ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL A REALIZAR POR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CMA-SIM-017-2024

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

INFORME ESTUDIO DE TRÁNSITO

GRUPO PROYECTO 13

Versión 1

NOVIEMBRE DE 2024

BOGOTÁ D.C.

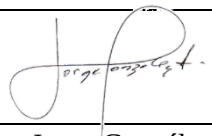
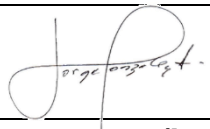
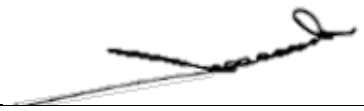
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	94

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSULTORÍA VIAL S.A.S.		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
		
Ing. Jorge González Ayus	Ing. Jorge González Ayus	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofía Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

Contenido

Introducción 7
1 Objetivos 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
2 Antecedentes 9
2.1 Localización del proyecto 9
2.2 Descripción del proyecto 10
3 Marco de referencia 12
3.1 Variable tránsito 12
3.2 Tránsito promedio diario, TPD 12
3.3 Estimación del tránsito inicial 13
3.4 Factor carril [k_2] 13
3.5 Factor de proyección [k_3] 14
3.6 Modelo de repeticiones esperadas 15
4 Metodología 16
4.1 Trabajo de campo 16
4.2 Análisis de ingeniería 16
5 Resultados 17
5.1 Ubicación de las estaciones de conteo 17
5.2 Aforos vehiculares 17
5.2.1 Mi Ranchito 17
5.2.2 El Níspero 24
5.2.3 Campo Alegre 35
5.2.4 El Tambo y El Rosario 42
5.2.5 La Granja 49
5.2.6 Buenavista 67
5.2.7 Mogambito y Edmundo López II 74
6 Conclusiones 92
7 Limitaciones del estudio 93
Bibliografía 94

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar 10
Tabla 2. Estimación del factor carril 13
Tabla 3. Estimación de K_3 para la proyección de tráfico 14
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 17
Tabla 6. Composición vehicular en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 18
Tabla 8. Demanda máxima en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 20
Tabla 9. Volumen horario máximo en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 21
Tabla 12. Tránsito inicial en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 22
Tabla 13. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 22
Tabla 14. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W. 23
Tabla 18. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 24
Tabla 19. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 24
Tabla 20. Composición vehicular en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 25
Tabla 21. Composición vehicular en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 26
Tabla 22. Demanda máxima en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 29
Tabla 23. Volumen horario máximo en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 29
Tabla 24. Demanda máxima en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 30
Tabla 25. Volumen horario máximo en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 31
Tabla 26. Tránsito inicial en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 31
Tabla 27. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 31
Tabla 28. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15. 32
Tabla 29. Tránsito inicial en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 33
Tabla 30. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 33
Tabla 31. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15. 34
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 35
Tabla 6. Composición vehicular en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 36
Tabla 8. Demanda máxima en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 38
Tabla 9. Volumen horario máximo en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 39
Tabla 12. Tránsito inicial en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 40
Tabla 13. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 40
Tabla 14. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W. 41
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 42
Tabla 6. Composición vehicular en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 43
Tabla 8. Demanda máxima en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 45
Tabla 9. Volumen horario máximo en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 46
Tabla 12. Tránsito inicial en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 47
Tabla 13. Distribución porcentual del tránsito en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 47
Tabla 14. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39. 48
Tabla 32. Resumen de aforo vehicular realizado en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 49
Tabla 33. Resumen de aforo vehicular realizado en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 49
Tabla 34. Resumen de aforo vehicular realizado en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 50

Tabla 38. Composición vehicular en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 51
Tabla 39. Composición vehicular en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 52
Tabla 40. Composición vehicular en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 53
Tabla 44. Demanda máxima en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 56
Tabla 45. Volumen horario máximo en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 57
Tabla 46. Demanda máxima en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 58
Tabla 47. Volumen horario máximo en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 59
Tabla 48. Demanda máxima en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 59
Tabla 49. Volumen horario máximo en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 60
Tabla 56. Tránsito inicial en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 61
Tabla 57. Distribución porcentual del tránsito en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 61
Tabla 58. Número de ejes equivalentes según PCA en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5. 62
Tabla 59. Tránsito inicial en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 63
Tabla 60. Distribución porcentual del tránsito en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 63
Tabla 61. Número de ejes equivalentes según PCA en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5. 64
Tabla 62. Tránsito inicial en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 65
Tabla 63. Distribución porcentual del tránsito en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 65
Tabla 64. Número de ejes equivalentes según PCA en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25. 66
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 67
Tabla 6. Composición vehicular en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 68
Tabla 8. Demanda máxima en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 70
Tabla 9. Volumen horario máximo en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 71
Tabla 12. Tránsito inicial en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 72
Tabla 13. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 72
Tabla 14. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9. 73
Tabla 32. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 74
Tabla 33. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 74
Tabla 34. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 75
Tabla 38. Composición vehicular en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 76
Tabla 39. Composición vehicular en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 77
Tabla 40. Composición vehicular en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 78
Tabla 44. Demanda máxima en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 81
Tabla 45. Volumen horario máximo en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 82
Tabla 46. Demanda máxima en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 83
Tabla 47. Volumen horario máximo en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 84
Tabla 48. Demanda máxima en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 84
Tabla 49. Volumen horario máximo en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 85
Tabla 56. Tránsito inicial en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 86
Tabla 57. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 86
Tabla 58. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B. 87
Tabla 59. Tránsito inicial en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 88

Tabla 60. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 88
Tabla 61. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C. 89
Tabla 62. Tránsito inicial en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 90
Tabla 63. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 90
Tabla 64. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9. 91

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del sector 9
Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano. 11
Figura 3. Categorización de camiones 12

Introducción

En el presente informe se exponen los resultados de los conteos vehiculares desarrollados en el mes de octubre del año 2024 en los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido de 2,323 km de vías urbanas distribuidos en nueve (9) barrios de la comuna 1, 2, 3 y 4, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. Con base en la información registrada en el aforo, se elaboró la distribución porcentual de los vehículos que circularon en el periodo de observación del sitio. Seguidamente se realizó un análisis de ingeniería que arrojó el número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el año base y la proyección de estos en el periodo de diseño.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

- Determinar el número de ejes simples equivalentes de 8.2 t acumulados para un periodo de diseño de 20 años, en los tramos viales ubicado en vías de barrios pertenecientes a las comunas 1, 2, 3 y 4, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.

