4	2	4	203
13:30	13:45	89	184	17	10	12	9	6	2	6	245
13:45	14:00	52	123	17	13	12	3	5	4	4	181
14:00	14:15	47	160	13	10	12	7	4	5	6	217
14:15	14:30	57	187	19	16	12	7	6	5	8	260
14:30	14:45	55	206	15	16	12	5	6	4	8	273
14:45	15:00	50	189	18	15	12	4	3	5	12	258
15:00	15:15	57	186	17	15	12	8	6	3	5	252
15:15	15:30	80	215	15	14	12	8	7	6	13	290
15:30	15:45	60	254	18	13	12	5	10	6	7	325
15:45	16:00	65	257	18	10	12	8	8	6	10	328
16:00	16:15	60	219	16	16	12	5	5	6	8	287
16:15	16:30	86	232	21	10	12	8	11	5	12	310
16:30	16:45	80	244	20	18	12	9	8	6	11	328
16:45	17:00	82	227	19	13	12	10	10	4	11	306
TOTAL		2775	7529	740	603	528	305	128	104	220	10158

4.3.2.5 Aforo vehicular día 5

Figura 28. Aforo vehicular. Sector 2- Paralela N-S. Día 5

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA									
SENTIDO		NORTE SUR - PARALELA									
DIA		5									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
7:00	7:15	99	163	17	11	12	5	1	2	4	215
7:15	7:30	97	166	19	23	12	5	1	1	1	228
7:30	7:45	92	206	19	17	12	5	1	1	2	263
7:45	8:00	86	207	14	19	12	5	1	1	3	262
8:00	8:15	63	199	16	19	12	5	1	1	1	254
8:15	8:30	65	154	14	14	12	5	2	1	1	203
8:30	8:45	65	183	22	15	12	5	1	1	3	242
8:45	9:00	65	208	21	19	12	5	1	1	3	270
9:00	9:15	46	139	14	20	12	5	1	1	3	195
9:15	9:30	48	163	20	23	12	5	1	1	3	228
9:30	9:45	44	147	20	24	12	5	2	2	1	213
9:45	10:00	43	125	16	34	12	5	1	1	4	198
10:00	10:15	44	128	19	38	12	5	2	2	6	212
10:15	10:30	40	135	18	19	12	5	1	3	9	202
10:30	10:45	45	164	16	26	12	5	1	1	6	231
10:45	11:00	46	151	14	32	12	5	1	1	3	219
11:00	11:15	48	75	13	37	12	5	1	2	4	149
11:15	11:30	45	117	19	35	12	5	0	3	5	196
11:30	11:45	33	143	14	33	12	5	1	2	6	216
11:45	12:00	76	196	16	44	12	5	1	2	4	280
12:00	12:15	69	195	14	44	12	5	1	1	2	274
12:15	12:30	18	152	19	39	12	5	1	1	5	234
12:30	12:45	53	201	17	32	12	5	1	2	4	274
12:45	13:00	113	217	13	29	12	5	1	1	6	284
13:00	13:15	161	217	14	30	12	5	0	1	6	285
13:15	13:30	71	158	13	19	12	5	1	4	5	217
13:30	13:45	53	67	26	27	12	5	2	2	5	146
13:45	14:00	30	118	26	22	12	5	1	1	4	189
14:00	14:15	60	28	16	28	12	5	2	3	4	98
14:15	14:30	55	143	18	21	12	5	3	2	6	210
14:30	14:45	89	184	16	17	12	5	5	2	7	248
14:45	15:00	52	124	18	26	12	5	4	4	5	198
15:00	15:15	47	160	14	19	12	5	4	5	6	225
15:15	15:30	57	188	20	32	12	5	6	5	7	275
15:30	15:45	55	206	16	31	12	5	6	4	7	287
15:45	16:00	50	189	19	29	12	5	3	5	12	274
16:00	16:15	57	186	16	29	12	5	5	3	8	264
16:15	16:30	80	215	16	27	12	5	6	6	11	298
16:30	16:45	61	255	19	24	12	5	10	8	8	341
16:45	17:00	65	257	17	18	12	5	8	6	11	334
17:00	17:15	60	219	15	31	12	5	5	6	8	301
17:15	17:30	87	233	22	28	12	5	11	5	10	326
17:30	17:45	51	244	19	34	12	5	8	6	10	338
17:45	18:00	82	227	18	24	12	5	10	4	10	310
TOTAL		2765	7552	762	1162	528	220	126	117	239	10706

4.3.3 Sector 2 avenida Pare quiero piña sentido norte-sur

4.3.3.1 Aforo vehicular día 1

Figura 29. Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Dia 1

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA					
SENTIDO		NORTE SUR- AVENIDA					
DIA		1					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
6:00	6:15	561	362	9	3	1	375
6:15	6:30	549	368	10	2	1	381
6:30	6:45	524	457	8	2	1	467
6:45	7:00	486	461	8	6	1	476
7:00	7:15	355	442	8	3	1	454
7:15	7:30	371	343	6	3	1	353
7:30	7:45	367	407	7	5	1	419
7:45	8:00	366	462	8	3	0	473
8:00	8:15	259	308	9	5	1	323
8:15	8:30	273	363	10	5	2	380
8:30	8:45	252	327	11	4	2	343
8:45	9:00	244	277	16	4	2	298
9:00	9:15	247	284	17	5	1	307
9:15	9:30	225	300	8	5	2	316
9:30	9:45	255	364	12	3	2	381
9:45	10:00	254	336	15	3	1	355
10:00	10:15	218	360	18	5	2	385
10:15	10:30	260	374	18	15	4	411
10:30	10:45	258	316	13	2	1	332
10:45	11:00	199	230	17	1	0	248
11:00	11:15	200	278	13	6	2	299
11:15	11:30	250	317	14	8	0	339
11:30	11:45	269	293	21	4	1	319
11:45	12:00	258	268	18	3	0	289
12:00	12:15	271	270	11	2	1	284
12:15	12:30	294	333	16	9	1	359
12:30	12:45	295	411	10	8	3	432
12:45	13:00	298	400	10	1	0	411
13:00	13:15	250	401	11	4	1	417
13:15	13:30	306	317	9	4	2	333
13:30	13:45	503	410	8	4	1	422
13:45	14:00	296	275	12	5	0	292
14:00	14:15	264	356	8	5	1	371
14:15	14:30	324	417	15	2	1	434
14:30	14:45	313	459	14	4	1	477
14:45	15:00	286	420	13	5	1	439
15:00	15:15	321	414	13	4	1	432
15:15	15:30	451	479	12	4	1	496
15:30	15:45	341	566	11	4	1	581
15:45	16:00	370	571	8	3	1	583
16:00	16:15	342	486	14	3	1	504
16:15	16:30	485	517	13	4	1	534
16:30	16:45	454	542	16	5	2	565
16:45	17:00	466	505	11	4	2	521
TOTAL		14427	16845	529	185	51	17610

4.3.3.2 Aforo vehicular día 2

Figura 30. Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Día 2

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA					
SENTIDO		NORTE SUR- AVENIDA					
DIA		2					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
7:00	7:15	563	360	8	3	0	372
7:15	7:30	551	365	9	1	0	376
7:30	7:45	525	455	7	2	0	464
7:45	8:00	487	460	8	5	0	473
8:00	8:15	357	440	8	2	1	451
8:15	8:30	369	342	5	2	1	349
8:30	8:45	366	406	6	4	0	416
8:45	9:00	365	460	8	2	0	470
9:00	9:15	258	307	8	4	1	320
9:15	9:30	271	362	9	4	2	377
9:30	9:45	252	326	10	3	1	340
9:45	10:00	242	275	15	4	1	295
10:00	10:15	245	282	16	5	1	304
10:15	10:30	224	299	8	5	1	313
10:30	10:45	253	363	11	3	2	378
10:45	11:00	227	335	14	2	1	351
11:00	11:15	218	360	18	5	2	385
11:15	11:30	260	374	18	15	4	411
11:30	11:45	258	316	13	2	1	332
11:45	12:00	199	230	17	1	0	248
12:00	12:15	200	278	13	6	2	299
12:15	12:30	250	317	14	8	0	339
12:30	12:45	269	293	21	4	1	319
12:45	13:00	258	268	18	3	0	289
13:00	13:15	271	270	11	2	1	284
13:15	13:30	294	333	16	9	1	359
13:30	13:45	295	411	10	8	3	432
13:45	14:00	298	400	10	1	0	411
14:00	14:15	250	401	11	4	1	417
14:15	14:30	306	316	8	4	2	330
14:30	14:45	503	408	7	3	1	419
14:45	15:00	296	273	11	5	0	289
15:00	15:15	264	355	8	4	1	367
15:15	15:30	324	415	14	1	1	431
15:30	15:45	313	457	13	3	1	474
15:45	16:00	286	419	12	4	0	436
16:00	16:15	321	413	12	3	1	429
16:15	16:30	451	477	11	3	1	493
16:30	16:45	341	564	10	3	0	578
16:45	17:00	370	570	7	2	1	580
17:00	17:15	342	485	13	2	0	501
17:15	17:30	485	515	12	3	1	531
17:30	17:45	454	541	15	5	1	561
17:45	18:00	466	504	11	4	2	520
TOTAL		14393	16801	501	168	42	17512

4.3.3.3 Aforo vehicular día 3

Figura 31. Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Día 3

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA						
SENTIDO	NORTE SUR- AVENIDA						
DIA	3						
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
8:00	8:15	563	363	10	4	1	378
8:15	8:30	551	369	11	2	1	384
8:30	8:45	525	458	8	3	1	471
8:45	9:00	488	462	9	6	1	479
9:00	9:15	357	443	9	3	1	457
9:15	9:30	372	344	7	3	1	356
9:30	9:45	369	408	8	5	1	422
9:45	10:00	368	463	9	3	1	476
10:00	10:15	261	310	10	5	1	326
10:15	10:30	275	364	11	5	2	383
10:30	10:45	253	328	12	4	2	346
10:45	11:00	246	278	16	5	2	301
11:00	11:15	248	285	18	6	1	310
11:15	11:30	227	302	9	6	2	319
11:30	11:45	257	366	13	4	2	384
11:45	12:00	256	337	16	3	2	358
12:00	12:15	218	360	18	5	2	385
12:15	12:30	260	374	18	15	4	411
12:30	12:45	258	316	13	2	1	332
12:45	13:00	199	230	17	1	0	248
13:00	13:15	200	278	13	6	2	299
13:15	13:30	250	317	14	8	0	339
13:30	13:45	269	293	21	4	1	319
13:45	14:00	258	268	18	3	0	289
14:00	14:15	271	270	11	2	1	284
14:15	14:30	294	333	16	9	1	359
14:30	14:45	295	411	10	8	3	432
14:45	15:00	298	400	10	1	0	411
15:00	15:15	250	401	11	4	1	417
15:15	15:30	308	319	10	5	2	336
15:30	15:45	505	411	8	4	2	425
15:45	16:00	298	276	13	6	1	295
16:00	16:15	265	357	9	5	2	374
16:15	16:30	326	418	16	2	2	437
16:30	16:45	315	460	15	4	1	481
16:45	17:00	287	422	14	5	1	442
17:00	17:15	323	415	14	4	2	435
17:15	17:30	452	480	13	4	2	499
17:30	17:45	343	567	12	4	1	584
17:45	18:00	371	573	9	3	2	586
18:00	18:15	343	488	15	3	1	507
18:15	18:30	486	518	14	4	2	538
18:30	18:45	456	544	16	6	2	568
18:45	19:00	468	506	12	4	2	524
TOTAL		14480	16888	558	201	61	17708

4.3.3.4 Aforo vehicular día 4

Figura 32. Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Día 4

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA					
SENTIDO		NORTE SUR- AVENIDA					
DIA		4					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
6:00	6:15	561	362	9	3	1	375
6:15	6:30	549	368	10	2	1	381
6:30	6:45	524	457	8	2	1	467
6:45	7:00	486	461	8	6	1	476
7:00	7:15	355	442	8	3	1	454
7:15	7:30	371	343	6	3	1	353
7:30	7:45	367	407	7	4	1	418
7:45	8:00	366	462	8	3	0	474
8:00	8:15	259	308	9	5	1	323
8:15	8:30	273	363	10	5	2	380
8:30	8:45	252	327	11	4	2	343
8:45	9:00	244	277	16	4	2	298
9:00	9:15	247	284	17	5	1	307
9:15	9:30	225	300	8	5	2	316
9:30	9:45	255	364	12	3	1	381
9:45	10:00	254	336	15	3	1	355
10:00	10:15	218	360	18	5	2	385
10:15	10:30	260	374	18	15	4	411
10:30	10:45	258	316	13	2	1	332
10:45	11:00	199	230	17	1	0	248
11:00	11:15	200	278	13	6	2	299
11:15	11:30	250	317	14	8	0	339
11:30	11:45	269	293	21	4	1	319
11:45	12:00	258	268	18	3	0	289
12:00	12:15	271	270	11	2	1	284
12:15	12:30	294	333	16	9	1	359
12:30	12:45	295	411	10	8	3	432
12:45	13:00	298	400	10	1	0	411
13:00	13:15	250	401	11	4	1	417
13:15	13:30	306	317	10	4	2	333
13:30	13:45	503	410	8	4	2	423
13:45	14:00	296	275	12	5	0	292
14:00	14:15	264	356	9	5	1	371
14:15	14:30	324	417	15	2	1	434
14:30	14:45	313	459	15	4	1	478
14:45	15:00	286	420	14	5	1	439
15:00	15:15	321	414	14	4	1	433
15:15	15:30	451	479	13	4	1	497
15:30	15:45	341	566	11	4	1	582
15:45	16:00	370	571	8	3	1	584
16:00	16:15	342	486	14	3	1	504
16:15	16:30	485	517	8	4	1	530
16:30	16:45	454	542	16	5	2	565
16:45	17:00	466	505	12	4	2	522
TOTAL		14427	16845	532	186	53	17615

4.3.3.5 Aforo vehicular día 5

Figura 33. Aforo vehicular. Sector 2- Avenida N-S. Día 5

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA					
SENTIDO		NORTE SUR- AVENIDA					
DIA		5					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
7:00	7:15	561	362	10	4	1	376
7:15	7:30	549	368	11	2	1	383
7:30	7:45	524	457	8	3	2	470
7:45	8:00	486	462	9	6	3	480
8:00	8:15	355	442	9	3	2	456
8:15	8:30	371	344	7	3	2	355
8:30	8:45	367	408	7	5	3	422
8:45	9:00	366	462	9	3	2	476
9:00	9:15	259	309	9	5	3	326
9:15	9:30	273	364	11	5	3	382
9:30	9:45	252	328	11	4	2	345
9:45	10:00	244	277	16	4	2	300
10:00	10:15	247	284	18	5	3	311
10:15	10:30	225	301	9	6	3	319
10:30	10:45	257	365	12	4	2	383
10:45	11:00	259	337	15	3	2	356
11:00	11:15	218	360	18	5	2	385
11:15	11:30	260	374	18	15	4	411
11:30	11:45	258	316	13	2	1	332
11:45	12:00	199	230	17	1	0	248
12:00	12:15	200	278	13	6	2	299
12:15	12:30	250	317	14	8	0	339
12:30	12:45	269	293	21	4	1	319
12:45	13:00	258	268	18	3	0	289
13:00	13:15	271	270	11	2	1	284
13:15	13:30	294	333	16	9	1	359
13:30	13:45	295	411	10	8	3	432
13:45	14:00	298	400	10	1	0	411
14:00	14:15	250	401	11	4	1	417
14:15	14:30	310	318	10	5	3	335
14:30	14:45	503	411	8	4	2	424
14:45	15:00	296	275	12	5	3	296
15:00	15:15	264	357	9	5	3	374
15:15	15:30	324	417	15	2	1	435
15:30	15:45	313	460	15	4	2	480
15:45	16:00	286	421	14	5	3	443
16:00	16:15	321	415	14	4	2	435
16:15	16:30	451	480	13	4	2	499
16:30	16:45	344	566	11	4	2	584
16:45	17:00	370	572	8	3	2	585
17:00	17:15	342	487	15	3	2	506
17:15	17:30	493	518	13	4	2	537
17:30	17:45	289	543	16	5	3	567
17:45	18:00	466	506	11	4	2	523
TOTAL		14286	16866	544	193	84	17687

4.3.4 Sector 1 puente Aranzoque sentido sur – norte.

4.3.4.1 Aforo vehicular día 1

Figura 34. Aforo vehicular. Sector 1-S-N. Día 1

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN	SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE										
SENTIDO	SUR NORTE										
DÍA	1										
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	872	756	20	14	16	3	1	0	3	813
6:15	6:30	889	779	18	17	12	3	0	0	2	831
6:30	6:45	901	768	14	8	18	3	1	0	5	817
6:45	7:00	532	646	42	18	17	1	0	0	1	725
7:00	7:15	679	735	32	12	36	1	1	1	0	818
7:15	7:30	627	627	37	19	39	4	1	2	2	731
7:30	7:45	539	624	35	15	40	5	0	2	1	722
7:45	8:00	434	769	58	38	20	2	4	2	3	896
8:00	8:15	381	509	10	22	15	13	3	2	4	578
8:15	8:30	406	618	20	21	14	6	0	3	7	689
8:30	8:45	314	511	14	21	24	7	2	1	10	590
8:45	9:00	320	512	17	23	24	3	0	0	9	588
9:00	9:15	271	474	14	28	15	9	2	0	3	545
9:15	9:30	288	427	12	20	17	10	0	1	8	495
9:30	9:45	296	499	14	27	15	10	0	2	5	572
9:45	10:00	275	509	11	23	21	9	0	0	9	582
10:00	10:15	265	399	14	23	22	7	1	2	1	469
10:15	10:30	288	380	11	23	31	10	5	3	3	466
10:30	10:45	264	432	17	25	24	10	0	0	4	512
10:45	11:00	249	357	11	25	24	9	0	1	9	436
11:00	11:15	227	370	11	22	16	7	1	1	9	437
11:15	11:30	245	387	17	31	21	11	0	1	8	476
11:30	11:45	296	414	17	29	18	2	1	1	5	487
11:45	12:00	287	450	11	25	21	7	1	3	4	522
12:00	12:15	349	429	18	18	14	5	1	3	14	502
12:15	12:30	309	410	14	15	14	9	0	2	8	472
12:30	12:45	298	418	18	23	18	14	1	0	5	497
12:45	13:00	263	427	14	18	14	4	1	0	4	482
13:00	13:15	310	359	12	25	20	9	1	0	15	441
13:15	13:30	338	411	13	15	16	8	1	1	10	475
13:30	13:45	382	537	12	16	11	7	1	1	8	593
13:45	14:00	346	504	9	16	12	2	1	1	9	554
14:00	14:15	296	525	14	22	24	12	0	3	6	606
14:15	14:30	321	478	13	22	13	9	0	2	2	539
14:30	14:45	322	505	16	21	21	7	0	2	11	583
14:45	15:00	289	513	11	25	23	4	2	1	3	582
15:00	15:15	301	514	16	24	16	9	1	0	3	583
15:15	15:30	294	570	12	23	17	5	2	1	4	634
15:30	15:45	356	523	15	20	15	10	0	0	4	587
15:45	16:00	293	562	19	28	22	10	2	1	4	648
16:00	16:15	297	537	25	21	25	7	1	2	4	622
16:15	16:30	265	477	30	20	28	1	1	4	6	567
16:30	16:45	342	588	28	23	22	3	2	3	3	672
16:45	17:00	360	594	32	21	26	2	1	2	5	683
TOTAL		16476	22833	818	945	891	289	43	57	243	26119