1.2 Objetivos específicos

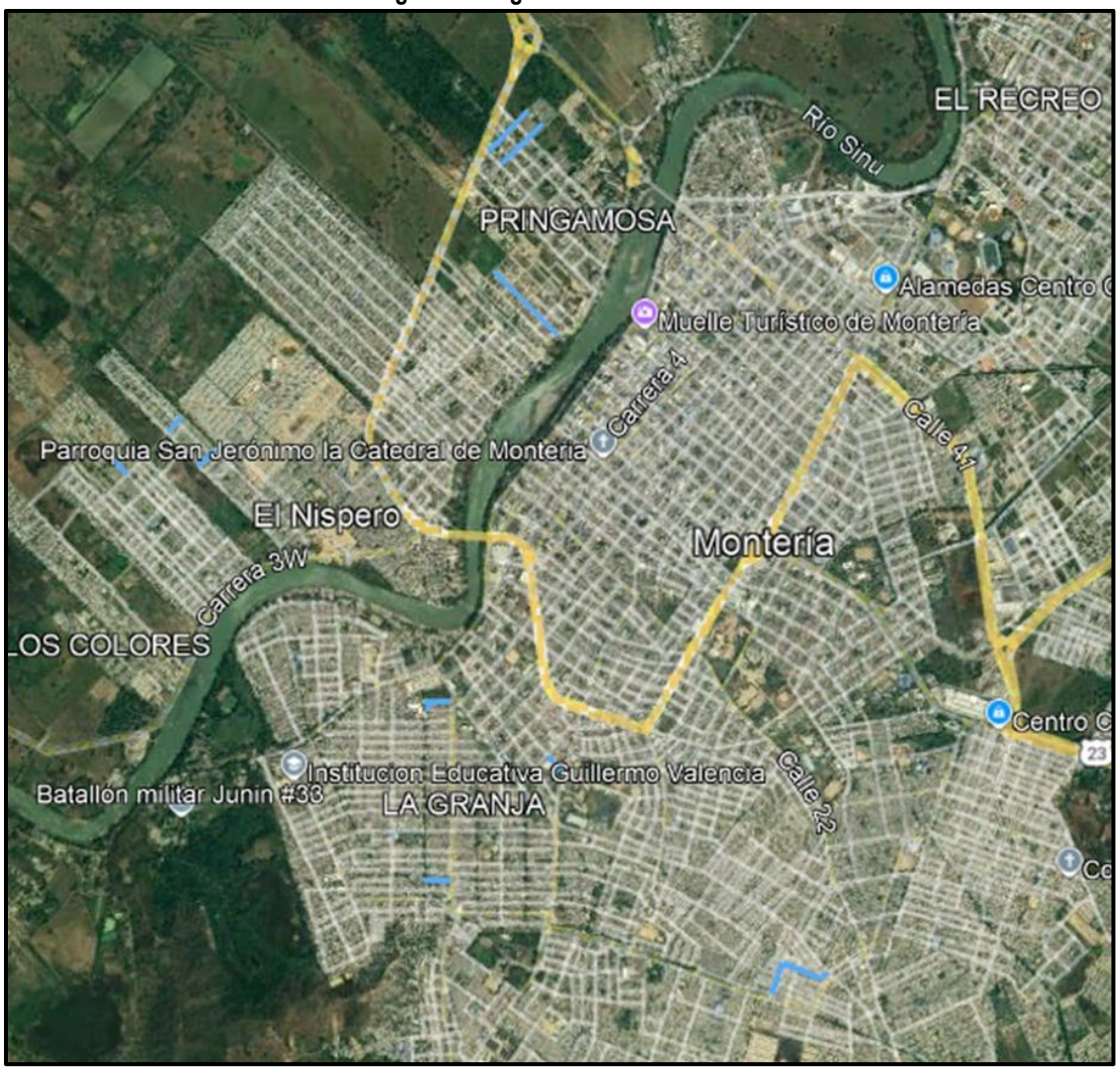
- Determinar la distribución porcentual de vehículos livianos y comerciales en los tramos viales ubicado en vías de barrios pertenecientes a las comunas 1, 2, 3 y 4, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.
- Determinar el número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en un periodo de 365 días en los tramos viales ubicado en vías de barrios pertenecientes a las comunas 1, 2, 3 y 4, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.

2 Antecedentes

2.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra localizado en los barrios Mi Ranchito, El Níspero, Campo Alegre, El Tambo, El Rosario, La Granja, Buenavista, Mogambito y Edmundo López II, pertenecientes a las comunas 1, 2, 3 y 4, zona urbana del municipio de Montería, Departamento de Córdoba:

Figura 1. Imagen satelital del sector



Fuente: Google (2024) Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com.

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico en aproximadamente 2.323 km de vías urbanas, distribuidos en barrios de la comuna 1, 2, 3 y 4, como se muestra en la tabla 1. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar

Comuna	Barrios	Longitud del tramo (km)	Dirección
1	Mi Ranchito	0,206	Calle 10 entre las carreras 15w y 17w
	El Níspero	0,243	Carrera 13w entre las calles 14 y 15
			Carrera 15w entre las calles 14a y 15
2	Campo Alegre	0,446	Calle 31b entre las carreras 3w y 4w
	El Tambo y El Rosario	0,577	Las carreras 7w y 8w entre las calles 36 y 39
3	La Granja	0,297	Diagonal 25 entre 4 y 5
			Diagonal 7 entre las transversales 4 y 5
			Transversal 4 entre diagonal 24 y 25
	Buenavista	0,104	Calle 11a entre las carreras 8f y transversal 9
4	Mogambito y Edmundo López II	0,450	Carrera 25c y calle 5 y 7b
			Calle 7b entre las carreras 25c y 27c
			Carrera 27c entre las calles 6 y 9

Como característica principal se evidencia la circulación en una calzada, con un carril en cada sentido, con un ancho variable según la geometría establecida por el trazado actual. Así mismo, la vía actualmente presenta una topografía variable, su estructura existente corresponde a una vía en afirmado, esta se encuentra en condiciones regulares, ya que presenta deterioro en un alto porcentaje de la longitud proyectada para la intervención.

Las vías urbanas se jerarquizan según su función en autopistas, arterias, colectoras y de servicio.

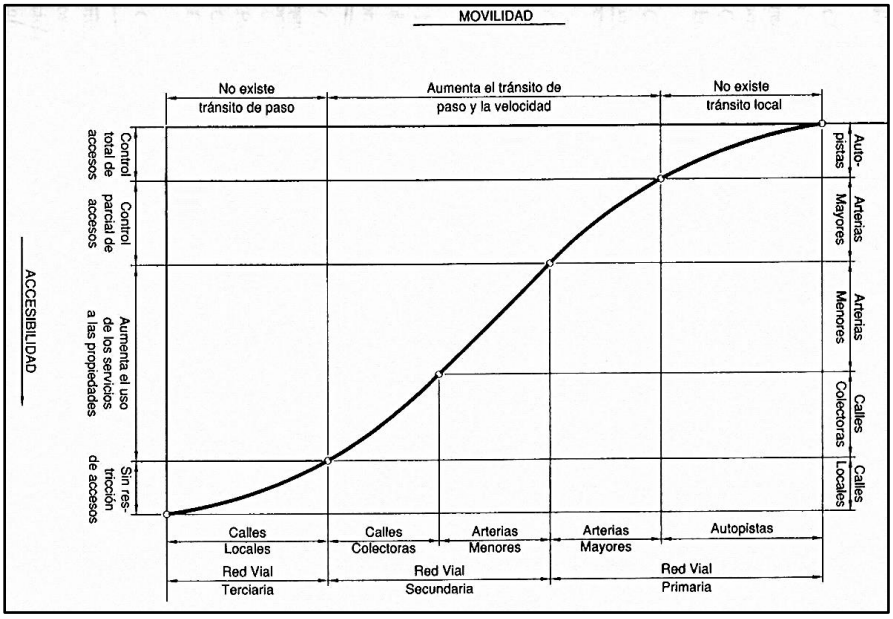


Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano.
Fuente: Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G. "Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones". 8ª Edición.

Según la ubicación e importancia de las vías donde se va a realizar el proyecto estas se denominan vías terciarias locales.

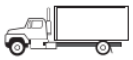
3 Marco de referencia

3.1 Variable tránsito

Una de las variables de mayor importancia en el diseño de estructuras de pavimento es el tránsito, el cual, se categoriza en vehículos livianos (autos) y vehículos comerciales (buses y camiones), siendo los vehículos comerciales los que generan los deterioros de la vida útil del pavimento durante el periodo de diseño. Por lo anteriormente expuesto se hace necesario estimar la cantidad de vehículos comerciales que transitan actualmente en la zona del proyecto, así mismo, estimar el crecimiento de la circulación de vehículos una vez el tramo vial a intervenir entre en funcionamiento y de esta manera proyectar la circulación durante el periodo de diseño de la estructura de pavimento.

Para el análisis de la variable transito se desarrollan conteos vehiculares en la zona de influencia del proyecto, para lo cual se categorizaron en autos y vehículos comerciales, a su vez estos últimos se subdividieron en buses y camiones. Para la categorización de camiones se adopta la clasificación propuesta por el INVIAS, la cual se muestra a continuación:

Figura 3. Categorización de camiones

Designación	Configuración	Descripción
2		Camión de dos ejes Camión sencillo
3		Camión de tres ejes Dobletroque
3S2		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes
3S3		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Fuente: (INVIAS, 2008)

3.2 Tránsito promedio diario, TPD

Los conteos vehiculares se realizan durante un periodo de tiempo establecido, se registran todos los vehículos que pasan por una sección de la vía (todos los carriles y ambas direcciones), luego se saca un promedio diario, para de esta manera obtener el valor de tránsito promedio diario [TPD]. A partir de la información de los conteos se determina el porcentaje de vehículos livianos (autos) y vehículos comerciales (buses y camiones). Los conteos pueden ser semanales, mensuales e inclusive anuales, en ese caso a la sigla TPD se le incluye el subíndice “s”, “m”, o, “a” según sea el caso.

3.3 Estimación del tránsito inicial

El tránsito en el año cero o inicial (Ti) se estima como la suma del tránsito existente (TE), el atraído (Tat), tránsito generado (TG), el tránsito desarrollado (TD) y el crecimiento normal de tránsito (CNT)

$$T_i = TE + Tat + TG \quad (1)$$

Dónde:

TE: corresponde al TPD resultante de los aforos
Tat: tránsito atraído
TG: tránsito generado

El tránsito existente (TE) se puede determinar a partir de aforos vehiculares sobre el tramo vial a intervenir.

Para la estimación del tránsito atraído (Tat) se debe contar con un amplio conocimiento de la zona de influencia del proyecto en términos de capacidad y de volumen de las vías existentes, así mismo, de las condiciones de origen y destino, ya que la atracción o desvió de una fracción del tránsito de rutas alternas hacia el tramo vial a intervenir se dará por la mejora de las condiciones de servicio.

El crecimiento normal del tránsito es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos.

El tránsito generado (TG) constituye los recorridos vehiculares, diferentes a los desarrollados a través del transporte público, que no se realizarían ante la intervención del tramo vial en estudio. El transito generado se puede categorizar en tránsito 1inducido, tránsito convertido y tránsito trasladado. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera se abre al servicio.

3.4 Factor carril [k_2]

Para la caracterización de la variable transito empleada en el método de diseño de pavimento rígido propuesto por Portland Cement Association - PCA (1984) se realiza la cuantificación a través de espectros de carga o del número de ejes pesados o comerciales de determinada carga y configuración. Dentro del procedimiento que realiza para la obtención del número de ejes esperados que circulen en el carril de diseño durante el periodo de diseño se requiere el valor del factor carril [k_2], el cual, depende del TPD y del número de carril en una dirección. A continuación, se muestra en la tabla 2, los valores k_2.

Tabla 2. Estimación del factor carril

TPD [vehículo/día]	Dos carriles en una dirección	Tres carriles en una dirección
	Factor carril, k2 [%]	

1000	100	-
2000	95	-
3000	91	78
4000	89	76
5000	87	74
6000	85	73
7000	84	72
8000	83	70
9000	82	69
10000	81	68
15000	78	65
20000	75	63
30000	72	59
40000	68	57
60000	-	54
80000	-	52

Fuente: (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2022)

3.5 Factor de proyección [k_3]

Dentro del procedimiento que realiza para la obtención del número de ejes esperados que circulen en el carril de diseño durante el periodo de diseño se requiere el valor del factor proyección [k_3], el cual, depende del crecimiento anual del tránsito y del periodo de diseño. A continuación, se muestra en la tabla 3, los valores k_3.

El uso de este factor es fundamental para la caracterización de la variable transito utilizada en el método de diseño de pavimento rígido propuesto por la PCA.

Tabla 3. Estimación de K_3 para la proyección de tráfico

Tasa de crecimiento anual de tránsito, i [%]	Periodo de diseño, n = 20 años	Periodo de diseño, n = 40 años
	k3	
1.00	1.1	1.2
1.50	1.2	1.3
2.00	1.2	1.5
2.50	1.3	1.6
3.00	1.3	1.8
3.50	1.4	2
4.00	1.5	2.2

4.50	1.6	2.4
5.00	1.6	2.7
5.50	1.7	2.9
6.00	1.8	3.2

Fuente: (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2022)

3.6 Modelo de repeticiones esperadas.

Para la estimación del volumen ya sea de vehículos o ejes que circularan por el tramo vial a intervenir durante el periodo de diseño, bastará con determinar la composición vehicular en términos porcentuales y a partir de esta determinar la fracción de cada tipo de vehículo comercial.