4.3.4.2 Aforo vehicular día 2

Figura 35. Aforo vehicular. Sector I-S-N. Día 2

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		SUR NORTE									
DÍA		2									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
7:00	7:15	890	750	22	17	15	3	1	0	4	812
7:15	7:30	895	770	20	19	13	3	0	0	3	828
7:30	7:45	910	765	16	10	17	3	1	0	6	818
7:45	8:00	540	640	40	19	16	1	0	0	3	719
8:00	8:15	680	730	30	14	35	1	1	1	3	815
8:15	8:30	630	626	35	21	38	4	1	2	2	729
8:30	8:45	540	625	33	17	40	5	0	2	3	725
8:45	9:00	438	768	50	40	20	2	3	2	4	889
9:00	9:15	379	508	12	24	15	13	2	2	5	581
9:15	9:30	410	617	22	13	14	6	0	3	8	683
9:30	9:45	320	511	16	13	24	7	2	1	11	585
9:45	10:00	325	513	19	15	24	3	0	0	8	582
10:00	10:15	281	470	16	30	17	9	1	0	2	545
10:15	10:30	290	425	14	22	18	10	0	1	7	497
10:30	10:45	300	501	16	28	16	10	0	2	4	577
10:45	11:00	280	511	13	25	22	9	0	0	10	590
11:00	11:15	260	401	16	25	23	5	1	2	2	475
11:15	11:30	280	382	13	25	31	10	3	3	3	470
11:30	11:45	270	435	19	27	24	10	1	0	4	520
11:45	12:00	256	360	13	27	24	9	0	1	9	443
12:00	12:15	227	372	13	24	16	7	1	1	8	442
12:15	12:30	250	390	19	33	21	11	0	1	7	482
12:30	12:45	300	418	19	31	18	2	1	1	4	494
12:45	13:00	286	461	13	27	22	7	1	2	3	536
13:00	13:15	348	432	21	21	15	5	1	2	10	507
13:15	13:30	310	412	17	17	15	9	0	2	7	479
13:30	13:45	300	420	21	25	19	13	1	0	4	503
13:45	14:00	264	429	16	19	15	3	1	0	4	487
14:00	14:15	309	351	14	24	21	8	1	0	13	432
14:15	14:30	337	413	15	17	17	7	1	1	7	478
14:30	14:45	381	483	14	15	12	6	1	1	8	540
14:45	15:00	345	503	11	15	13	1	1	1	9	554
15:00	15:15	298	527	16	21	25	11	0	2	6	608
15:15	15:30	320	476	15	22	14	8	0	2	2	539
15:30	15:45	325	500	18	23	22	6	0	2	10	581
15:45	16:00	290	515	13	25	24	4	2	1	3	587
16:00	16:15	305	16	17	26	17	9	1	0	3	89
16:15	16:30	300	572	10	25	17	5	2	1	4	636
16:30	16:45	360	522	13	20	15	9	0	0	3	582
16:45	17:00	300	564	17	25	23	9	2	1	3	644
17:00	17:15	305	539	27	21	26	6	1	2	3	625
17:15	17:30	370	479	32	22	29	0	1	2	5	570
17:30	17:45	340	600	30	20	23	2	2	2	2	681
17:45	18:00	352	602	34	21	27	1	1	2	4	692
TOTAL		16696	22304	870	970	912	272	39	51	233	25651

4.3.4.3 Aforo vehicular día 3

Figura 36. Aforo vehicular. Sector I-S-N. Día 3

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		SUR NORTE									
DÍA		3									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
8:00	8:15	868	760	21	16	15	5	1	2	5	825
8:15	8:30	900	785	17	15	13	4	0	0	4	838
8:30	8:45	910	770	12	10	17	4	1	1	6	821
8:45	9:00	526	635	40	17	16	2	0	3	2	715
9:00	9:15	680	734	30	11	35	2	1	4	4	821
9:15	9:30	642	626	35	18	38	5	1	0	3	726
9:30	9:45	530	625	32	16	39	3	0	0	2	717
9:45	10:00	428	770	56	37	19	3	4	4	4	897
10:00	10:15	379	515	12	21	14	11	3	0	5	581
10:15	10:30	420	617	18	20	13	5	0	0	8	681
10:30	10:45	308	509	16	20	23	8	2	3	11	592
10:45	11:00	320	510	19	21	23	4	0	0	10	587
11:00	11:15	282	478	16	27	14	10	2	0	4	551
11:15	11:30	294	428	14	19	16	11	0	1	9	498
11:30	11:45	284	498	12	26	16	12	0	3	5	572
11:45	12:00	280	508	13	24	20	10	0	0	9	584
12:00	12:15	270	400	11	25	21	6	1	1	1	466
12:15	12:30	296	381	12	27	30	11	5	0	3	469
12:30	12:45	270	431	15	24	23	11	1	4	4	513
12:45	13:00	255	358	12	24	23	8	1	4	9	439
13:00	13:15	240	371	13	21	15	7	1	3	9	440
13:15	13:30	249	387	15	30	20	10	1	3	8	474
13:30	13:45	305	415	18	28	17	3	1	0	5	487
13:45	14:00	298	455	13	24	20	8	1	4	4	529
14:00	14:15	360	430	17	17	13	4	1	4	14	500
14:15	14:30	320	411	15	16	13	10	1	3	8	477
14:30	14:45	288	424	17	22	17	13	2	1	5	501
14:45	15:00	272	430	15	17	13	5	1	2	4	487
15:00	15:15	315	365	13	24	19	8	2	3	14	448
15:15	15:30	350	411	12	14	15	9	1	0	9	471
15:30	15:45	395	490	13	15	10	8	2	0	7	545
15:45	16:00	347	510	10	15	11	3	1	0	8	558
16:00	16:15	296	530	13	21	13	11	2	1	5	596
16:15	16:30	317	480	14	21	12	10	1	3	3	544
16:30	16:45	328	509	15	20	20	8	2	2	10	586
16:45	17:00	297	515	12	24	22	5	2	3	5	588
17:00	17:15	315	516	15	24	15	10	1	0	2	583
17:15	17:30	305	541	11	22	16	6	2	3	6	607
17:30	17:45	340	524	16	19	14	11	0	4	2	590
17:45	18:00	304	560	18	27	21	11	2	2	3	644
18:00	18:15	310	540	24	20	24	8	3	3	3	625
18:15	18:30	275	480	29	19	27	3	3	3	6	570
18:30	18:45	335	590	27	22	21	4	2	1	3	670
18:45	19:00	355	600	31	20	25	4	1	0	4	685
TOTAL		16658	22822	809	920	841	314	59	78	255	26098

4.3.4.4 Aforo vehicular día 4

Figura 37. Aforo vehicular. Sector I-S-N. Día 4

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		SUR NORTE									
DÍA		4									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	873	756	20	14	16	4	1	2	3	816
6:15	6:30	890	779	18	17	12	4	0	1	2	833
6:30	6:45	902	768	14	8	18	4	1	3	5	821
6:45	7:00	533	646	42	18	17	2	0	2	2	729
7:00	7:15	680	735	32	12	36	2	1	1	3	822
7:15	7:30	628	627	37	19	39	5	1	2	2	732
7:30	7:45	540	624	35	15	40	5	0	2	2	723
7:45	8:00	435	769	58	38	20	2	3	2	4	896
8:00	8:15	382	509	10	22	15	13	2	2	5	578
8:15	8:30	407	618	20	21	14	6	0	3	7	689
8:30	8:45	315	511	14	21	24	7	1	1	9	588
8:45	9:00	321	512	17	23	24	3	0	0	9	588
9:00	9:15	272	474	14	28	15	9	1	0	3	544
9:15	9:30	289	427	12	20	17	10	1	1	8	496
9:30	9:45	297	499	14	27	15	10	0	2	5	572
9:45	10:00	276	509	11	23	21	9	0	0	9	582
10:00	10:15	266	399	14	23	22	5	1	2	1	467
10:15	10:30	289	380	11	23	32	10	3	3	3	465
10:30	10:45	265	432	17	25	25	10	0	0	4	513
10:45	11:00	250	357	11	25	25	9	0	1	9	437
11:00	11:15	228	370	11	22	17	7	1	1	9	438
11:15	11:30	246	387	17	31	22	11	0	1	8	477
11:30	11:45	297	414	17	29	19	2	1	1	5	488
11:45	12:00	288	450	11	25	22	7	1	3	4	523
12:00	12:15	350	429	18	18	15	5	1	3	14	503
12:15	12:30	310	410	14	15	15	9	0	2	8	473
12:30	12:45	299	418	18	23	19	14	1	0	5	498
12:45	13:00	264	427	14	18	15	4	1	0	4	483
13:00	13:15	311	359	12	25	21	9	1	0	15	442
13:15	13:30	339	411	13	15	17	8	1	1	10	476
13:30	13:45	383	484	12	16	12	7	1	1	8	541
13:45	14:00	347	504	9	16	13	2	0	1	9	554
14:00	14:15	297	525	14	22	15	12	0	3	6	597
14:15	14:30	322	478	13	22	14	10	1	2	2	542
14:30	14:45	323	505	16	20	22	8	0	2	9	582
14:45	15:00	290	513	11	24	24	5	2	1	3	583
15:00	15:15	302	514	16	23	17	9	1	0	3	583
15:15	15:30	295	570	12	22	18	5	2	1	4	634
15:30	15:45	357	523	15	19	16	12	0	0	4	589
15:45	16:00	294	562	19	27	23	12	2	1	4	650
16:00	16:15	298	537	25	20	26	7	1	2	4	622
16:15	16:30	266	477	30	19	29	1	1	4	6	567
16:30	16:45	343	588	28	22	23	3	2	3	3	672
16:45	17:00	361	594	32	20	27	2	1	2	5	683
TOTAL		16520	22780	818	935	908	300	38	65	247	26091

4.3.4.5 Aforo vehicular día 5

Figura 38. Aforo vehicular. Sector I-S-N. Día 5

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE									
SENTIDO		SUR NORTE									
DÍA		5									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
7:00	7:15	890	751	22	17	16	3	1	0	3	813
7:15	7:30	895	771	20	19	12	3	0	0	2	827
7:30	7:45	910	766	14	10	18	3	1	2	5	819
7:45	8:00	540	641	40	20	17	1	0	2	1	722
8:00	8:15	680	731	30	14	36	1	1	1	0	814
8:15	8:30	650	627	34	21	39	4	1	2	2	730
8:30	8:45	540	626	33	17	40	5	0	2	1	724
8:45	9:00	438	769	50	40	20	2	3	2	3	889
9:00	9:15	379	509	12	24	15	13	3	2	4	582
9:15	9:30	410	618	22	13	14	6	0	3	7	683
9:30	9:45	320	512	16	13	24	7	1	1	10	584
9:45	10:00	325	514	19	15	24	3	1	1	9	586
10:00	10:15	281	471	16	30	15	9	1	1	3	546
10:15	10:30	305	426	14	22	21	10	2	1	8	504
10:30	10:45	300	502	16	29	17	10	2	2	5	583
10:45	11:00	280	512	14	25	22	9	0	0	9	591
11:00	11:15	265	402	16	25	23	5	1	2	1	475
11:15	11:30	282	383	13	25	32	10	5	3	3	474
11:30	11:45	270	436	19	27	25	10	0	0	4	521
11:45	12:00	256	361	14	27	25	9	0	1	9	446
12:00	12:15	227	373	14	24	17	7	1	1	9	446
12:15	12:30	250	391	19	33	22	11	0	1	8	485
12:30	12:45	300	419	19	31	19	2	1	1	5	497
12:45	13:00	286	462	13	27	22	7	1	3	4	539
13:00	13:15	348	433	21	21	15	5	1	3	12	511
13:15	13:30	310	413	18	17	15	9	0	2	8	482
13:30	13:45	300	421	22	25	19	14	1	1	5	508
13:45	14:00	264	430	18	19	14	4	1	1	4	491
14:00	14:15	309	352	16	24	20	9	1	1	11	434
14:15	14:30	337	414	15	17	16	8	1	2	8	481
14:30	14:45	381	484	14	15	11	7	1	1	8	541
14:45	15:00	345	504	11	15	12	2	1	1	9	555
15:00	15:15	298	528	16	21	24	14	1	3	6	613
15:15	15:30	320	477	15	22	13	9	1	2	2	541
15:30	15:45	325	501	18	23	21	7	1	2	8	581
15:45	16:00	290	516	15	25	23	4	2	1	3	589
16:00	16:15	305	17	17	26	16	9	1	0	3	89
16:15	16:30	300	573	14	25	17	5	2	1	4	641
16:30	16:45	360	523	13	22	15	12	0	0	4	589
16:45	17:00	300	565	17	30	22	12	2	1	4	653
17:00	17:15	305	540	27	22	25	7	1	2	4	628
17:15	17:30	370	480	32	22	28	1	1	4	6	574
17:30	17:45	340	601	30	25	22	3	2	3	3	689
17:45	18:00	352	603	34	23	26	2	1	2	5	696
TOTAL		16738	22348	882	987	909	293	48	67	232	25766

4.3.5 Sector 1 puente Aranzoque desviación Floridablanca sentido sur - norte

4.3.5.1 Aforo vehicular día 1

Figura 39. Aforo vehicular. Sector 1 Desviación -S-N. Día 1

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE					
SENTIDO		SUR NORTE DESVIACION FLORIDABLANCA					
DIA		1					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	TOTAL
6:00	6:15	167	174	8	7	1	190
6:15	6:30	170	179	6	8	2	195
6:30	6:45	173	177	7	7	3	194
6:45	7:00	102	149	8	6	1	164
7:00	7:15	130	169	5	4	2	180
7:15	7:30	120	144	3	4	1	152
7:30	7:45	103	144	3	3	2	152
7:45	8:00	83	177	4	5	2	188
8:00	8:15	73	165	6	5	3	179
8:15	8:30	78	146	7	6	1	160
8:30	8:45	60	140	5	5	2	152
8:45	9:00	61	98	4	3	3	108
9:00	9:15	52	124	3	2	1	130
9:15	9:30	55	113	6	5	2	126
9:30	9:45	57	111	5	4	0	120
9:45	10:00	64	88	5	4	2	99
10:00	10:15	84	127	5	10	1	143
10:15	10:30	89	118	3	7	1	129
10:30	10:45	100	121	7	2	2	132
10:45	11:00	59	103	3	3	1	110
11:00	11:15	80	100	7	4	2	113
11:15	11:30	88	125	3	6	6	140
11:30	11:45	85	112	3	8	2	125
11:45	12:00	118	113	4	6	1	124
12:00	12:15	126	142	5	4	1	152
12:15	12:30	111	144	7	4	0	155
12:30	12:45	90	118	6	6	0	130
12:45	13:00	92	105	4	2	1	112
13:00	13:15	59	83	5	4	0	92
13:15	13:30	65	95	6	3	0	104
13:30	13:45	73	124	4	6	1	135
13:45	14:00	102	144	3	5	0	152
14:00	14:15	119	165	3	4	2	174
14:15	14:30	111	122	3	3	1	129
14:30	14:45	106	126	4	9	3	142
14:45	15:00	83	121	4	5	0	130
15:00	15:15	99	117	3	6	2	128
15:15	15:30	56	131	4	7	1	143
15:30	15:45	99	117	5	3	0	125
15:45	16:00	133	125	3	5	0	133
16:00	16:15	123	163	4	1	0	168
16:15	16:30	115	163	3	4	1	171
16:30	16:45	66	135	4	2	0	141
16:45	17:00	69	137	3	3	1	144
TOTAL		4148	5792	203	210	58	6263

4.3.5.2 Aforo vehicular día 2

Figura 40. Aforo vehicular. Sector 1 Desviación -S-N. Día 2

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE					
SENTIDO		SUR NORTE DESVIACION FLORIDABLANCA					
DÍA		2					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	TOTAL
7:00	7:15	170	173	8	7	1	189
7:15	7:30	171	177	6	8	2	193
7:30	7:45	174	176	7	7	3	193
7:45	8:00	103	147	8	6	1	162
8:00	8:15	130	168	5	4	2	179
8:15	8:30	121	144	3	4	1	152
8:30	8:45	103	144	3	3	2	152
8:45	9:00	84	177	4	5	2	188
9:00	9:15	73	165	6	5	3	179
9:15	9:30	79	142	7	6	1	156
9:30	9:45	61	118	5	5	2	130
9:45	10:00	62	118	4	3	3	128
10:00	10:15	54	108	3	2	1	114
10:15	10:30	56	98	6	5	2	111
10:30	10:45	57	115	5	4	0	124
10:45	11:00	64	88	5	4	4	101
11:00	11:15	84	127	5	5	2	139
11:15	11:30	89	118	3	7	2	130
11:30	11:45	100	121	7	2	3	133
11:45	12:00	59	103	3	3	1	110
12:00	12:15	80	100	8	4	2	114
12:15	12:30	88	125	4	6	7	142
12:30	12:45	85	112	4	8	2	126
12:45	13:00	118	113	5	6	1	125
13:00	13:15	126	142	6	2	1	151
13:15	13:30	111	144	8	2	0	154
13:30	13:45	90	118	7	6	0	131
13:45	14:00	92	105	5	2	2	114
14:00	14:15	59	81	6	2	2	91
14:15	14:30	65	95	7	3	0	105
14:30	14:45	73	111	5	3	2	121
14:45	15:00	102	144	4	5	0	153
15:00	15:15	119	165	4	4	2	175
15:15	15:30	111	122	3	3	2	130
15:30	15:45	106	126	4	9	3	142
15:45	16:00	83	121	4	5	0	130
16:00	16:15	99	117	3	6	2	128
16:15	16:30	57	132	4	7	1	144
16:30	16:45	99	117	5	3	0	125
16:45	17:00	133	125	3	5	0	133
17:00	17:15	123	163	4	1	0	168
17:15	17:30	115	163	3	4	1	171
17:30	17:45	65	138	4	2	0	144
17:45	18:00	67	138	3	3	1	145
TOTAL		4162	5742	216	196	69	6223