En términos de número de ejes simples, tándem y trídem en el periodo de diseño se puede determinar así:

$$N_{ejes} = \frac{\#Ejes}{día} * \frac{K_2}{100} * K_3 * n * 365 \quad (2)$$

Donde:
$\#Ejes$: número de ejes según determinada carga y configuración
K_2: factor carril
K_3: factor de proyección
n: periodo de diseño en años
365: número de días de un año
N_{ejes}: número acumulado de ejes según determinada carga y configuración

4 Metodología

Con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, el presente informe se fraccionó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

4.1 Trabajo de campo

Para la correcta caracterización vehicular del sitio donde se proyecta la construcción de una estructura de pavimento tipo rígido se proponen las siguientes actividades metodológicas en campo:

- Ubicación de las estaciones de conteo
- Aforos vehiculares.
- Observaciones puntuales del sitio

4.2 Análisis de ingeniería

En esta etapa se realiza la tabulación y sistematización de la información recolectada a través de los formatos de conteo. Lo anterior tiene como propósito determinar la distribución vehicular porcentual vehicular en la zona de estudio y la estimación del TPD en el periodo de observación, lo cual, se puede alcanzar mediante las siguientes actividades metodológicas:

- Construcción de la composición vehicular.
- Evaluación de la variación horaria del volumen de tránsito.
- Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.
- Determinación de TPD en el año base
- Determinación del espectro de carga
- Evaluación del número de repeticiones de ejes simples, tándem y trídem en el carril de diseño durante el periodo de diseño.

5 Resultados

5.1 Ubicación de las estaciones de conteo

El desarrollo de la actividad de conteo vehicular se ubicó sobre las vías locales a pavimentar.

5.2 Aforos vehiculares

Para la obtención de la información requerida con el objeto de cuantificar el tránsito existente de las vías se realizaron aforos vehiculares en un periodo de tres (3) días, los cuales se desarrollaron durante los días 28, 29 y 30 de octubre del año 2024. (Ver anexo, tabla de aforos)

Los registros se desarrollaron desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm y los volúmenes se tomaron en períodos de 15 minutos durante las horas de aforo, discriminados en autos, buses y camiones. (También se referenciaron las motos, pero no son tenidas en cuenta para el cálculo del TPDs).

5.2.1 *Mi Ranchito*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio Mi Ranchito. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	88	73	78	80
BUS	0	0	0	0
C2P	15	14	14	15
C2G	6	6	8	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**109**	**93**	**100**	**102**

Luego tenemos:
TPDs= 102 veh/día.

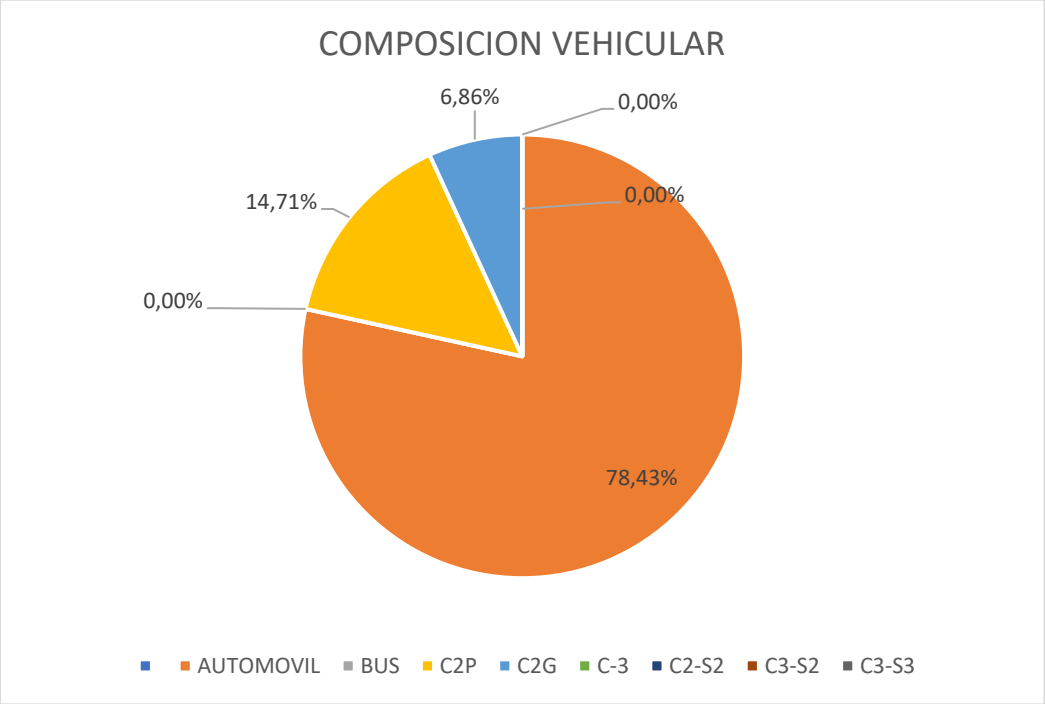
5.2.1.1 *Composición vehicular barrio Mi Ranchito*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 5. Composición vehicular en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	88	73	78	80	78,43%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	15	14	14	15	14,71%
C2G	6	6	8	7	6,86%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**109**	**93**	**100**	**102**	**100%**

Gráfica 1. Composición vehicular en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.



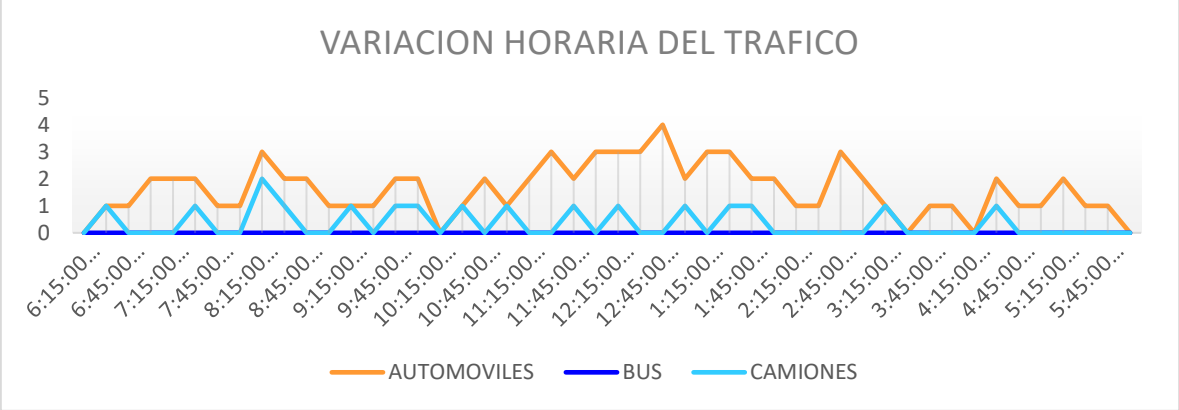
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 78.43%, seguido de camiones con un 14.71%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.1.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio Mi Ranchito*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W, el día de mayor flujo vehicular 28 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 2. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.1.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Mi Ranchito*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.
Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

Matemáticamente esto se expresa como:

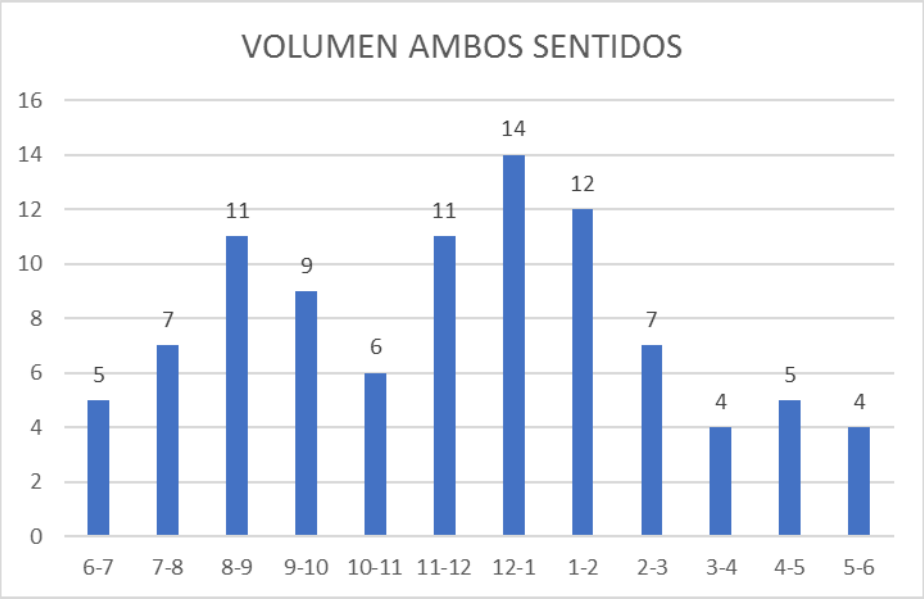
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (3)$$

Dónde,

FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 3. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.



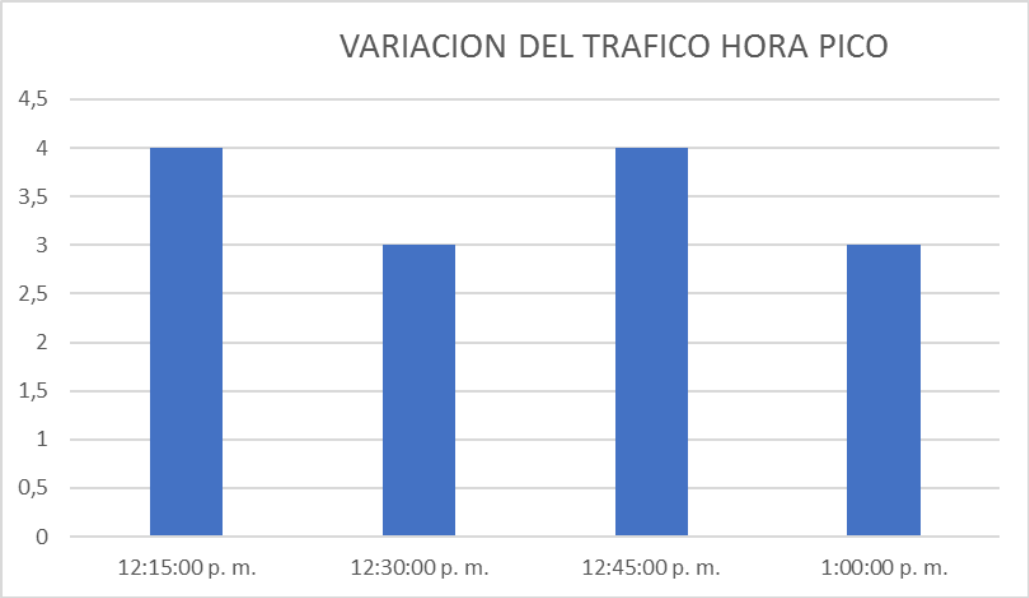
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 6. Demanda máxima en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

VHMD	14veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 4. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 7. Volumen horario máximo en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	4
12:30:00 p. m.	3
12:45:00 p. m.	4
1:00:00 p. m.	3

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.17 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.1.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Mi Ranchito*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la calle 10, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W:

Tabla 8. Tránsito inicial en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

Aforo Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	102	26	5	133
T_i año base				**133**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 9. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

Vehículos	%	Número de vehículos diarios
Autos	**78,4%**	105
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**21,57%**	29
C2P	14,71%	20
C2G	6,86%	9
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 21.57%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 10. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 10 entre la carrera 15W y la carrera 17W.

Transito diario (TPD)	134,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

Vehículos	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**78,4%**	105	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**21,57%**	29			0	
C2P	14,71%	20	0,41	8	44780	109219
C2G	6,86%	9	4,396	40	224060	50969
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,68		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				21,57%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**268.840,00**	**268.840,00**	**160.188,51**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
109.219		109.219				
	50.969		50.969			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
109.219	**50.969**	**109.219**	**50.969**	**-**	**-**	**-**

5.2.2 *El Níspero*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio El Níspero. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 11. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	74	71	78	75
BUS	0	0	0	0
C2P	11	10	9	10
C2G	6	5	7	6
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**91**	**86**	**94**	**91**

Luego tenemos:
TPDs= 91 veh/día.

Tabla 12. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	84	85	88	86
BUS	0	0	0	0
C2P	11	10	9	10
C2G	6	5	8	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**101**	**100**	**105**	**103**

Luego tenemos:
TPDs= 103 veh/día.

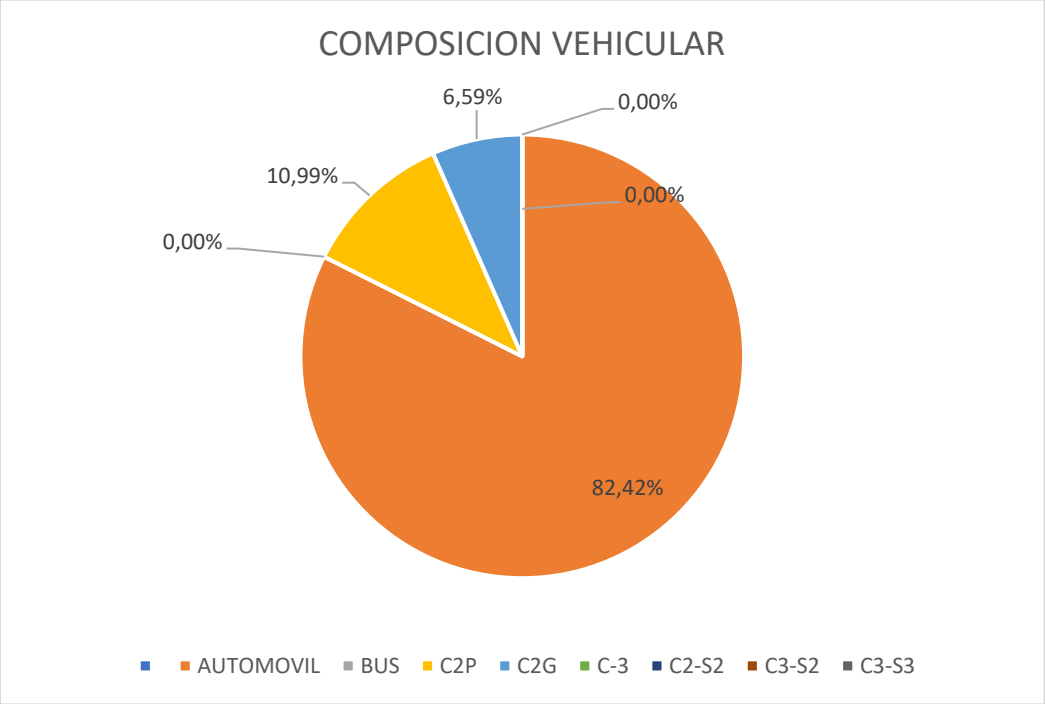
5.2.2.1 *Composición vehicular barrio El Níspero*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 13. Composición vehicular en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	74	71	78	75	82,42%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	10	9	10	10,99%
C2G	6	5	7	6	6,59%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**91**	**86**	**94**	**91**	**100%**