4.3.5.3 Aforo vehicular día 3

Figura 41. Aforo vehicular. Sector 1 Desviación -S-N. Día 3

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE					
SENTIDO		SUR NORTE DESVIACION FLORIDABLANCA					
DIA		3					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	TOTAL
8:00	8:15	166	175	6	5	1	187
8:15	8:30	172	181	7	5	2	195
8:30	8:45	174	177	5	7	3	192
8:45	9:00	101	146	2	6	1	155
9:00	9:15	130	169	4	1	2	176
9:15	9:30	123	144	3	8	1	156
9:30	9:45	102	144	6	8	2	160
9:45	10:00	82	177	3	5	2	187
10:00	10:15	73	165	7	3	2	177
10:15	10:30	80	142	6	1	1	150
10:30	10:45	59	117	3	5	2	127
10:45	11:00	61	117	5	9	2	133
11:00	11:15	54	110	4	2	1	117
11:15	11:30	56	98	6	10	2	116
11:30	11:45	54	115	5	6	0	126
11:45	12:00	64	88	3	5	2	98
12:00	12:15	84	127	6	9	1	143
12:15	12:30	89	118	3	3	1	125
12:30	12:45	100	121	7	10	2	140
12:45	13:00	59	103	3	5	1	112
13:00	13:15	80	100	7	1	2	110
13:15	13:30	88	125	7	5	4	141
13:30	13:45	85	112	7	5	2	126
13:45	14:00	118	113	5	8	1	127
14:00	14:15	126	142	5	7	1	155
14:15	14:30	111	144	5	10	0	159
14:30	14:45	90	118	8	3	0	129
14:45	15:00	92	105	8	2	1	116
15:00	15:15	60	84	3	2	0	89
15:15	15:30	67	95	3	1	0	99
15:30	15:45	76	113	4	7	1	125
15:45	16:00	102	144	8	10	0	162
16:00	16:15	119	165	6	8	1	180
16:15	16:30	111	122	4	10	1	137
16:30	16:45	106	126	3	3	2	134
16:45	17:00	83	121	6	3	0	130
17:00	17:15	99	117	8	3	2	130
17:15	17:30	58	124	3	10	1	138
17:30	17:45	99	117	4	8	0	129
17:45	18:00	133	125	4	5	0	134
18:00	18:15	123	163	3	5	0	171
18:15	18:30	115	163	7	7	1	178
18:30	18:45	64	136	7	5	0	148
18:45	19:00	68	138	3	10	1	152
TOTAL		4158	5745	222	251	52	6270

4.3.5.4 Aforo vehicular día 4

Figura 42. Aforo vehicular. Sector 1 Desviación -S-N. Día 4

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE					
SENTIDO		SUR NORTE DESVIACION FLORIDABLANCA					
DIA		4					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	TOTAL
6:00	6:15	167	174	7	7	1	189
6:15	6:30	170	179	6	8	2	195
6:30	6:45	173	177	7	7	3	194
6:45	7:00	102	149	8	6	1	164
7:00	7:15	130	169	5	4	2	180
7:15	7:30	120	144	3	4	1	152
7:30	7:45	103	144	3	3	2	152
7:45	8:00	83	177	4	5	2	188
8:00	8:15	73	165	6	5	3	179
8:15	8:30	78	0	7	6	1	14
8:30	8:45	60	0	5	5	2	12
8:45	9:00	61	0	4	4	3	11
9:00	9:15	52	0	3	4	1	8
9:15	9:30	55	0	6	5	2	13
9:30	9:45	57	0	7	4	4	15
9:45	10:00	64	88	7	4	4	103
10:00	10:15	84	127	7	10	1	145
10:15	10:30	89	118	3	8	1	130
10:30	10:45	100	121	7	4	2	134
10:45	11:00	59	103	3	5	1	112
11:00	11:15	80	100	7	4	2	113
11:15	11:30	88	125	3	6	8	142
11:30	11:45	85	112	3	8	2	125
11:45	12:00	118	113	4	6	1	124
12:00	12:15	126	142	5	6	1	154
12:15	12:30	111	144	8	6	0	158
12:30	12:45	90	118	6	6	0	130
12:45	13:00	92	105	4	2	1	112
13:00	13:15	60	83	5	4	0	92
13:15	13:30	65	95	6	3	0	104
13:30	13:45	73	111	4	6	1	122
13:45	14:00	102	144	3	5	0	152
14:00	14:15	119	165	3	4	2	174
14:15	14:30	111	122	3	3	1	129
14:30	14:45	106	126	4	9	3	142
14:45	15:00	83	121	4	5	0	130
15:00	15:15	99	117	3	6	2	128
15:15	15:30	57	131	4	7	1	143
15:30	15:45	99	117	5	3	0	125
15:45	16:00	133	125	3	5	0	133
16:00	16:15	123	163	4	1	0	168
16:15	16:30	115	163	3	4	1	171
16:30	16:45	66	135	4	2	0	141
16:45	17:00	69	137	3	3	1	144
TOTAL		4153	5047	209	222	66	5544

4.3.5.5 Aforo vehicular día 5

Figura 43. Aforo vehicular. Sector 1 Desviación -S-N. Día 5

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE					
SENTIDO		SUR NORTE DESVIACION FLORIDABLANCA					
DIA		5					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	TOTAL
7:00	7:15	170	180	8	8	2	198
7:15	7:30	171	177	6	7	3	193
7:30	7:45	174	176	7	6	4	193
7:45	8:00	103	147	8	5	2	162
8:00	8:15	130	168	5	5	3	181
8:15	8:30	125	144	3	5	2	154
8:30	8:45	103	144	3	4	4	155
8:45	9:00	84	177	4	5	4	190
9:00	9:15	73	165	6	6	3	180
9:15	9:30	79	142	8	6	1	157
9:30	9:45	61	118	6	5	2	131
9:45	10:00	62	118	5	4	3	130
10:00	10:15	54	108	4	3	1	116
10:15	10:30	58	98	7	5	2	112
10:30	10:45	57	115	6	4	2	127
10:45	11:00	64	88	6	5	2	101
11:00	11:15	84	127	6	11	1	145
11:15	11:30	89	118	4	7	2	131
11:30	11:45	100	121	8	2	3	134
11:45	12:00	59	105	4	3	1	113
12:00	12:15	80	110	8	4	2	124
12:15	12:30	88	125	3	6	5	139
12:30	12:45	85	118	3	8	4	133
12:45	13:00	118	115	5	6	1	127
13:00	13:15	126	142	5	4	1	152
13:15	13:30	111	144	7	4	2	157
13:30	13:45	90	118	6	6	2	132
13:45	14:00	92	105	4	2	1	112
14:00	14:15	59	81	5	4	0	90
14:15	14:30	65	95	6	3	0	104
14:30	14:45	73	111	4	6	1	122
14:45	15:00	102	144	4	5	0	153
15:00	15:15	119	165	5	4	2	176
15:15	15:30	111	122	4	3	1	130
15:30	15:45	106	126	5	9	3	143
15:45	16:00	83	121	6	5	0	132
16:00	16:15	99	117	4	8	2	131
16:15	16:30	57	132	4	8	1	145
16:30	16:45	99	117	5	5	0	127
16:45	17:00	133	125	3	6	0	134
17:00	17:15	123	163	4	3	0	170
17:15	17:30	115	163	3	4	1	171
17:30	17:45	65	138	4	3	0	145
17:45	18:00	67	139	3	3	1	146
TOTAL		4169	5774	224	225	77	6300

4.3.6 Sector 2 Pare quiero piña avenida sentido sur - norte

4.3.6.1 Aforo vehicular día 1

Figura 44. Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 1

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA						
SENTIDO	SUR NORTE - AVENIDA						
DIA	1						
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
6:00	6:15	619	491	7	3	1	502
6:15	6:30	631	506	9	2	1	518
6:30	6:45	640	499	4	3	1	507
6:45	7:00	378	420	9	3	0	432
7:00	7:15	482	478	6	6	0	490
7:15	7:30	445	408	10	7	1	425
7:30	7:45	383	406	8	7	1	421
7:45	8:00	308	500	20	3	0	523
8:00	8:15	271	331	11	3	3	348
8:15	8:30	288	402	11	2	1	416
8:30	8:45	223	332	11	4	1	349
8:45	9:00	227	333	12	4	1	349
9:00	9:15	192	308	15	3	2	327
9:15	9:30	204	278	10	3	2	293
9:30	9:45	210	324	14	3	2	343
9:45	10:00	195	331	12	4	2	348
10:00	10:15	203	293	13	5	2	313
10:15	10:30	225	269	9	5	0	283
10:30	10:45	214	251	13	1	1	266
10:45	11:00	181	227	9	1	1	238
11:00	11:15	163	223	4	2	1	230
11:15	11:30	179	181	4	2	1	188
11:30	11:45	184	233	21	0	1	255
11:45	12:00	111	99	11	0	1	111
12:00	12:15	248	279	9	2	1	292
12:15	12:30	219	267	8	2	2	279
12:30	12:45	212	272	12	3	3	290
12:45	13:00	187	278	9	2	1	290
13:00	13:15	220	233	13	3	2	252
13:15	13:30	213	292	12	5	1	310
13:30	13:45	266	484	13	6	1	504
13:45	14:00	245	379	14	9	0	402
14:00	14:15	215	312	8	6	1	327
14:15	14:30	250	319	11	5	1	336
14:30	14:45	238	306	10	1	1	318
14:45	15:00	205	333	13	4	1	351
15:00	15:15	207	335	13	2	1	351
15:15	15:30	234	355	14	5	0	374
15:30	15:45	227	381	11	4	1	397
15:45	16:00	242	372	19	1	1	393
16:00	16:15	211	349	11	4	1	366
16:15	16:30	188	310	10	5	0	325
16:30	16:45	243	382	12	4	1	399
16:45	17:00	256	386	11	4	0	402
TOTAL		11682	14746	487	153	47	15433

4.3.6.2 Aforo vehicular día 2

Figura 45. Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Día 2

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA					
SENTIDO		SUR NORTE - AVENIDA					
DIA		2					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
7:00	7:15	632	488	9	3	1	500
7:15	7:30	635	501	10	2	1	513
7:30	7:45	646	497	5	3	1	506
7:45	8:00	383	416	10	3	0	429
8:00	8:15	483	475	7	6	0	488
8:15	8:30	447	407	11	6	1	425
8:30	8:45	383	406	9	7	1	423
8:45	9:00	311	499	21	3	0	524
9:00	9:15	269	330	12	3	3	348
9:15	9:30	291	401	7	2	1	411
9:30	9:45	227	332	7	4	1	344
9:45	10:00	231	333	8	4	1	346
10:00	10:15	200	306	16	3	2	326
10:15	10:30	206	276	11	3	2	293
10:30	10:45	213	326	15	3	2	345
10:45	11:00	199	332	13	4	2	351
11:00	11:15	185	261	13	4	1	279
11:15	11:30	199	248	13	5	2	269
11:30	11:45	192	283	14	4	2	303
11:45	12:00	182	234	14	4	2	254
12:00	12:15	161	242	12	3	1	258
12:15	12:30	178	254	17	4	2	277
12:30	12:45	213	272	16	3	0	291
12:45	13:00	203	300	14	4	1	319
13:00	13:15	247	281	11	3	1	295
13:15	13:30	220	268	9	3	2	281
13:30	13:45	213	273	13	3	3	292
13:45	14:00	187	279	10	3	1	292
14:00	14:15	219	228	12	4	2	246
14:15	14:30	239	268	9	3	1	282
14:30	14:45	271	314	8	2	1	325
14:45	15:00	245	327	8	2	0	337
15:00	15:15	212	343	11	4	2	360
15:15	15:30	227	309	11	2	2	325
15:30	15:45	231	325	12	4	1	342
15:45	16:00	206	335	13	4	1	353
16:00	16:15	217	10	14	3	2	29
16:15	16:30	213	372	13	3	1	389
16:30	16:45	256	339	10	3	2	354
16:45	17:00	213	367	13	4	2	385
17:00	17:15	217	350	11	4	1	367
17:15	17:30	263	311	11	5	0	328
17:30	17:45	241	390	10	4	0	405
17:45	18:00	250	391	11	5	0	407
TOTAL		11854	14498	504	155	57	15214

4.3.6.3 Aforo vehicular día 3

Figura 46. Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Día 3

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA						
SENTIDO	SUR NORTE						
DÍA	3						
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
8:00	8:15	616	494	8	3	1	506
8:15	8:30	639	510	8	2	1	521
8:30	8:45	646	501	5	3	1	509
8:45	9:00	373	413	9	3	0	425
9:00	9:15	483	477	6	6	0	489
9:15	9:30	456	407	9	6	1	424
9:30	9:45	376	406	8	7	1	422
9:45	10:00	304	501	19	3	1	524
10:00	10:15	269	335	11	2	2	350
10:15	10:30	298	401	10	2	1	415
10:30	10:45	219	331	10	4	2	347
10:45	11:00	227	332	11	4	1	347
11:00	11:15	200	311	14	2	2	329
11:15	11:30	209	278	10	3	2	293
11:30	11:45	202	324	14	3	3	342
11:45	12:00	199	330	12	3	2	348
12:00	12:15	192	260	13	4	1	278
12:15	12:30	210	248	14	5	2	269
12:30	12:45	192	280	12	4	2	299
12:45	13:00	181	233	12	4	2	251
13:00	13:15	170	241	11	3	1	256
13:15	13:30	177	252	16	3	2	273
13:30	13:45	217	270	15	3	1	288
13:45	14:00	212	296	12	3	2	313
14:00	14:15	256	280	9	2	1	291
14:15	14:30	227	267	8	2	2	280
14:30	14:45	204	276	11	3	3	293
14:45	15:00	193	280	9	2	1	292
15:00	15:15	224	237	12	3	2	255
15:15	15:30	249	267	7	3	2	279
15:30	15:45	280	319	8	2	2	330
15:45	16:00	246	332	8	2	1	342
16:00	16:15	210	345	11	2	2	360
16:15	16:30	225	312	11	2	2	327
16:30	16:45	233	331	10	3	2	346
16:45	17:00	211	335	12	4	1	352
17:00	17:15	224	335	12	3	2	353
17:15	17:30	217	352	11	3	1	367
17:30	17:45	241	341	10	2	2	355
17:45	18:00	216	364	14	4	2	384
18:00	18:15	220	351	10	4	2	367
18:15	18:30	195	312	10	5	1	327
18:30	18:45	238	384	11	4	1	399
18:45	19:00	252	390	10	4	1	405
TOTAL		11827	14834	478	143	66	15522

4.3.6.4 Aforo vehicular día 4

Figura 47. Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Día 4

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA						
SENTIDO	SUR NORTE						
DIA	4						
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
6:00	6:15	620	491	7	3	1	502
6:15	6:30	632	506	9	2	1	518
6:30	6:45	640	499	4	3	1	507
6:45	7:00	378	420	9	3	0	433
7:00	7:15	483	478	6	6	0	491
7:15	7:30	446	408	10	7	1	425
7:30	7:45	383	406	8	7	1	421
7:45	8:00	309	500	20	3	0	523
8:00	8:15	271	331	11	3	3	348
8:15	8:30	289	402	11	2	1	416
8:30	8:45	224	332	11	4	1	349
8:45	9:00	228	333	12	4	1	349
9:00	9:15	193	308	15	3	2	327
9:15	9:30	205	278	10	3	2	293
9:30	9:45	211	324	14	3	2	343
9:45	10:00	196	331	12	4	2	348
10:00	10:15	189	259	12	4	1	276
10:15	10:30	205	247	12	5	2	267
10:30	10:45	188	281	13	4	2	300
10:45	11:00	178	232	13	4	2	251
11:00	11:15	162	241	11	3	1	256
11:15	11:30	175	252	16	4	2	274
11:30	11:45	211	269	15	3	0	288
11:45	12:00	204	293	13	4	1	311
12:00	12:15	249	279	9	3	1	292
12:15	12:30	220	267	8	3	2	279
12:30	12:45	212	272	12	3	3	290
12:45	13:00	187	278	9	3	1	290
13:00	13:15	221	233	13	4	2	252
13:15	13:30	241	267	8	3	2	280
13:30	13:45	272	315	8	2	1	326
13:45	14:00	246	328	8	2	0	339
14:00	14:15	211	341	11	3	3	358
14:15	14:30	229	311	11	2	2	327
14:30	14:45	229	328	10	4	2	344
14:45	15:00	206	333	12	4	1	351
15:00	15:15	214	334	12	3	2	351
15:15	15:30	209	371	11	3	1	386
15:30	15:45	253	340	10	3	3	355
15:45	16:00	209	365	14	4	3	386
16:00	16:15	212	349	10	4	1	365
16:15	16:30	189	310	10	5	0	325
16:30	16:45	244	382	11	4	1	398
16:45	17:00	256	386	10	5	0	402
TOTAL		11729	14807	486	154	63	15511

4.3.6.5 Aforo vehicular día 5

Figura 48. Aforo vehicular. Sector 1 Avenida -S-N. Dia 5

AFORO VEHICULAR							
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA					
SENTIDO		SUR NORTE					
DIA		5					
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	C2P	C2G	C3	TOTAL
7:00	7:15	632	488	9	3	1	500
7:15	7:30	635	501	10	2	1	514
7:30	7:45	646	498	5	3	1	507
7:45	8:00	383	417	10	3	0	430
8:00	8:15	483	475	7	6	0	489
8:15	8:30	462	408	11	7	1	426
8:30	8:45	383	407	9	7	1	424
8:45	9:00	311	500	21	3	0	524
9:00	9:15	269	331	12	3	3	349
9:15	9:30	291	402	7	2	1	412
9:30	9:45	227	333	7	4	1	345
9:45	10:00	231	334	8	4	1	347
10:00	10:15	200	306	16	3	2	326
10:15	10:30	217	277	11	4	2	294
10:30	10:45	213	326	15	3	2	346
10:45	11:00	199	333	13	4	2	351
11:00	11:15	188	261	13	4	1	279
11:15	11:30	200	249	13	5	2	269
11:30	11:45	192	283	14	4	2	304
11:45	12:00	182	235	14	4	2	255
12:00	12:15	161	242	12	3	1	259
12:15	12:30	178	254	17	4	2	277
12:30	12:45	213	272	16	3	0	292
12:45	13:00	203	300	14	4	1	320
13:00	13:15	247	281	11	3	1	296
13:15	13:30	220	268	9	3	2	282
13:30	13:45	213	274	13	3	3	293
13:45	14:00	187	280	10	2	1	293
14:00	14:15	219	229	12	3	2	247
14:15	14:30	239	269	9	3	2	282
14:30	14:45	271	315	8	2	1	326
14:45	15:00	245	328	8	2	0	338
15:00	15:15	212	343	11	4	3	361
15:15	15:30	227	310	11	2	2	326
15:30	15:45	231	326	12	4	1	343
15:45	16:00	206	335	13	4	1	353
16:00	16:15	217	11	14	3	2	29
16:15	16:30	213	372	13	3	1	389
16:30	16:45	256	340	11	3	3	356
16:45	17:00	213	367	16	4	3	389
17:00	17:15	217	351	11	4	1	368
17:15	17:30	263	312	11	5	0	328
17:30	17:45	241	391	13	4	1	408
17:45	18:00	250	392	12	4	0	409
TOTAL		11883,98	14526	513	155	62	15256

4.3.7 Sector 2 Pare quiero piña paralela sentido sur - norte

4.3.7.1 Aforo vehicular día 1

Figura 49. Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Día 1

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA										
SENTIDO	SUR NORTE - PARALELA										
DIA	1										
HORA	MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL	
6:00	6:15	253	265	20	7	13	2	1	0	3	311
6:15	6:30	258	273	18	8	10	2	0	0	2	313
6:30	6:45	261	269	14	4	15	2	1	0	5	310
6:45	7:00	154	226	42	9	14	1	0	0	1	293
7:00	7:15	197	257	32	6	30	1	1	1	0	328
7:15	7:30	182	219	37	9	32	3	1	2	2	306
7:30	7:45	156	218	35	7	33	4	0	2	1	301
7:45	8:00	126	269	58	18	17	2	4	2	3	373
8:00	8:15	110	178	10	11	12	10	3	2	4	231
8:15	8:30	118	216	20	10	12	5	0	3	7	273
8:30	8:45	91	179	14	10	20	6	2	1	10	241
8:45	9:00	93	179	17	11	20	2	0	0	9	239
9:00	9:15	79	166	14	13	12	7	2	0	3	218
9:15	9:30	84	149	12	10	14	8	0	1	8	202
9:30	9:45	86	175	14	13	12	8	0	2	5	229
9:45	10:00	80	178	11	11	17	7	0	0	9	234
10:00	10:15	62	106	14	10	17	7	1	2	1	158
10:15	10:30	63	111	11	14	26	10	5	3	3	184
10:30	10:45	50	181	17	12	23	10	0	0	4	248
10:45	11:00	68	130	11	16	23	9	0	1	9	200
11:00	11:15	64	147	11	18	14	7	1	1	9	209
11:15	11:30	66	206	17	27	19	11	0	1	8	290
11:30	11:45	112	181	17	8	18	2	1	1	5	234
11:45	12:00	176	351	11	14	21	7	1	3	4	413
12:00	12:15	101	150	18	9	12	4	1	3	14	211
12:15	12:30	90	144	14	7	12	7	0	2	8	194
12:30	12:45	86	146	18	11	15	11	1	0	5	208
12:45	13:00	76	149	14	9	12	3	1	0	4	193
13:00	13:15	90	126	12	12	17	7	1	0	15	189
13:15	13:30	125	119	13	3	11	7	1	1	10	165
13:30	13:45	116	53	12	3	5	6	1	1	8	89
13:45	14:00	101	125	9	2	3	2	1	1	9	152
14:00	14:15	81	213	14	14	18	11	0	3	6	279
14:15	14:30	71	159	13	11	8	8	0	2	2	203
14:30	14:45	84	199	16	11	20	6	0	2	11	265
14:45	15:00	84	180	11	12	19	3	2	1	3	231
15:00	15:15	94	179	16	11	14	8	1	0	3	232
15:15	15:30	60	215	12	9	12	5	2	1	4	260
15:30	15:45	129	142	15	9	11	9	0	0	4	190
15:45	16:00	51	190	19	9	21	9	2	1	4	255
16:00	16:15	86	188	25	10	21	6	1	2	4	257
16:15	16:30	77	167	30	10	23	1	1	4	6	242
16:30	16:45	99	206	28	11	18	2	2	3	3	273
16:45	17:00	104	208	32	10	22	2	1	2	5	281
TOTAL		4794	8087	818	458	738	250	43	57	243	10706

4.3.7.2 Aforo vehicular día 2

Figura 50. Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Día 2

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA										
SENTIDO	SUR NORTE - PARALELA										
DIA	2										
HORA	MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL	
7:00	7:15	258	263	22	8	12	2	1	0	4	312
7:15	7:30	260	270	20	9	11	2	0	0	3	315
7:30	7:45	264	268	16	5	14	2	1	0	6	312
7:45	8:00	157	224	40	9	13	1	0	0	3	290
8:00	8:15	197	256	30	7	29	1	1	1	3	327
8:15	8:30	183	219	35	10	32	3	1	2	2	304
8:30	8:45	157	219	33	8	33	4	0	2	3	302
8:45	9:00	127	269	50	19	17	2	3	2	4	365
9:00	9:15	110	178	12	12	12	10	2	2	5	233
9:15	9:30	119	216	22	6	12	5	0	3	8	272
9:30	9:45	93	179	16	6	20	6	2	1	11	241
9:45	10:00	94	180	19	7	20	2	0	0	8	236
10:00	10:15	81	165	16	14	14	7	1	0	2	219
10:15	10:30	84	149	14	11	15	8	0	1	7	204
10:30	10:45	87	175	16	13	13	8	0	2	4	232
10:45	11:00	81	179	13	12	18	7	0	0	10	240
11:00	11:15	75	140	16	12	19	5	1	2	2	197
11:15	11:30	81	134	13	12	26	10	3	3	3	204
11:30	11:45	78	152	19	13	20	10	1	0	4	220
11:45	12:00	74	126	13	13	20	9	0	1	9	192
12:00	12:15	66	130	13	12	13	7	1	1	8	186
12:15	12:30	73	137	19	16	17	11	0	1	7	208
12:30	12:45	87	146	19	15	15	2	1	1	4	204
12:45	13:00	83	161	13	13	18	7	1	2	3	219
13:00	13:15	101	151	21	10	12	4	1	2	10	212
13:15	13:30	90	144	17	8	12	7	0	2	7	199
13:30	13:45	87	147	21	12	16	10	1	0	4	212
13:45	14:00	77	150	16	9	12	2	1	0	4	196
14:00	14:15	90	123	14	12	17	6	1	0	13	186
14:15	14:30	98	145	15	8	14	6	1	1	7	196
14:30	14:45	110	169	14	7	10	5	1	1	8	215
14:45	15:00	100	176	11	7	11	1	1	1	9	217
15:00	15:15	86	184	16	10	21	9	0	2	6	248
15:15	15:30	93	167	15	11	12	6	0	2	2	214
15:30	15:45	94	175	18	11	18	5	0	2	10	239
15:45	16:00	84	180	13	12	20	3	2	1	3	235
16:00	16:15	88	6	17	12	14	7	1	0	3	61
16:15	16:30	87	200	10	12	14	4	2	1	4	248
16:30	16:45	104	183	13	10	12	7	0	0	3	228
16:45	17:00	87	197	17	12	19	7	2	1	3	259
17:00	17:15	88	189	27	10	22	5	1	2	3	258
17:15	17:30	107	168	32	11	24	0	1	2	5	243
17:30	17:45	99	210	30	10	19	2	2	2	2	276
17:45	18:00	102	211	34	10	22	1	1	2	4	285
TOTAL		4842	7806	870	466	757	228	39	51	233	10461

4.3.7.3 Aforo vehicular día 3

Figura 51. Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Día 3

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA										
SENTIDO	SUR NORTE - PARALELA										
DIA	3										
HORA	MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL	
8:00	8:15	252	266	21	8	12	4	1	2	5	319
8:15	8:30	261	275	17	7	11	3	0	0	4	317
8:30	8:45	264	270	12	5	14	3	1	1	6	312
8:45	9:00	153	222	40	8	13	2	0	3	2	290
9:00	9:15	197	257	30	5	29	2	1	4	4	332
9:15	9:30	186	219	35	9	32	4	1	0	3	302
9:30	9:45	154	219	32	8	32	2	0	0	2	295
9:45	10:00	124	270	56	18	16	2	4	4	4	373
10:00	10:15	110	180	12	10	12	9	3	0	5	231
10:15	10:30	122	216	18	10	11	4	0	0	8	266
10:30	10:45	89	178	16	10	19	6	2	3	11	245
10:45	11:00	93	179	19	10	19	3	0	0	10	240
11:00	11:15	82	167	16	13	12	8	2	0	4	222
11:15	11:30	85	150	14	9	13	9	0	1	9	205
11:30	11:45	82	174	12	12	13	9	0	3	5	230
11:45	12:00	81	178	13	12	17	8	0	0	9	236
12:00	12:15	78	140	11	12	17	6	1	1	1	189
12:15	12:30	86	133	12	13	25	11	5	0	3	203
12:30	12:45	78	151	15	12	19	11	1	4	4	217
12:45	13:00	74	125	12	12	19	8	1	4	9	191
13:00	13:15	70	130	13	10	12	7	1	3	9	186
13:15	13:30	72	135	15	14	17	10	1	3	8	204
13:30	13:45	88	145	18	13	14	3	1	0	5	200
13:45	14:00	86	159	13	12	17	8	1	4	4	218
14:00	14:15	104	151	17	8	11	3	1	4	14	209
14:15	14:30	93	144	15	8	11	8	1	3	8	198
14:30	14:45	84	148	17	11	14	10	2	1	5	209
14:45	15:00	79	151	15	8	11	4	1	2	4	196
15:00	15:15	91	128	13	12	16	6	2	3	14	193
15:15	15:30	102	144	12	7	12	7	1	0	9	192
15:30	15:45	115	172	13	7	8	6	2	0	7	215
15:45	16:00	101	179	10	7	9	2	1	0	8	216
16:00	16:15	86	186	13	10	11	9	2	1	5	236
16:15	16:30	92	168	14	10	10	8	1	3	3	217
16:30	16:45	95	178	15	10	17	6	2	2	10	240
16:45	17:00	86	180	12	12	18	4	2	3	5	236
17:00	17:15	91	181	15	12	12	8	1	0	2	231
17:15	17:30	88	189	11	11	13	5	2	3	6	240
17:30	17:45	99	183	16	9	12	9	0	4	2	235
17:45	18:00	88	196	18	13	17	9	2	2	3	260
18:00	18:15	90	189	24	10	20	6	3	3	3	258
18:15	18:30	80	168	29	9	22	2	3	3	6	243
18:30	18:45	97	207	27	11	17	3	2	1	3	271
18:45	19:00	103	210	31	10	21	3	1	0	4	280
TOTAL		4831	7988	809	442	698	262	59	78	255	10601

4.3.7.4 Aforo vehicular día 4

Figura 52. Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Día 4

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN		SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA									
SENTIDO		SUR NORTE - PARALELA									
DIA		4									
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL
6:00	6:15	253	265	20	7	13	3	1	2	3	314
6:15	6:30	258	273	18	8	10	3	0	1	2	315
6:30	6:45	262	269	14	4	15	3	1	3	5	314
6:45	7:00	155	226	42	9	14	2	0	2	2	296
7:00	7:15	197	257	32	6	30	2	1	1	3	331
7:15	7:30	182	219	37	9	32	4	1	2	2	307
7:30	7:45	157	218	35	7	33	4	0	2	2	302
7:45	8:00	126	269	58	18	17	2	3	2	4	373
8:00	8:15	111	178	10	11	12	10	2	2	5	231
8:15	8:30	118	216	20	10	12	5	0	3	7	273
8:30	8:45	91	179	14	10	20	6	1	1	9	239
8:45	9:00	93	179	17	11	20	2	0	0	9	239
9:00	9:15	79	166	14	13	12	7	1	0	3	217
9:15	9:30	84	149	12	10	14	8	1	1	8	203
9:30	9:45	86	175	14	13	12	8	0	2	5	229
9:45	10:00	80	178	11	11	17	7	0	0	9	234
10:00	10:15	77	140	14	11	18	5	1	2	1	192
10:15	10:30	84	133	11	11	27	10	3	3	3	201
10:30	10:45	77	151	17	12	21	10	0	0	4	216
10:45	11:00	73	125	11	12	21	9	0	1	9	188
11:00	11:15	66	130	11	11	14	7	1	1	9	184
11:15	11:30	71	135	17	15	18	11	0	1	8	206
11:30	11:45	86	145	17	14	16	2	1	1	5	201
11:45	12:00	84	158	11	12	18	7	1	3	4	214
12:00	12:15	102	150	18	9	12	4	1	3	14	212
12:15	12:30	90	144	14	7	12	7	0	2	8	195
12:30	12:45	87	146	18	11	16	11	1	0	5	209
12:45	13:00	77	149	14	9	12	3	1	0	4	193
13:00	13:15	90	126	12	12	17	7	1	0	15	190
13:15	13:30	98	144	13	7	14	6	1	1	10	196
13:30	13:45	111	169	12	8	10	6	1	1	8	215
13:45	14:00	101	176	9	8	11	2	0	1	9	216
14:00	14:15	86	184	14	11	12	9	0	3	6	240
14:15	14:30	93	167	13	11	12	8	1	2	2	216
14:30	14:45	94	177	16	10	18	6	0	2	9	238
14:45	15:00	84	180	11	12	20	4	2	1	3	232
15:00	15:15	88	180	16	11	14	7	1	0	3	232
15:15	15:30	86	200	12	11	15	4	2	1	4	248
15:30	15:45	104	183	15	9	13	9	0	0	4	234
15:45	16:00	85	197	19	13	19	9	2	1	4	265
16:00	16:15	86	188	25	10	22	6	1	2	4	257
16:15	16:30	77	167	30	9	24	1	1	4	6	242
16:30	16:45	99	206	28	11	19	2	2	3	3	274
16:45	17:00	105	208	32	10	22	2	1	2	5	281
TOTAL		4791	7973	818	449	754	250	38	65	247	10604

4.3.7.5 Aforo vehicular día 5

Figura 53. Aforo vehicular. Sector 1 Paralela -S-N. Día 5

AFORO VEHICULAR											
UBICACIÓN	SECTOR 2 - PUENTE PAPI QUIERO PIÑA										
SENTIDO	SUR NORTE - PARALELA										
DIA	5										
HORA	MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL	
7:00	7:15	258	263	22	8	13	2	1	0	3	313
7:15	7:30	260	270	20	9	10	2	0	0	2	313
7:30	7:45	264	268	14	5	15	2	1	2	5	312
7:45	8:00	157	224	40	10	14	1	0	2	1	292
8:00	8:15	197	256	30	7	30	1	1	1	0	325
8:15	8:30	189	219	34	10	32	3	1	2	2	304
8:30	8:45	157	219	33	8	33	4	0	2	1	300
8:45	9:00	127	269	50	19	17	2	3	2	3	365
9:00	9:15	110	178	12	12	12	10	3	2	4	234
9:15	9:30	119	216	22	6	12	5	0	3	7	271
9:30	9:45	93	179	16	6	20	6	1	1	10	239
9:45	10:00	94	180	19	7	20	2	1	1	9	239
10:00	10:15	81	165	16	14	12	7	1	1	3	220
10:15	10:30	88	149	14	11	17	8	2	1	8	210
10:30	10:45	87	176	16	14	14	8	2	2	5	237
10:45	11:00	81	179	14	12	18	7	0	0	9	240
11:00	11:15	77	141	16	12	19	5	1	2	1	197
11:15	11:30	82	134	13	12	27	10	5	3	3	207
11:30	11:45	78	153	19	13	21	10	0	0	4	220
11:45	12:00	74	126	14	13	21	9	0	1	9	194
12:00	12:15	66	131	14	12	14	7	1	1	9	189
12:15	12:30	73	137	19	16	18	11	0	1	8	211
12:30	12:45	87	147	19	15	16	2	1	1	5	206
12:45	13:00	83	162	13	13	18	7	1	3	4	222
13:00	13:15	101	152	21	10	12	4	1	3	12	216
13:15	13:30	90	145	18	8	12	7	0	2	8	201
13:30	13:45	87	147	22	12	16	11	1	1	5	216
13:45	14:00	77	151	18	9	12	3	1	1	4	199
14:00	14:15	90	123	16	12	17	7	1	1	11	187
14:15	14:30	98	145	15	8	13	6	1	2	8	199
14:30	14:45	110	169	14	7	9	6	1	1	8	215
14:45	15:00	100	176	11	7	10	2	1	1	9	217
15:00	15:15	86	185	16	10	20	11	1	3	6	252
15:15	15:30	93	167	15	11	11	7	1	2	2	216
15:30	15:45	94	175	18	11	17	6	1	2	8	239
15:45	16:00	84	181	15	12	19	3	2	1	3	236
16:00	16:15	88	6	17	12	13	7	1	0	3	60
16:15	16:30	87	201	14	12	14	4	2	1	4	252
16:30	16:45	104	183	13	11	12	9	0	0	4	233
16:45	17:00	87	198	17	14	18	9	2	1	4	264
17:00	17:15	88	189	27	11	21	6	1	2	4	260
17:15	17:30	107	168	32	11	23	1	1	4	6	246
17:30	17:45	99	210	30	12	18	2	2	3	3	281
17:45	18:00	102	211	34	11	22	2	1	2	5	287
TOTAL		4854	7822	882	474	754	244	48	67	232	10534