Gráfica 5. Composición vehicular en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

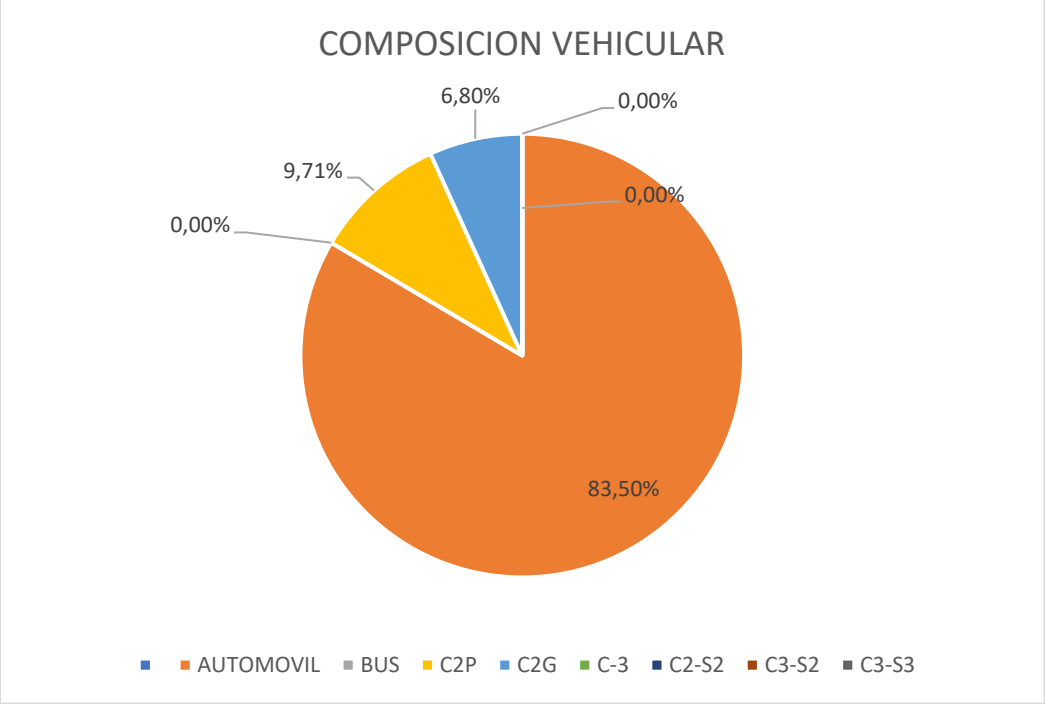


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 82.42%, seguido de camiones con un 10.99%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 14. Composición vehicular en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	84	85	88	86	83,50%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	10	9	10	9,71%
C2G	6	5	8	7	6,80%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**101**	**100**	**105**	**103**	**100%**

Gráfica 6. Composición vehicular en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.



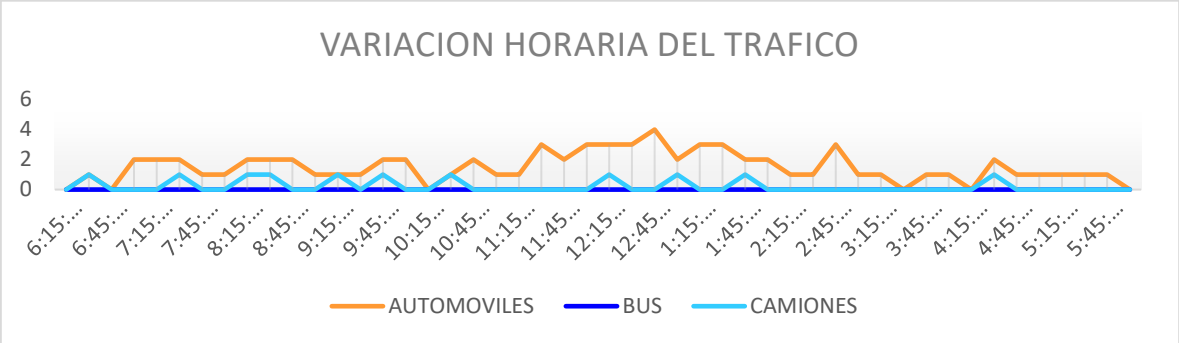
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 83.50%, seguido de camiones con un 9.71%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.2.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio El Nispero*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15, el día de mayor flujo vehicular 30 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

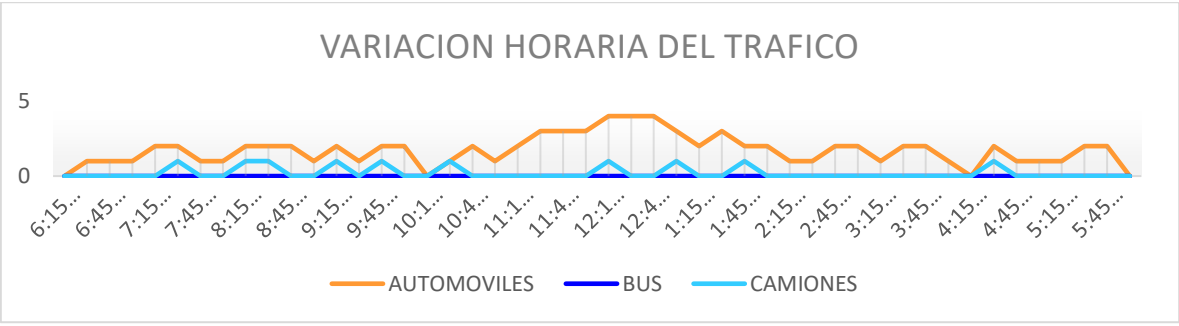
Gráfica 7. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