4.4 Cálculo de capacidad y niveles de servicio, según el manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras multicarril primera versión 2022

4.4.1 Cálculo de nivel de servicio

Para realizar el respectivo cálculo, se llevó a cabo cierto paso a paso, guiado por el manual de capacidad y niveles de servicio. Este paso este guiado de la siguiente manera:

4.4.1.1 Definición de tipo de aplicativo y tipo de terreno.

4.4.1.1.1 Definición de tipo de aplicativo. Este paso se definió los tramos a estudio y cálculo de las pendientes pertinentes de cada tramo. Para luego determinar el tipo de terreno. Los tramos de estudio se definieron a través del cambio de geometría de la vía, se realizó el cálculo de la siguiente manera:

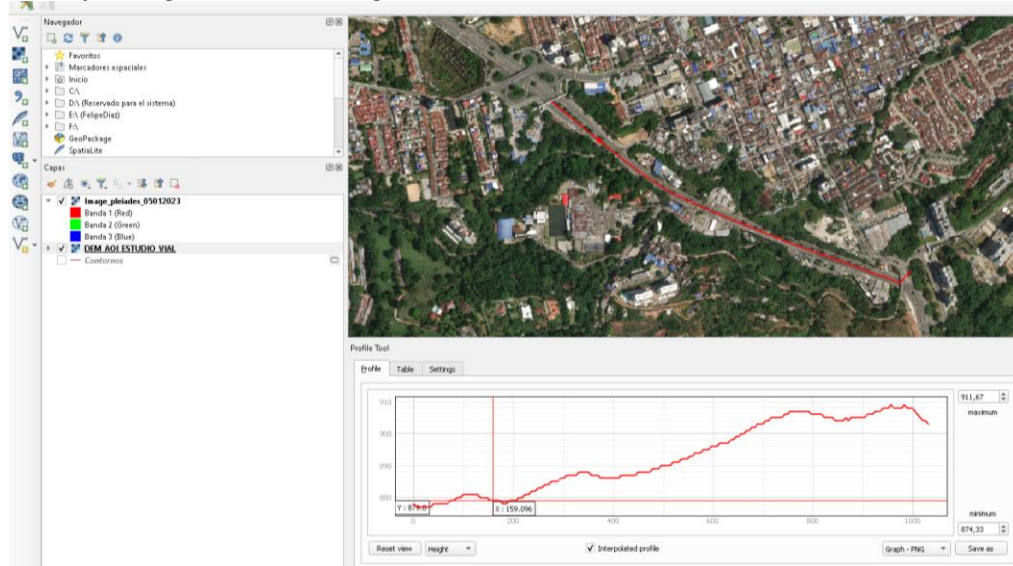
- **Aplicativo 1.** Tramo genérico. Se idealiza de manera general el tramo de vía si en toda su estructura vial se mantiene igual.
- **Aplicativo 2.** Tramo Sector Crítico 1- Reducción de carril sentido Norte – Sur
- **Aplicativo 3.** Tramo Sector Crítico 2 – Reducción de carril sentido Sur – Norte

4.4.1.1.2 Cálculo de pendiente y definición de tipo de terreno. Para el cálculo de pendiente de los tramos a analizar, se realizó a través de software Qgis. Para poder calcular la pendiente, se hizo la generación de Modelo digital de elevaciones y este se realizaron las respectivas curvas de nivel. Este DEM se descargó del Software Global Mapper.

- Aplicativo 1. tramo genérico

Para este tramo se obtuvo la siguiente imagen traída del software Qgis, donde se aprecia el tramo, y el corte longitudinal del tramo a estudio.

Figura 54. Perfil longitudinal tramo genérico



Adaptado de [24].

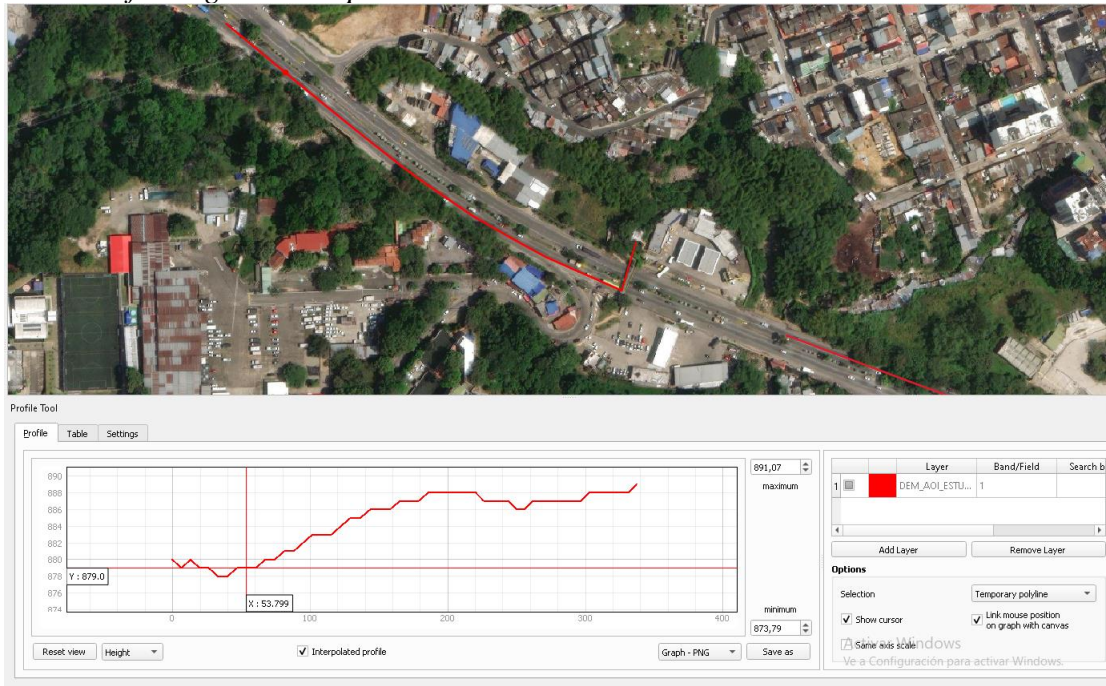
Se calculó la pendiente con la siguiente ecuación:

$$m = \frac{\text{Diferencia de alturas}}{\text{Distantcia horizontal}} * 100$$

Ecuación 1. Cálculo de pendiente

- Aplicativo 2. tramo sector crítico 1- reducción de carril sentido norte – sur

Para este tramo se obtuvo la siguiente imagen traída del software Qgis, donde se aprecia el tramo, y el corte longitudinal del tramo a estudio y se calculó la pendiente mediante la Ecuación 1.

Figura 55. Perfil longitudinal Aplicativo 2Fuente.

Adaptado de [24].

- Aplicativo 3. tramo sector crítico 2 – reducción de carril sentido sur - norte

Para este tramo se obtuvo la siguiente imagen traída del software Qgis, donde se aprecia el tramo, y el corte longitudinal del tramo a estudio y se calculó la pendiente mediante la Ecuación

1.

Figura 56. Perfil longitudinal Aplicativo 3

Adaptado de [24].

4.4.1.2 Información geométrica. A partir de la digitalización del mapa en el software ArcGIS y las imágenes satelitales descargadas del software Global Mapper. Se hizo una medición en el mapa por medio de la herramienta “Measure”, con esta herramienta se determinaron valores como:

- Ancho Promedio de separador (m)
- Ancho de Carril (m)
- Número de Carriles
- Promedio de bermas (m)

4.4.1.3 Información del tránsito

4.4.1.3.1 Volumen de tránsito (veh/h/sentido). El volumen de tránsito trabajado para el cálculo de nivel de servicio según el manual es el volumen máximo registrado horario, volumen donde más se registró vehículos de flujo mixto en una hora. Para el aplicativo 1 y 2 se utilizaron el mismo valor, valor que se encuentra en la tabla # ya que es el valor donde más se registra vehículos en el día. En el aplicativo 3 se usó el valor que se encuentra la tabla #.

- Aplicativo 1 y 2

A continuación, se muestra la tabla donde se determinó Volumen máximo horario, el archivo Excel, donde se encuentran todos los días se encuentra como anexo 2

Figura 57. Volumen vehicular máximo registrado Sentido Norte Sur

AFORO VEHICULAR												
UBICACIÓN	SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE											
SENTIDO	NORTE SUR											
DIA	1											
HORA	MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL	Total Vehiculos mixto Hora	
6:00	6:15	660	524	16	20	12	4	0	2	4	582	2608
6:15	6:30	646	533	18	22	7	5	0	0	0	585	
6:30	6:45	616	662	18	16	9	5	0	1	2	713	
6:45	7:00	572	668	13	18	22	5	0	1	1	728	
7:00	7:15	418	640	15	18	10	7	0	0	1	691	2604
7:15	7:30	436	497	13	13	10	6	2	0	0	541	
7:30	7:45	432	590	21	14	17	5	1	0	2	650	
7:45	8:00	431	669	20	18	10	3	0	0	2	722	
8:00	8:15	305	447	13	19	17	6	0	0	3	505	2133
8:15	8:30	321	526	19	22	18	14	1	1	3	604	
8:30	8:45	296	474	19	23	13	11	2	2	1	545	
8:45	9:00	287	401	15	33	15	10	0	1	4	479	
9:00	9:15	290	411	18	37	19	7	2	2	6	502	2167
9:15	9:30	265	435	17	18	20	11	0	3	9	513	
9:30	9:45	300	528	15	25	12	13	1	0	6	600	
9:45	10:00	299	487	13	31	10	8	0	1	2	552	
10:00	10:15	266	434	12	36	14	5	1	2	4	508	2142
10:15	10:30	298	490	18	34	16	11	0	3	5	577	
10:30	10:45	291	458	13	32	19	4	0	2	6	534	
10:45	11:00	275	425	15	43	26	8	0	2	4	523	
11:00	11:15	269	472	13	43	15	9	1	1	2	556	2261
11:15	11:30	268	468	18	38	20	6	1	1	5	557	
11:30	11:45	322	493	16	31	28	8	1	2	3	582	
11:45	12:00	371	484	12	28	27	8	1	1	5	566	
12:00	12:15	432	486	13	29	16	5	0	0	4	553	2269
12:15	12:30	365	490	12	18	15	14	1	4	3	557	
12:30	12:45	348	477	25	26	19	10	3	2	3	565	
12:45	13:00	328	517	25	21	20	8	1	1	1	594	
13:00	13:15	302	428	15	27	18	14	2	3	3	510	2181
13:15	13:30	360	460	17	20	16	12	4	2	4	535	
13:30	13:45	592	594	15	16	13	9	6	2	6	661	
13:45	14:00	348	398	17	25	19	3	5	4	4	475	
14:00	14:15	310	516	13	18	18	8	4	5	6	588	2717
14:15	14:30	381	604	19	31	6	8	6	5	7	686	
14:30	14:45	368	665	15	30	13	6	6	4	7	746	
14:45	15:00	336	609	18	28	18	5	3	5	11	697	
15:00	15:15	378	600	15	28	14	8	6	3	4	678	3268
15:15	15:30	530	694	15	26	14	8	7	6	12	782	
15:30	15:45	401	820	18	23	14	5	10	8	6	904	
15:45	16:00	435	828	16	17	10	8	8	6	11	904	
16:00	16:15	402	705	14	30	10	5	5	6	8	783	3344
16:15	16:30	570	749	21	27	14	8	11	5	12	847	
16:30	16:45	534	786	18	33	19	11	8	6	11	892	
16:45	17:00	548	732	17	23	13	12	10	4	11	822	
TOTAL		17202	24374	718	1128	685	346	120	109	214	27694	

Nota. La franja señalada de otro color se identifica como el mayor volumen vehicular horario registrado

- Aplicativo 3

A continuación, se muestra la tabla donde se determinó Volumen máximo horario el archivo Excel, donde se encuentran todos los días se encuentra como anexo 3

Figura 58. Volumen vehicular máximo registrado Sentido Sur Norte

AFORO VEHICULAR												
UBICACIÓN		SECTOR 1 - PUENTE ARANZOQUE										
SENTIDO		SUR NORTE										
DÍA		1										
HORA		MOTOS	VEHICULO LIGERO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	TOTAL	Total Vehiculos mixto Hora
6:00	6:15	872	756	20	14	16	3	1	0	3	813	3186
6:15	6:30	889	779	18	17	12	3	0	0	2	831	
6:30	6:45	901	768	14	8	18	3	1	0	5	817	
6:45	7:00	532	646	42	18	17	1	0	0	1	725	
7:00	7:15	679	735	32	12	36	1	1	1	0	818	3167
7:15	7:30	627	627	37	19	39	4	1	2	2	731	
7:30	7:45	539	624	35	15	40	5	0	2	1	722	
7:45	8:00	434	769	58	38	20	2	4	2	3	896	
8:00	8:15	381	509	10	22	15	13	3	2	4	578	2445
8:15	8:30	406	618	20	21	14	6	0	3	7	689	
8:30	8:45	314	511	14	21	24	7	2	1	10	590	
8:45	9:00	320	512	17	23	24	3	0	0	9	588	
9:00	9:15	271	474	14	28	15	9	2	0	3	545	2194
9:15	9:30	288	427	12	20	17	10	0	1	8	495	
9:30	9:45	296	499	14	27	15	10	0	2	5	572	
9:45	10:00	275	509	11	23	21	9	0	0	9	582	
10:00	10:15	265	399	14	23	22	7	1	2	1	469	1883
10:15	10:30	288	380	11	23	31	10	5	3	3	466	
10:30	10:45	264	432	17	25	24	10	0	0	4	512	
10:45	11:00	249	357	11	25	24	9	0	1	9	436	
11:00	11:15	227	370	11	22	16	7	1	1	9	437	1922
11:15	11:30	245	387	17	31	21	11	0	1	8	476	
11:30	11:45	296	414	17	29	18	2	1	1	5	487	
11:45	12:00	287	450	11	25	21	7	1	3	4	522	
12:00	12:15	349	429	18	18	14	5	1	3	14	502	1953
12:15	12:30	309	410	14	15	14	9	0	2	8	472	
12:30	12:45	298	418	18	23	18	14	1	0	5	497	
12:45	13:00	263	427	14	18	14	4	1	0	4	482	
13:00	13:15	310	359	12	25	20	9	1	0	15	441	2063
13:15	13:30	338	411	13	15	16	8	1	1	10	475	
13:30	13:45	382	537	12	16	11	7	1	1	8	593	
13:45	14:00	346	504	9	16	12	2	1	1	9	554	
14:00	14:15	296	525	14	22	24	12	0	3	6	606	2310
14:15	14:30	321	478	13	22	13	9	0	2	2	539	
14:30	14:45	322	505	16	21	21	7	0	2	11	583	
14:45	15:00	289	513	11	25	23	4	2	1	3	582	
15:00	15:15	301	514	16	24	16	9	1	0	3	583	2452
15:15	15:30	294	570	12	23	17	5	2	1	4	634	
15:30	15:45	356	523	15	20	15	10	0	0	4	587	
15:45	16:00	293	562	19	28	22	10	2	1	4	648	
16:00	16:15	297	537	25	21	25	7	1	2	4	622	2544
16:15	16:30	265	477	30	20	28	1	1	4	6	567	
16:30	16:45	342	588	28	23	22	3	2	3	3	672	
16:45	17:00	360	594	32	21	26	2	1	2	5	683	
TOTAL		16476	22833	818	945	891	289	43	57	243	26119	

Nota. La franja señalada de otro color se identifica como el mayor volumen vehicular horario registrado

4.4.1.3.2 Factor hora pico. El FHP, se calculó según la formula encontrada en el manual de capacidad y niveles de servicio. Lo cual indica la formula:

$$FHP = \frac{\text{Volumen mixto en la hora de maxima demanda}}{\text{Volumen de 15 minutos maximos de esa hora} * 4}$$

Ecuación 2. Cálculo de FHP

Para el aplicativo 1 y 2, el cálculo se FHP se comparten, ya que se usa el mismo volumen de tránsito horario. Para el aplicativo 3, el valor cambia.

4.4.1.3.3 Porcentaje de camiones. El porcentaje de camiones calculado está definido por la siguiente formula:

$$\text{Porcentajes de camiones } P_c = \frac{\text{Volumen de vehiculos pesados} * 100}{\text{Volumen mixto en la hora de maxima demanda}}$$

Ecuación 3. Cálculo de porcentajes de camiones

4.4.1.3.4 Velocidad de flujo libre. Cuando la velocidad de flujo libre es difícil de medir en campo, se puede estimar analíticamente mediante una ecuación, que relaciona Velocidades genéricas con factores de corrección de la geometría vial. La velocidad a flujo libre está determinada por la siguiente ecuación:

$$VL = VG - f_C - f_S - f_B - f_A$$

Ecuación 4. Estimación de Velocidad a Flujo Libre

4.4.1.3.5 Clasificación de carretera multicarril y selección de VG. Como primer paso, se debe clasificar el tipo de carretera, el manual de capacidad y niveles de servicio estableció una clasificación dependiendo de su geometría, clasificándolos en tres tipos A1, B1 y C1. A continuación se muestra en la tabla:

Figura 59 Clasificación de las carreteras multicarril según sus características geométricas.

Clasificación	Características geométricas
Tipo A1	Velocidad de diseño: 100 a 120 km/h Radio mínimo: 400 m Pendiente máxima: 5 % Ancho de calzada: 7.30 m Ancho de berma izquierda: 1.00 m Ancho de berma derecha: 2.50 m
Tipo B1	Velocidad de diseño: 80 a 100 km/h Radio mínimo: 230 m Pendiente máxima: 6 % Ancho de calzada: 7.30 m Ancho de berma izquierda: 0.50 m Ancho de berma derecha: 1.80 m
Tipo C1	Velocidad de diseño: 60 a 80 km/h Radio mínimo: 70 m Pendiente máxima: 8 % Ancho de calzada: 7.00 m Ancho de berma izquierda: 0.50 m Ancho de berma derecha: 1.50 m

Tomado de [22].

Luego, de clasificar el tipo de carretera multicarril, el manual estableció características geométricas, aspectos como lo son las zonas libres, control de acceso y presencia de peatones. Con esta información se seleccionó la velocidad genérica de la siguiente tabla, teniendo en cuenta las características de nuestro tramo a analizar:

Figura 60. Velocidad genérica por tipo de carretera

Tipo de carretera	Velocidad genérica (km/h)	
	Con separador	Sin separador
Multicarril, con características geométricas de vía tipo A1, zona despejada de 9 m o con elementos de contención vehicular, accesos controlados, sin peatones.	120	No aplica
Multicarril, con características geométricas de vía tipo B1, control parcial de accesos, sin concentración de peatones.	100	90
Multicarril, con características geométricas de vía tipo B1, sin control de accesos, sin concentración de peatones.	90	80
Multicarril, con características geométricas de vía tipo C1, sin control de accesos, sin peatones frecuentes.	80	70
Multicarril, con características geométricas de vía tipo C1, sin control de accesos, con peatones frecuentes.	70	60

Tomado de [22].

4.4.1.3.6 Corrección por ancho de carril F_c . El valor tomado para la corrección del ancho del carril se seleccionó de la siguiente tabla:

Figura 61. *Ajuste de la velocidad genérica por efecto del ancho del carril.*

Ancho del carril (m)	Corrección a la velocidad genérica por efecto del ancho del carril (km/h)
3.0	14.8
3.3	2.0
≥ 3.5	0.0

Tomado de [22].

4.4.1.3.7 Corrección por ancho del separador F_s . El valor tomado para la corrección a la velocidad genérica por efecto del ancho del separador se seleccionó de la siguiente tabla:

Figura 62. *Ajuste de la velocidad genérica por efecto del ancho del separador.*

Ancho del separador (m)	Corrección a la velocidad genérica por efecto del ancho de separador (km/h)
0.0	2.80
0.5	1.60
1.0	1.30
1.5	0.90
2.0	0.70
>3.0	0.00

Tomado de [22].

4.4.1.3.8 Corrección por ancho promedio de bermas F_B . El valor tomado para la corrección a la velocidad genérica por efecto del ancho promedio de bermas se seleccionó de la siguiente tabla:

Figura 63. Ajuste de la velocidad genérica por efecto del ancho promedio de bermas.

Ancho promedio de bermas (m)	Corrección a la velocidad genérica por efecto del ancho promedio de bermas (km/h)
0.0	7.9
0.5	2.5
1.0 – 1.5	1.7
1.8	0.8
>= 2.0	0.0

Tomado de [22].

4.4.1.3.9 Corrección por densidad de accesos FA. El valor tomado para la corrección a la velocidad genérica por efecto del ancho promedio de bermas se seleccionó de la siguiente tabla:

Figura 64. Ajuste de la velocidad genérica por efecto de la densidad de accesos.

Densidad de accesos (Puntos/km)	Corrección a la velocidad genérica por efecto de la densidad de accesos (km/h)
5	3.0
10	6.4
15	11.0
>=20	17.4

Tomado de [22].

4.4.1.4 Cálculo del flujo vehicular QP o VP. La ecuación establecida por el manual de capacidad y niveles de servicio, para convertir el volumen de tránsito a flujo vehicular, es la siguiente:

$$Qp = Vp = \frac{V}{FHP * N * f_{HV} * f_p}$$

Ecuación 5. Cálculo del flujo vehicular

Donde:

V= Volumen de tránsito mixto

FHP= Factor Hora pico

N= Números de carriles

FHV= Factor de corrección por camiones

Fp= Factor por conocimiento

1.0= Conductores frecuentes

0,90= Conductores Ocasionales

- Cálculo de factor de corrección por camiones

Para calcular este factor, el manual de capacidad y niveles de servicio estableció:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_c * (E_c - 1)}$$

Ecuación 6. Calculo Fhv

Donde:

Pc= Porcentajes de camiones

Ec= Factor de equivalencia de camiones

- Factor de equivalencia de camiones

Para el aplicativo 1, factor genérico del tramo, el Ec, se estableció por el manual en la siguiente tabla:

Figura 65. *Factor Equivalencia de camiones tramo genérico.*

Tipo de terreno	Equivalente de camión, EC
Plano	1.8
Ondulado	2.3
Montañoso	4.4

Tomado de [22].

Para los tramos críticos establecidos, el factor de equivalencia se seleccionó de las siguientes tablas:

Figura 66. Factor Equivalencia de camiones tramo con pendiente específica en descenso.

Pendiente (%)	Longitud (m)	Porcentaje de camiones (%)							
		5	10	15	20	30	35	40	50
<= -2	500	3.0	2.5	2.4	2.4	2.2	2.1	2.0	1.9
	1000	3.1	2.6	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	1.9
	2000	2.9	2.5	2.4	2.4	2.2	2.0	2.0	1.9
	3000	2.9	2.5	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	1.9
	4000	2.9	2.5	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	1.9
	5000	3.1	2.5	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9	1.8
	6000	3.5	3.3	3.2	2.8	2.5	2.5	2.3	2.1
	7000	3.4	3.2	3.2	2.7	2.5	2.5	2.3	2.1
	8000	3.4	3.2	3.1	2.7	2.5	2.4	2.3	2.1
	9000	3.3	3.1	3.1	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1
-3	500	3.2	3.0	3.0	2.6	2.8	2.2	2.1	2.0
	1000	3.3	2.6	2.6	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0
	2000	3.3	2.6	2.5	2.4	2.2	2.2	2.1	1.9
	3000	3.2	2.6	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	1.9
	4000	3.1	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9
	5000	3.5	2.7	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9
	6000	4.6	4.3	3.8	3.1	2.9	2.8	2.6	2.4
	7000	4.5	4.2	3.7	3.1	2.9	2.7	2.6	2.4
	8000	4.4	4.0	3.6	3.0	2.9	2.7	2.6	2.4
	9000	4.3	3.9	3.5	3.0	2.8	2.7	2.6	2.3
-4	500	3.6	2.8	2.7	2.6	2.3	2.3	2.1	2.0
	1000	3.6	2.9	2.7	2.7	2.3	2.3	2.1	2.0
	2000	3.7	2.9	2.7	2.6	2.3	2.3	2.1	2.0
	3000	3.6	2.9	2.7	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0
	4000	3.5	2.8	2.6	2.5	2.2	2.2	2.1	2.0
	5000	3.7	3.0	2.6	2.4	2.1	2.1	2.0	1.9
	6000	5.4	5.0	4.4	3.9	3.3	3.1	2.8	2.6
	7000	5.3	4.8	4.3	3.8	3.3	3.1	2.8	2.6
	8000	5.2	4.6	4.1	3.7	3.2	3.0	2.8	2.6
	9000	5.1	4.4	4.0	3.6	3.1	3.0	2.7	2.5
-5	500	3.5	3.2	3.0	2.8	2.5	2.4	2.3	2.1
	1000	3.5	3.2	3.0	2.9	2.5	2.4	2.3	2.1
	2000	3.5	3.2	3.0	2.8	2.5	2.4	2.3	2.1
	3000	3.4	3.1	2.9	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1
	4000	3.3	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.0
	5000	3.7	3.1	2.7	2.5	2.2	2.2	2.1	1.9
	6000	6.5	5.3	5.1	4.3	3.6	3.4	3.1	2.8
	7000	6.5	5.1	4.9	4.3	3.6	3.3	3.0	2.7
	8000	6.4	5.0	4.7	4.2	3.5	3.3	3.0	2.7
	9000	6.1	4.8	4.5	4.1	3.4	3.2	2.9	2.6
-6	500	3.7	3.3	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2
	1000	3.7	3.3	3.3	3.0	2.7	2.5	2.4	2.2
	2000	3.6	3.3	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2
	3000	3.5	3.2	3.1	2.8	2.6	2.4	2.4	2.2
	4000	3.5	3.1	3.0	2.7	2.5	2.4	2.3	2.1
	5000	3.9	3.1	2.9	2.6	2.4	2.2	2.2	2.0
	6000	7.6	6.7	5.2	4.9	3.7	3.5	3.2	2.8
	7000	7.2	6.4	5.2	4.9	3.7	3.4	3.2	2.8
	8000	7.1	6.3	5.0	4.7	3.6	3.3	3.2	2.8
	9000	6.8	6.0	4.7	4.5	3.5	3.2	3.1	2.8
-7	500	4.4	3.6	3.4	3.1	2.8	2.6	2.5	2.3
	1000	4.5	3.6	3.4	3.1	2.8	2.6	2.5	2.3
	2000	4.4	3.6	3.3	3.0	2.7	2.6	2.4	2.3
	3000	4.2	3.4	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2
	4000	4.0	3.4	3.1	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2
	5000	4.3	3.5	3.0	2.7	2.4	2.3	2.2	2.1
	6000	8.8	7.2	5.2	4.9	3.9	3.6	3.4	3.1
	7000	8.6	6.9	5.1	4.7	4.0	3.6	3.5	3.1
	8000	8.4	6.7	4.9	4.6	3.9	3.6	3.4	3.0
	9000	8.0	6.4	4.7	4.4	3.7	3.4	3.3	3.0

Tomado de [22].

4.4.1.5 Cálculo de velocidad de operación. Para calcular la velocidad de operación, el manual indica la siguiente formula:

$$V = V_f - a * \left(\frac{V_p}{b}\right)^c$$

Ecuación 7. Cálculo de velocidad de operación

Donde:

Vf= Velocidad a flujo libre. Esta velocidad deber ser aproximada al tipo más cercano, las cuales son: Tipo 1: Vf= 96k/h; Tipo 2: Vf= 90K/h; Tipo 3: Vf= 80K/h; 0 Tipo 4: Vf =70 K/h

Vp= Flujo vehicular

Los factores a, b y c, se establecieron en la siguiente tabla:

Figura 67. *Coefficientes de las ecuaciones flujo-velocidad.*

Tipo de curva	vf	a	b	c
Multicarril tipo 1 96 km/h	96	4.609	1124.526	1.624
Multicarril tipo 1 90 km/h	90	1.040	882.082	2.545
Multicarril tipo 1 80 km/h	80	2.375	1036.550	2.044
Multicarril tipo 1 70 km/h	70	5.497	692.345	1.010

Tomado de [22].

4.4.1.6 Cálculo de densidad. La densidad del sector está determinada por el manual por la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V_p}{V}$$

Ecuación 8. Densidad

Donde:

D=Densidad (veh/km/carril)

V_p= Flujo de tránsito

V= Velocidad de operación

4.4.1.7 Determinación de nivel de servicio. Se determino el nivel de servicio dada la relación densidad y el tipo de multicarril. El manual estableció los niveles de servicios, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Figura 68. Niveles de servicio para carreteras multicarril en Colombia.

Nivel de Servicio	Multicarril tipo 1 (96 km/h) y tipo 2 (90km/h)	Multicarril tipo 3 (80 km/h)	Multicarril tipo 4 (70 km/h)
A	<= 6	<= 7	<= 8
B	> 6 - 11	> 7 - 12	> 8 - 15
C	>11 - 16	>12 - 18	>15 - 23
D	> 16 - 22	> 18 - 25	> 23 - 32
E	> 22 - 28	> 25 - 31	> 32 - 40
F	> 28	> 31	> 40

Tomado de [22].

4.4.2 Cálculo de capacidad

La capacidad de los 3 aplicativos, se utilizó la tabla de relaciones volumen/capacidad a través de la relación entre la densidad y nivel de servicio, a continuación, se presenta la tabla para realizar el cálculo necesario:

Figura 69. Relación volumen/capacidad con niveles de servicio

Tipo de multicarril															
Multicarril Tipo 1, 96 km/h				Multicarril Tipo 2, 90 km/h				Multicarril Tipo 3, 80 km/h				Multicarril Tipo 4, 70 km/h			
Nivel	q/C	Densidad	Densidad asumida	Nivel	q/C	Densidad	Densidad asumida	Nivel	q/C	Densidad	Densidad asumida	Nivel	q/C	Densidad	Densidad asumida
A	0.25	6.0	6	A	0.25	6.1	6	A	0.25	6.8	7	A	0.25	8.0	8
B	0.45	11.0	11	B	0.45	11.2	11	B	0.45	12.4	12	B	0.45	15.1	15
C	0.65	16.4	16	C	0.65	16.5	17	C	0.65	18.5	18	C	0.65	23.1	23
D	0.85	22.5	22	D	0.85	22.5	23	D	0.85	25.2	25	D	0.85	32.1	32
E	1.00	27.5	28	E	1.00	27.7	28	E	1.00	31.0	31	E	1.00	39.5	40

Tomado de [22].

5. Resultados

Al analizar la geometría del tramo comprendido entre Pare quiero piña y Puente Aranzoque con el mapa digitalizado y las imágenes satelitales, se logró identificar los tramos que son los responsables del congestionamiento vial, se presentan a continuación:

5.1 Sector tramo general – aplicación 1

Este sector, es el tramo general, donde en cual se encuentran inscritos los dos sectores aplicativos, donde se plantea un cálculo de capacidad y niveles de servicios de manera general ideal, donde en toda su longitud cuente con los 3 carriles en todo el tramo. A continuación, se adjunta foto del tramo general. Y se anexa el tramo digitalizado como anexo 1.

Figura 70. *Aplicativo 1. Sector tramo general*



Adaptado de [16].

5.2 Sector crítico 1- reducción de carril sentido norte – sur -aplicación 2

En este sector, se localiza como primera instancia la reducción de carril provocada por el cruce hacia Ruitoque bajo, en las horas de máxima demanda vehicular, este carril queda deshabilitado y la avenida pasa de tener 3 carriles a 2 carriles, fenómeno conocido como cuello de botella. A continuación, se adjunta foto del tramo a analizar, recortada del mapa digitalizado de toda la zona realizada.

Figura 71. *Aplicativo 2. Reducción de carril sentido Norte Sur*

Adaptado de [16].

5.3 Sector crítico 2 – reducción de carril sentido sur – norte – aplicación 3

En este sector, se localiza como primera instancia la reducción de carril provocada por falta de infraestructura de la vía, en las horas de máxima demanda vehicular, este carril queda deshabilitado y la avenida pasa de tener 3 carriles a 2 carriles, fenómeno conocido como cuello de botella. A continuación, se adjunta foto del tramo a analizar, recortada del mapa digitalizado de toda la zona realizada.

Figura 72. *Aplicativo 3. Reducción de carril sentido Sur Norte*

Adaptado de [16].

5.4 Resumen aforos vehiculares

Como resultado de la caracterización de los volúmenes vehiculares, se presentan las siguientes tablas en resumen de los 5 días aforados de los diferentes sectores y diferentes sentidos del tramo analizado.

5.4.1 Resumen aforo vehicular Norte – Sur

5.4.1.1 Resumen aforo vehicular Aranzoque

Tabla 9. Resumen aforo vehicular Aranzoque Norte Sur

Resumen aforo vehicular -PQP - Puente Aranzoque										
Ubicación	Puente Aranzoque									
Sentido	Norte - Sur									
Duración	12 horas									
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2p	C2g	C3	C4	C5	<c5	Total
1	17202	24374	718	1128	685	346	120	109	214	27694
2	17160	24284	629	1042	599	258	100	119	229	27260
3	17290	24462	806	1216	773	434	136	101	225	28153
4	17300	24374	740	1135	697	358	128	104	220	27756
5	17051	24418	762	1172	729	721	126	117	239	28284
Total	85905								TPD (5 días)	27829

5.4.1.2 Resumen aforo vehicular Pare quiero piña paralela Floridablanca

Tabla 10. Resumen aforo vehicular PQP paralela Norte Sur

Resumen aforo vehicular PQP										
Ubicación	PQP Paralela									
Sentido	Norte - sur									
Duración	12 horas									
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	Total
1	2775	7529	718	599	685	295	120	109	214	10268
2	2767	7483	629	541	529	216	100	119	229	9846
3	2810	7574	806	658	528	373	136	101	225	10401
4	2775	7529	740	603	528	305	128	104	220	10158
5	2765	7552	762	1162	528	220	126	117	239	10706
Total	13893								TPD (5 días)	10276

5.4.1.3 Resumen aforo vehicular Pare quiero piña avenida

Tabla 11. *Resumen aforo vehicular PQP avenida Norte-Sur*

Resumen aforo vehicular Lagos-PQP						
Ubicación	PQP avenida					
Sentido	Norte - sur					
Duración	12 horas					
Día	Motos	Vehículo ligero	C2P	C2G	C3	Total
1	14427	16845	529	185	51	17610
2	14393	16801	501	168	42	17512
3	14480	16888	558	201	61	17708
4	14427	16845	532	186	53	17615
5	14286	16866	544	193	84	17687
Total	72012				TPD (5 días)	17627

5.4.2 Flujo vehicular sentido sur – norte

5.4.2.1 Resumen aforo vehicular Aranzoque

5.4.2.1.1 Resumen aforo vehicular, total de vehículos provenientes del Municipio de Piedecuesta

Tabla 12. *Total, de vehículos provenientes del Municipio de Piedecuesta*

Resumen aforo vehicular - total vehículos Piedecuesta										
Ubicación	Piedecuesta - Puente Aranzoque									
Sentido	Sur norte									
Duración	12 horas									
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2p	C2g	C3	C4	C5	<c5	Total
1	20624	28625	1021	1155	949	289	43	57	243	32382
2	20858	28046	1086	1166	981	272	39	51	233	31874
3	20816	28567	1031	1171	893	314	59	78	255	32368
4	20673	27827	1027	1157	974	300	38	65	247	31635
5	20907	28122	1106	1212	986	293	48	67	232	32066
TOTAL	103879								TPD (5 días)	32065

5.4.2.1.2 Resumen aforo vehicular total, de vehículos que toman desvío hacia el Municipio de Floridablanca

Tabla 13. Total, de vehículos desviación hacia del Municipio de Florida

Resumen aforo vehicular - total vehículos desviación Floridablanca						
Ubicación	Piedecuesta - Puente Aranzoque - Floridablanca					
Sentido	Sur norte					
Duración	12 horas					
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2p	C2g	Total
1	4148	5792	203	210	58	6263
2	4162	5742	216	196	69	6223
3	4158	5745	222	251	52	6270
4	4153	5047	209	222	66	5544
5	4169	5774	224	225	77	6300
Total	20791				Total	6120