Según los aforos vehiculares en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15, el día de mayor flujo vehicular 30 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 8. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.2.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio El Níspero*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

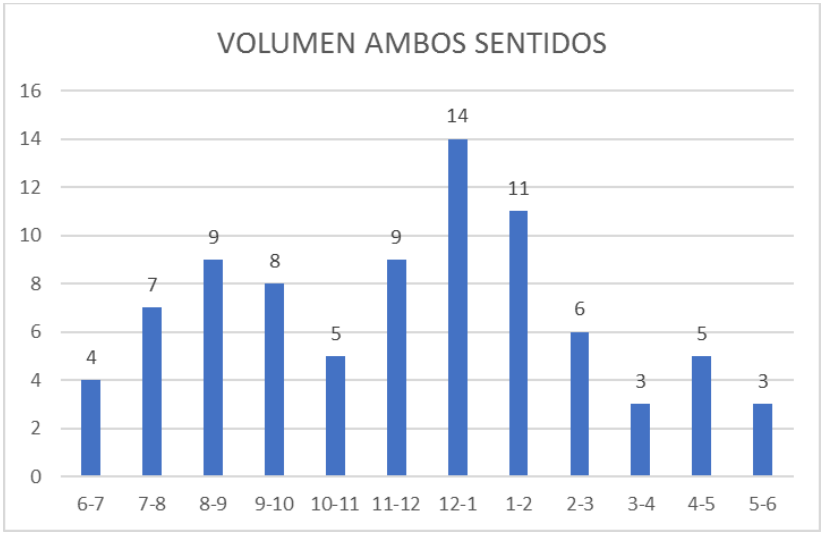
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (4)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 9. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.



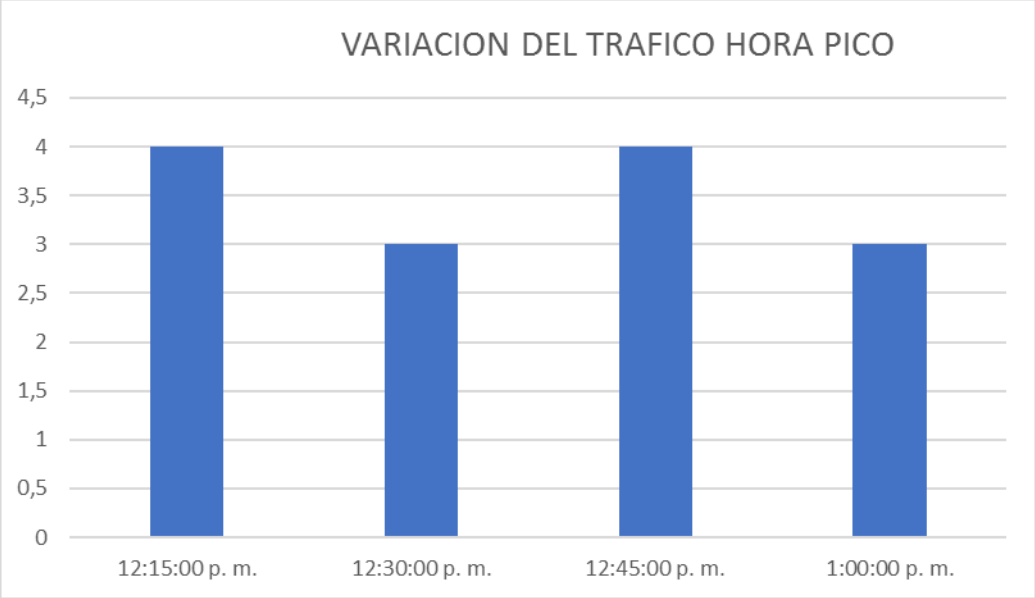
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 01:00 pm – 02:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 15. Demanda máxima en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

VHMD	14veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 10. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

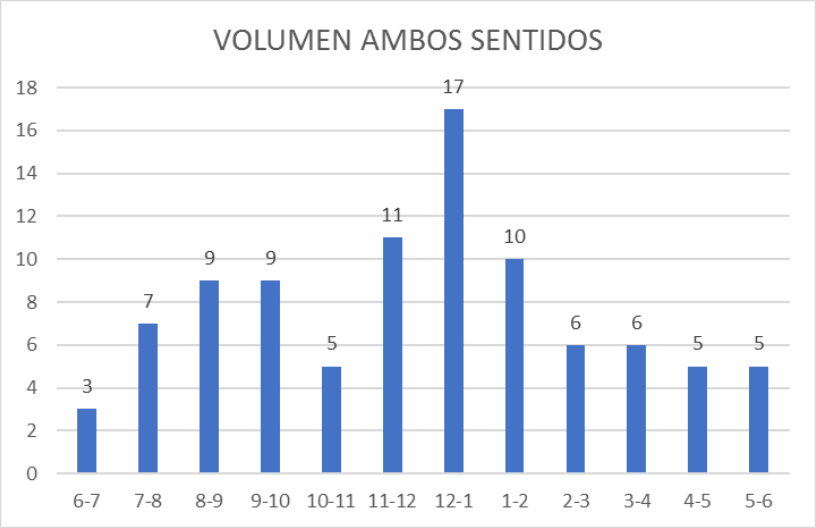
Tabla 16. Volumen horario máximo en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	4
12:30:00 p. m.	3
12:45:00 p. m.	4
1:00:00 p. m.	3

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.17 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 11. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.



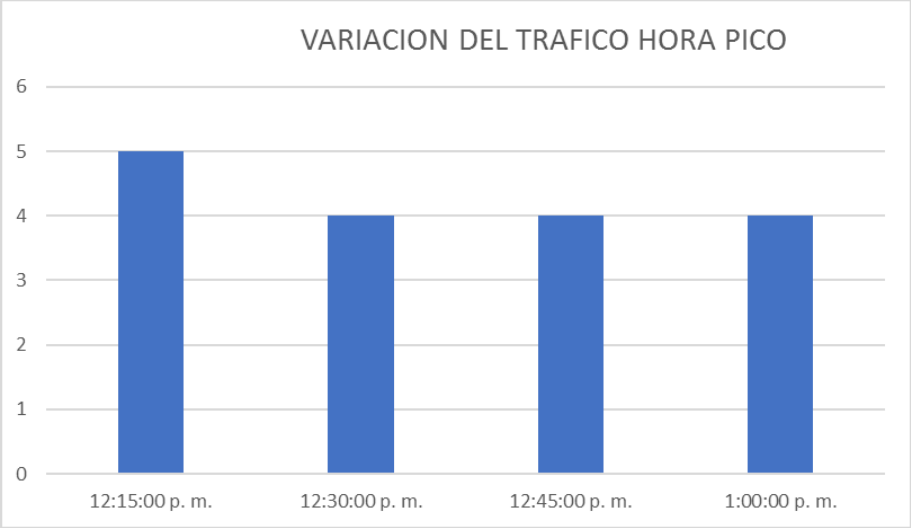
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 17. Demanda máxima en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

VHMD	17veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 12. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 18. Volumen horario máximo en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	5
12:30:00 p. m.	4
12:45:00 p. m.	4
1:00:00 p. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.42 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.2.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio El Níspero*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la calle 14, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15:

Tabla 19. Tránsito inicial en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

Aforo Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	91	23	5	119
T_i año base				**119**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 20. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

Vehículos	%	Número de vehículos diarios
Autos	**82,4%**	98
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**17,58%**	21

C2P	10,99%	13
C2G	6,59%	8
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 17.58%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 21. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 13W entre la calle 14 y la calle 15.