5.4.2.1.3 Resumen aforo vehicular Aranzoque

Tabla 14. Resumen aforo vehicular Aranzoque

Resumen aforo vehicular Aranzoque-PQP										
Ubicación	Aranzoque - PQP									
Sentido	Sur norte									
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	Total
1	16476	22833	818	945	891	289	43	57	243	26119
2	16696	22304	870	970	912	272	39	51	233	25651
3	16658	22822	809	920	841	314	59	78	255	26098
4	16520	22780	818	935	908	300	38	65	247	26091
5	16738	22348	882	987	909	293	48	67	232	25766
Total	83088								TPD (5 días)	25925

5.4.2.2 Resumen aforo vehicular Sector 2 – PQP (Pare quiero piña)

5.4.2.2.1 Resumen aforo vehicular avenida

Tabla 15. Resumen aforo vehicular avenida

Resumen aforo vehicular - Pare Quiero Piña - Avenida							
Ubicación	PQP						
Sentido	Sur Norte						
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2P	C2G	C3	Total
1	11682	14746	0	487	153	47	15433
2	11854	14498	0	504	155	57	15214

Resumen aforo vehicular - Pare Quiero Piña - Avenida							
Ubicación Sentido	PQP Sur Norte						
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2P	C2G	C3	Total
3	11827	14834	0	478	143	66	15522
4	11729	14807	0	486	154	63	15511
5	11884	14526	0	513	155	62	15256
Total	58977					TPD (5 días)	15387

5.4.2.2 Resumen aforo vehicular paralela

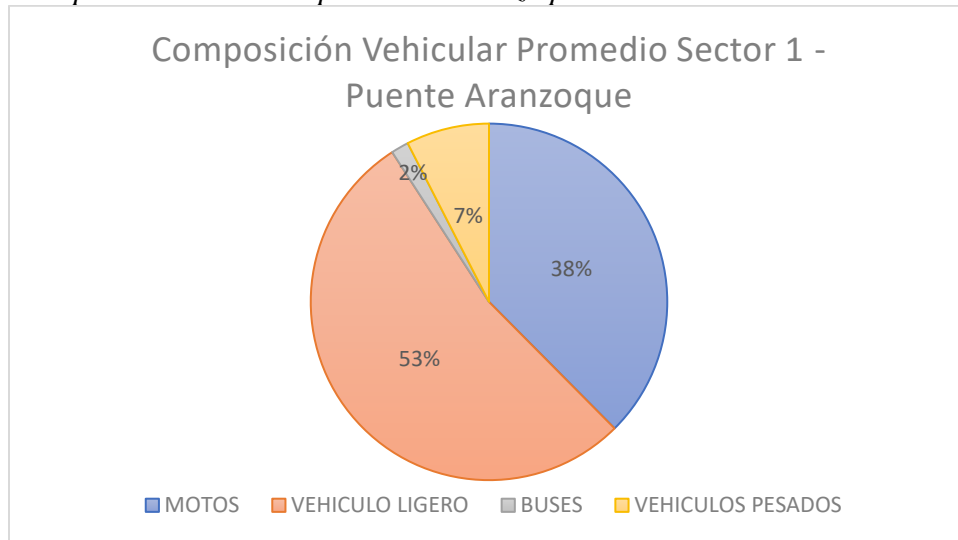
Tabla 16. Resumen aforo vehicular paralela

Resumen aforo vehicular – Pare Quiero Piña - Paralela										
Ubicación Sentido	PQP Sur Norte									
Día	Motos	Vehículo ligero	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	<C5	Total
1	4794	8087	818	458	738	250	43	57	243	10706
2	4842	7806	870	466	757	228	39	51	233	10461
3	4831	7988	809	442	698	262	59	78	255	10601
4	4791	7973	818	449	754	250	38	65	247	10604
5	4854	7822	882	474	754	244	48	67	232	10534
TOTAL	24111								TPD (5 días)	10581

5.5 Composición vehicular

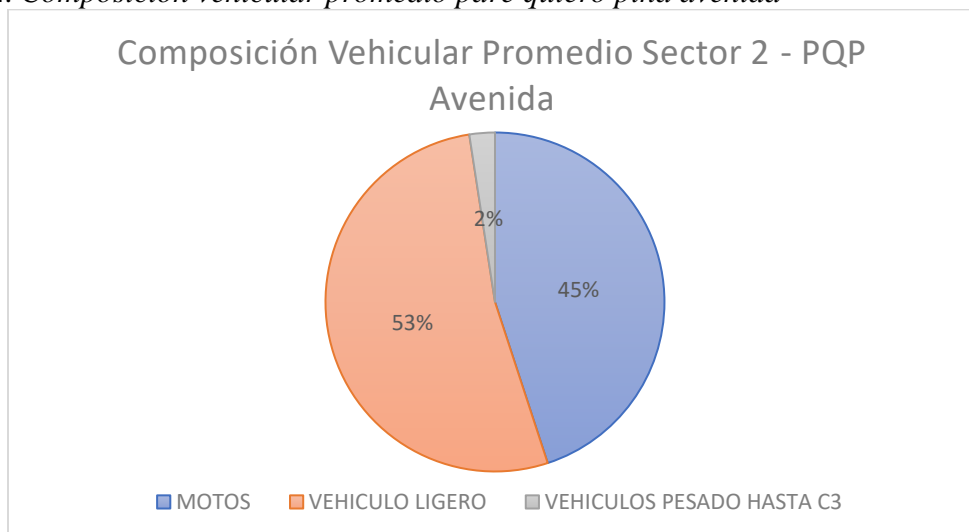
La composición vehicular se refiere a los diferentes tipos de vehículos que se encontraron en el tramo de vía analizado. A continuación, se muestran las composiciones encontradas:

5.5.1 Composición vehicular sector 1 – puente Aranzoque norte - sur

Figura 73. *Composición vehicular promedio Aranzoque*

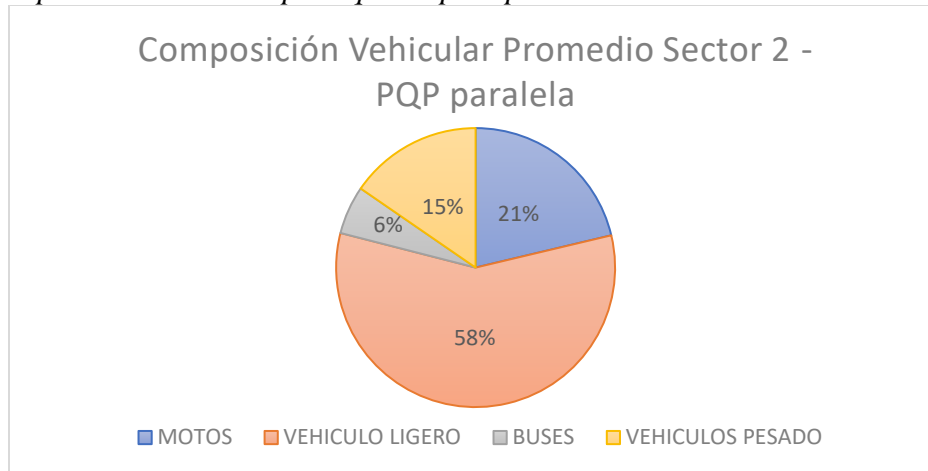
5.5.2 Composición vehicular sector 2 – PQP (Pare quiero piña) norte - sur

5.5.2.1 Avenida Pare quiero piña.

Figura 74. *Composición vehicular promedio pare quiero piña avenida*

5.5.2.2 Paralela Pare quiero piña.

Figura 75. *Composición vehicular pare quiero piña paralela*

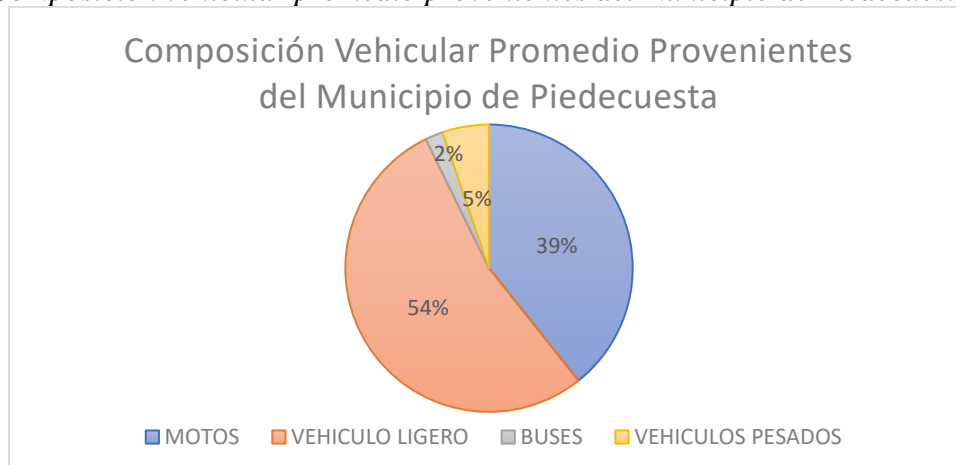


5.5.3 Composición vehicular dirección sur - norte

5.5.3.1 Sector 1 – puente Aranzoque.

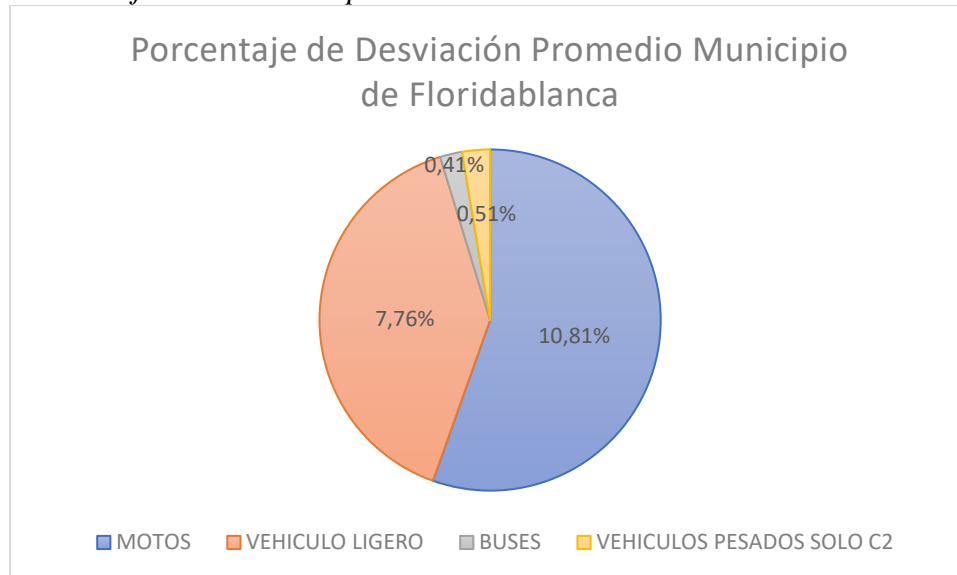
5.5.3.1.1 Vehículos provenientes del Municipio de Piedecuesta.

Figura 76. *Composición vehicular promedio provenientes del municipio de Piedecuesta*



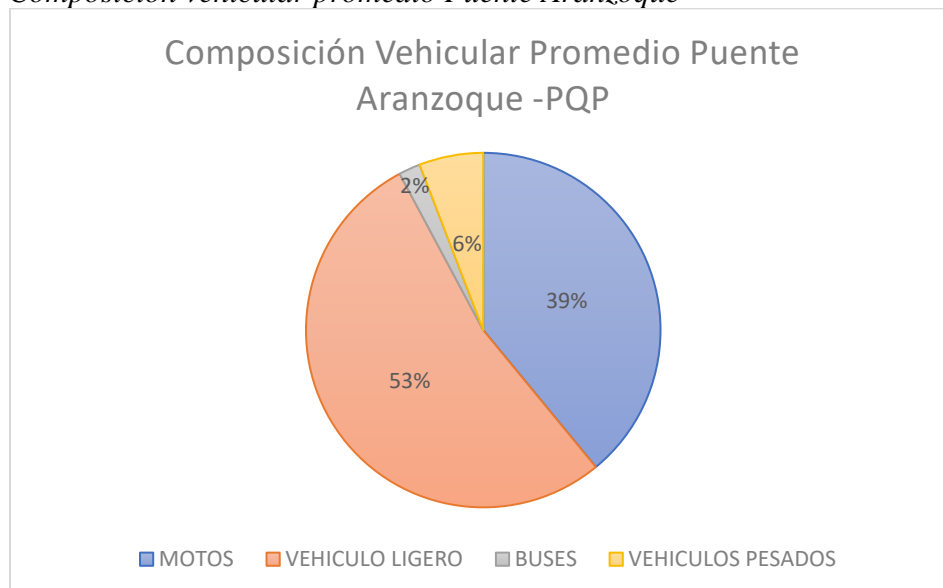
5.5.3.1.2 Porcentaje de desviación hacia el Municipio de Floridablanca.

Figura 77. Porcentaje de desviación promedio-Floridablanca



5.5.3.1.3 Composición vehicular puente Aranzoque -PQP.

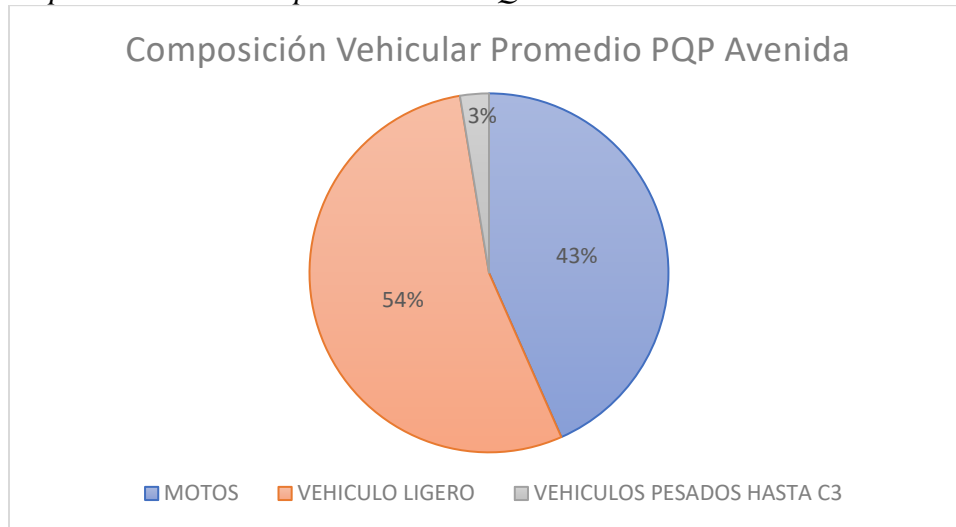
Figura 78. Composición vehicular promedio Puente Aranzoque



5.5.3.2 Sector 2 – PQP (Pare quiero piña).

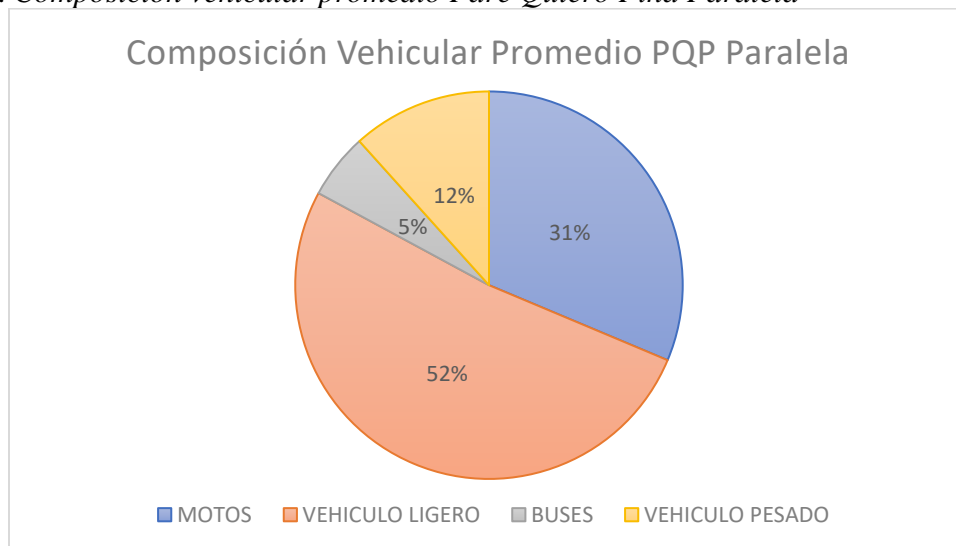
5.5.3.2.1 Composición vehicular promedio PQP avenida.

Figura 79. Composición vehicular promedio Pare Quiero Piña



5.5.3.2.2 Composición vehicular promedio PQP paralela.

Figura 80. Composición vehicular promedio Pare Quiero Piña Paralela

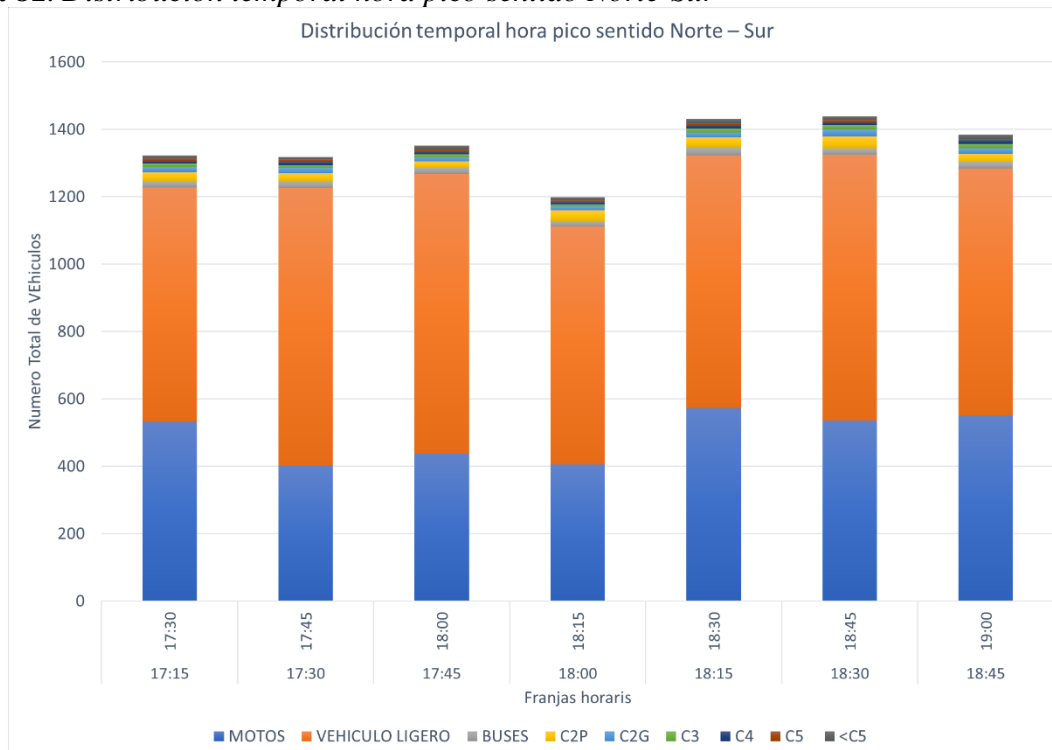


5.6 Distribución temporal

Con la distribución temporal presentada en los siguientes gráficos, se encuentra los momentos con mayor tráfico y menor, identificando las horas pico, identificando así las horas con mayor flujo vehicular, con los cuales se trabaja los FHP (Factor hora pico) necesarios para el cálculo de capacidad y nivel de servicio.

5.6.1 Distribución temporal sentido norte – sur.

Figura 81. Distribución temporal hora pico sentido Norte-Sur

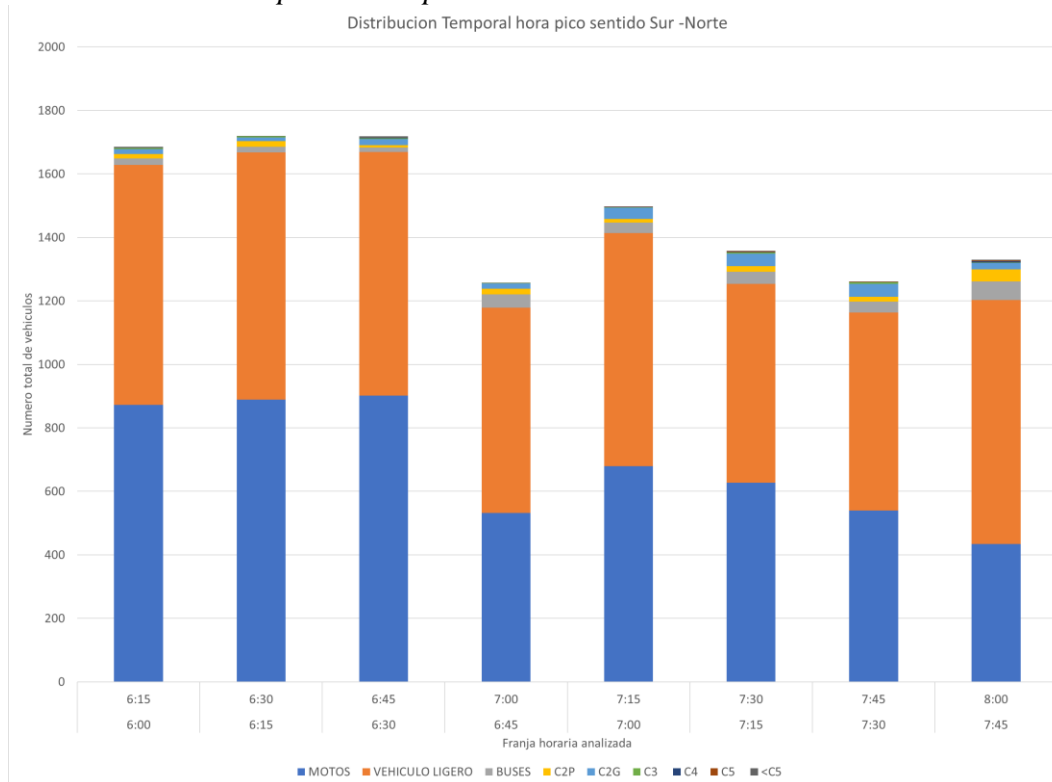


Nota. El gráfico completo se adjunta como anexo 4

Se identifica como hora pico, la franja que cubre desde las 5:15 P.M a 7:00 P.M con mayor volumen vehicular mixto.

5.6.2. Distribución temporal sentido sur – norte

Figura 82. Distribución temporal hora pico sentido Sur Norte



Nota. El gráfico completo se adjunta como anexo 5

Se identifica como hora pico, la franja que cubre desde las 6:00 A.M a 8:00 A.M con mayor volumen vehicular mixto.

5.7 Condiciones de operatividad ideal carretera multicarril

Siguiendo los lineamientos del manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras multicarril, se encuentran ciertas condiciones bases con los cuales se “refieren a condiciones de operación propicia o ideal en una carretera multicarril”. Al relacionar las estas condiciones encontramos lo siguiente:

Tabla 17. *Condiciones base de operación ideal*

Condiciones base	Condiciones base operación ideal		
	Aplicativo 1 condiciones generales del tramo	Aplicativo 2	Aplicativo 3
Rasante Horizontal	Cumple	Cumple	Cumple
Separador Central	Cumple	Cumple	Cumple
Ancho de Carriles 3,60 metros	No cumple	No cumple	No cumple
Zonas laterales libres 3,60 metros	No cumple	No cumple	No cumple
Accesos inferiores a 5 por kilometro	Cumple	Cumple	Cumple
Sin curvas horizontales	Cumple	Cumple	Cumple
circulación exclusiva de automóviles	No cumple	No cumple	No cumple

Nota. En esta tabla se establece una comparativa entre lo que dicta el manual de capacidad y niveles de servicio con lo encontrado en el derecho vial 45^a.

5.8 Capacidad y niveles de servicios

5.8.1 Nivel de servicio

Para cálculo de niveles de servicio, se muestra en la en la siguiente tabla, el resumen de cada factor tomado, su cálculo final establecidas por el manual de servicio.

Tabla 18. *Cálculo de nivel de servicio*

Tipo Aplicación	Cálculo de nivel de servicio		
	Aplicativo 1 condiciones generales del tramo	Aplicativo 2	Aplicativo 3
Tipo Aplicativo	Terreno genérico Ondulado Pendiente 3,62%	Terreno Ondulado Pendiente Descenso 5,11%	Terreno Ondulado Pendiente Descenso 3,77%
Longitud (metros)	1030	338	371
Información Geométrica			
Ancho de Separador Promedio (m)	3	2,3	2,3
Ancho de Carril (m)	3,5	3,3	3,5
Números de Carriles	3	2	2
Promedio de Bermas (m)	1,8	1,5	2
Tipo de terreno	Ondulado	Ondulado	Ondulado
Información de Tránsito			

		Cálculo de nivel de servicio		
		Aplicativo 1		
Tipo Aplicación		condiciones generales del tramo	Aplicativo 2	Aplicativo 3
Volumen tránsito (veh/h/sentido)		3344	3344	3186
Factor Hora Pico		0,94	0,94	0,96
Porcentaje de Camiones		11,12	11,12	4,49
Tipo de Conductor		Frecuente	Frecuente	Frecuente
Velocidad Flujo Libre				
Velocidad a Flujo Libre		86,20	72,60	76,30
Clasificación multicarril	carretera	Tipo B1	Tipo C1	Tipo C1
Velocidad Genérica		90	80	80
Corrección por ancho de carril Fc		0	2	0
Corrección por ancho de separador Fs		0	0,7	0,7
Corrección por promedio de ancho de bermas Fb		0,8	1,7	0
Corrección por densidades de acceso		3	3	3
Velocidad de Operación				
Velocidad de Operación		89	65	74
Elección velocidad curva Maestra		Tipo 2	Tipo 4	Tipo 3
Velocidad vf		90	70	80
Coefficientes ecuaciones a		1,040	5,497	2,375
Coefficientes ecuaciones b		882,082	692,345	1036,55
Coefficientes ecuaciones c		2,545	1,01	2,044
Flujo vehicular				
Cálculo de Flujo Vehicular $q_c = v_p$		680,63	1903,91	1603,41
Factor de equivalencia de camiones Ec		2,3	3,1	3,6
factor de corrección por camiones fhv		0,87	0,81	0,90
factor por conocimiento de la vía fp		2	1	1
Densidad Vehicular				
Densidad		7,61	29,41	21,61
Nivel de servicio				
Nivel de servicio		B	D	D

5.8.2 Flujos máximos por nivel de servicio

El manual establece, las tasas de flujos máximos que pueden circular por cada tipo de nivel, al comparar los resultados con los resultados obtenidos encontramos lo siguiente:

Tabla 19. *Tasas de flujo máximos por niveles de servicios*

Tasas de flujo máximo por niveles de servicios			
Aplicativos	Aplicativo 1		
	condiciones generales del tramo	Aplicativo 2	Aplicativo 3
Nivel de servicio	B	D	D
Tasas de flujo encontrada	681	1904	1603
Tasa de flujos máximas	990	1785	1830
Estado ocupación	69%	107%	88%

De esta tabla, se puede analizar que el sector 2, el flujo permitido 1785 veh/carril /h < 1904 veh/carril/h, lo que significa que está sobrepasando un 7% del flujo permitido. En el caso del sector aplicativo 3, está cerca de llegar a su flujo de capacidad máxima, llegando a un 88% de la capacidad total.

5.8.3 Capacidad

Para cálculo de capacidad, se muestra en la en la siguiente tabla, el resumen de cada factor tomado, su cálculo final

Tabla 20. *Cálculo de la capacidad*

Calculo Capacidad			
Tipo aplicación	Aplicativo 1 condiciones generales del tramo 3 carriles		
	Aplicativo 2	Aplicativo 3	
Tipo Aplicativo	Terreno Genérico Ondulado Pendiente 3,62%	Terreno Ondulado Pendiente Descenso 5,11%	Terreno Ondulado Pendiente Descenso 3,77%
	Tipo de multicarril		
elección velocidad curva Maestra	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 3
	Densidad vehicular		
Densidad	8,36	29,42	21,61
	Nivel de servicio		
Nivel de servicio	B	D	D
	Valor de relación volumen/capacidad según Nivel de servicio y tipo de multicarril		
Densidad máxima Asumida	12	32	25

Tipo aplicación	Calculo Capacidad		
	Aplicativo 1 condiciones generales del tramo 3 carriles	Aplicativo 2	Aplicativo 3
q/C	0,45	0,85	0,85
Capacidad	45%	85%	85%

6. Conclusiones

La evaluación del tramo del derecho vial 45A, revela que no cumple adecuadamente con su función principal debido a una significativa reducción de carril. Esta limitación ha generado diversos inconvenientes, tales como tráfico excesivo, demoras en el flujo vehicular y una disminución en la capacidad de la vía para satisfacer la demanda actual. La reducción de carril ha impactado negativamente la eficiencia operativa y la seguridad vial en este segmento.

En el tramo comprendido entre Pare quiero piña y Puente Aranzoque en ambos sentidos analizados, se observa una predominancia significativa de vehículos ligeros (50%) y motos (40%), lo que podría indicar una fuerte dependencia del transporte individual o privado.

Se determina como hora pico en sentido Norte-Sur la franja horaria que cubre desde las 5:15 P.M a 7:00 P.M Se identifica como hora pico y en sentido Sur-Norte, la franja que cubre desde las 6:00 A.M a 8:00 A.M.

Tras una minuciosa evaluación del derecho vial 45A, según las pautas del Manual de capacidad y niveles de servicio para vías multicarril 2022, se constata que la infraestructura no satisface las condiciones bases de operatividad. Esta deficiencia se ve reflejada en la geometría de vía. Lo que evidencia la necesidad urgente de intervenciones para adecuar la vía a los estándares establecidos para garantizar la funcionalidad, seguridad y eficiencia operativa de la vía de acuerdo con la normativa vigente.

Después de realizar una evaluación detallada de la capacidad y los niveles de servicio de la vía en sentido Norte-Sur y Sur-Norte, utilizando los parámetros establecidos en el Manual de

Capacidad y Niveles de Servicio Multicarriles del INVIAS, se encontró que en ambos sectores críticos analizados se ha identificado un nivel de servicio D. Esto indica que la capacidad de maniobrabilidad se ve altamente afectada por la congestión de la circulación y por las condiciones cercanas a la capacidad máxima, resultando en congestiones y tiempos de viaje menos eficientes.

La capacidad de la vía se encuentra actualmente utilizada en un 85%, indicando que la demanda de tráfico se acerca al límite de la capacidad disponible. Esta situación sugiere que se deben considerar estrategias para evitar futuras congestiones y mantener un funcionamiento eficiente.

Después de realizar una comparativa entre la condición actual de la vía, donde se cuenta con tres carriles en toda su longitud, y la situación en la que se presentan cuellos de botella, resultando en un nivel de servicio B y D respectivamente, La configuración de tres carriles a lo largo de toda la vía ha demostrado tener un impacto positivo en la capacidad y niveles de servicio, logrando mantener un nivel B. Esto indica una operación eficiente con un flujo de tráfico adecuado.

7. Recomendaciones

Se recomienda la implementación de nuevas estrategias para diversificar el transporte, con el objetivo de fomentar modos de transporte más sostenibles y reducir la dependencia del vehículo privado.

Según la topografía de la zona, en los sectores críticos, se recomienda hacer la ampliación del tercer carril manteniendo el ancho de carril del tramo específico; dicha ampliación permitiría el mejoramiento del flujo vehicular en todas las horas del día.

Implementar campañas educativas y de concientización para los usuarios de la vía, promoviendo conductas que mejoren la fluidez del tráfico, como la reducción de velocidades en zonas críticas y el respeto a las normas de circulación.

Se recomienda considerar la implementación de un sistema de horas pico, durante las cuales se restrinja la circulación de vehículos en el área metropolitana. Esta medida puede ayudar a distribuir la demanda de tráfico de manera más uniforme a lo largo del día, reduciendo la congestión durante las horas punta. Además, es esencial acompañar esta medida con campañas de concientización y alternativas de transporte público eficientes para asegurar una transición suave y aceptación por parte de la comunidad.

Referencias

- [1] D. V. O. Álvarez, «Estos son los problemas de salud más graves que causa el tráfico en las ciudades,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/salud/estos-son-los-problemas-de-salud-mas-graves-que-causa-el-trafico-en-las-ciudades-792357>.
- [2] CDMB, Informe de calidad del aire. (1er trimestre), 2020.
- [3] Personería de Floridablanca, «Altas cifras de accidentalidad en Floridablanca preocupan a la Personería Municipal,» 2023. [En línea]. Available: <https://personeriadefloridablanca.gov.co/altas-cifras-de-accidentalidad-en-floridablanca-preocupan-a-la-personeria-municipal/>.
- [4] D. A. Pérez Plazas, Estudio de tránsito para mejorar la movilidad sobre el corredor vial de la Avenida Calle 24 entre la Carrera 97 y Carrera 86 de la ciudad de Bogotá D.C., Doctoral dissertation, 2019.
- [5] L. C. Meneses Solá y R. Jaramillo López, Estudio, análisis y propuestas de soluciones a la movilidad vial en algunas zonas del Valle de Aburrá, Bachelor's thesis, Universidad EAFIT, 2011.
- [6] E. Parra Martínez y B. S. Correa Mejía, Análisis de posibles alternativas y soluciones de movilidad para el sector del rincón de Girón, año 2022 en el Municipio de Girón-Santander, 2023.
- [7] H. Palacios-Hernández y Á. Vásquez-Salinas, Análisis de tránsito y propuesta de diseño geométrico para intersección av. suba con calle 100 en la ciudad de Bogotá D.C., Universidad Católica de Colombia, 2022.

- [8] T. Z. A. Verdezoto, F. F. C. Montes y O. B. R. Medina, «Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador,» *Gaceta Técnica*, 21(2), pp. 4-23, 2020.
- [9] J. Mozo Sánchez, «Análisis de nivel de servicio y capacidad de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al manual de capacidad de carreteras HCM2000 aplicando MATHCAD,» 2012. [En línea]. Available: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/417>.
- [10] Transportation Research Board Of The National Academies. HCM, Capitulo 14 en español., Washington, DC. : TRB. 2010. Traducido por Nelson Rivas y Daniel Rivas, 2010.
- [11] Asociación Mundial de Carreteras., «Modelos de tránsito | RNO/ITS - PIARC,» s. f.. [En línea]. Available: <https://rno-its.piarc.org/es/planificacion-e-implementacion-valuacion-de-proyectos-evaluacion-de-proyectos-its/modelos-de-transito>.
- [12] Myptv, «Modelización del transporte,» s. f.. [En línea]. Available: <https://www.ptvgroup.com/es/areas-de-aplicacion/modelizacion-del-transporte#modelizaciondeltransporte>.
- [13] J. R. Quintero González y L. F. Prieto Vaca, «Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración del transporte,» *Puente. Revista Científica.*, 2015.
- [14] Siemens S.A., *Soluciones inteligentes para el tráfico de hoy y del mañana*, Madrid: [Online], s.f..
- [15] Geoinnova, *Movilidad Sostenible: GIS aplicado al Transporte*, 2016.
- [16] Google., (2024).Google earth pro. [En línea]. Recuperado de <https://www.google.com/earth/about/versions/>.

- [17] INVIAS, Estado de la red vial pavimentada ruta 45A - Bucaramanga- San Gil. II semestre (2022)..
- [18] P. M. López Domínguez y P. Aguilar Izeta, «La movilidad urbana: notas para su discusión académica,» Revista Tlatemoani., 2019.
- [19] A. Gutiérrez, «¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte,» Revista Bitácora Urbano Territorial, 21(2), pp. 61-74, 2012.
- [20] Y. M. Torres, Sistema Informático de Afros Viales (SIAF), 2020.
- [21] INVIAS , «Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles 2020,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/11026-manual-de-capacidad-y-niveles-de-servicio-para-carreteras-de-dos-carriles-2020>.
- [22] INVIAS, Manual de capacidad y niveles de servicio multicarril. (1er edición), 2022.
- [23] B. M. Geographics, global mapper pro. (2024). [En línea]. Recuperado de <https://www.bluemarblegeo.com/global-mapper-pro/>.
- [24] I. d. Google, (2024). Google Bilder. [En línea]. Disponible: <https://images.google.com/imghp?hl=es>.