Transito diario (TPD)	119,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

Vehículos	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**82,4%**	98	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**17,58%**	21			0	
C2P	10,99%	13	0,41	5	29716	72479
C2G	6,59%	8	4,396	34	191169	43487
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,90		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				17,58%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**220.886**	**220.886**	**115.966**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6,0	6,6	11	21	22	24
	-		-			
72.478,57		72.478,57				
	43.487,14		43.487,14			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
72.479	43.487	72.479	43.487	-	-	-

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15:

Tabla 22. Tránsito inicial en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

Aforo Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	103	26	5	134
T_i año base				**134**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 23. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**83,5%**	113
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**16,50%**	22
C2P	9,71%	13

C2G	6,80%	9
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 16.50%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 24. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 15W entre la calle 14A y la calle 15.

Transito diario (TPD)	135,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**83,5%**	113	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**16,50%**	22			0	
C2P	9,71%	13	0,41	5	29784	72644
C2G	6,80%	9	4,396	40	223541	50851
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,05		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				16,50%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**253.324,65**	**253.324,65**	**123.495,04**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6,0	6,6	11,0	21,0	22,0	24,0
	-		-			
72.644,14		72.644,14				
	50.850,90		50.850,90			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
72.644	**50.851**	**72.644**	**50.851**	**-**	**-**	**-**

5.2.3 *Campo Alegre*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio Campo Alegre. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 25. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	206	202	208	206
BUS	0	0	0	0
C2P	30	34	39	35
C2G	8	8	6	8
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**244**	**244**	**253**	**249**

Luego tenemos:
TPDs= 249 veh/día.

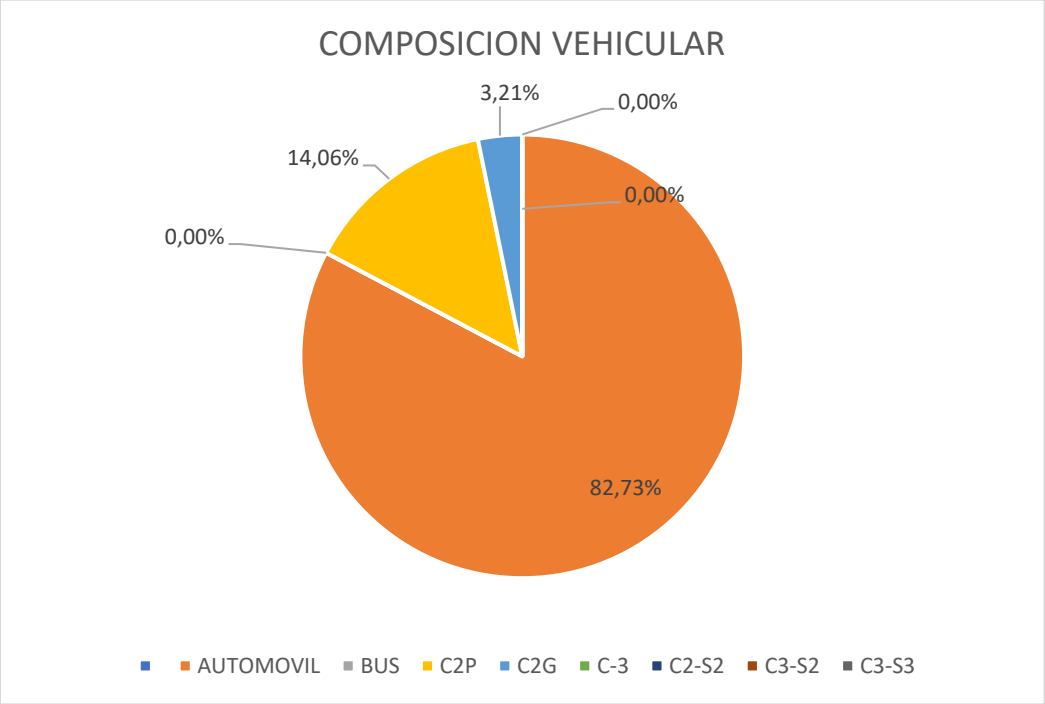
5.2.3.1 *Composición vehicular barrio Campo Alegre*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 26. Composición vehicular en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	206	202	208	206	82,73%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	30	34	39	35	14,06%
C2G	8	8	6	8	3,21%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**244**	**244**	**253**	**249**	**100%**

Gráfica 13. Composición vehicular en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.



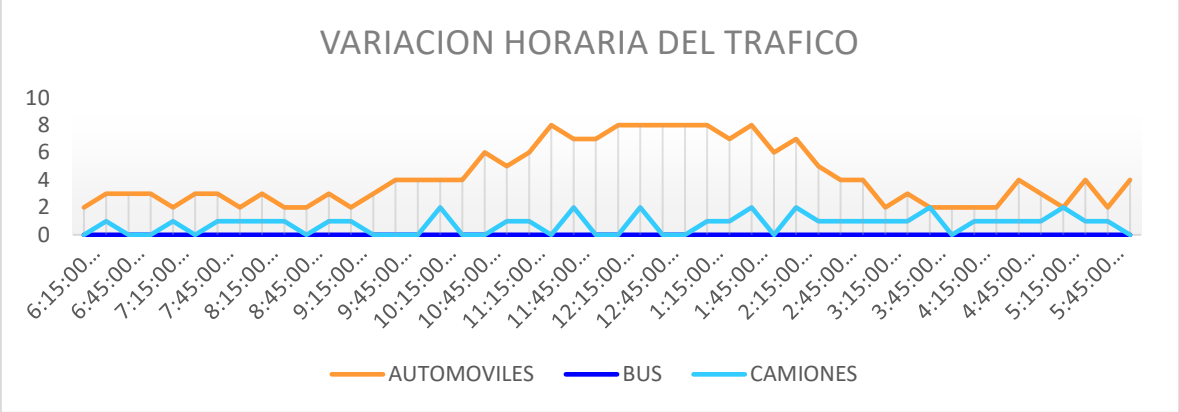
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 82.73%, seguido de camiones con un 14.06%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.3.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio Campo Alegre*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W, el día de mayor flujo vehicular 30 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 14. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.3.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Campo Alegre*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.
Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

Matemáticamente esto se expresa como:

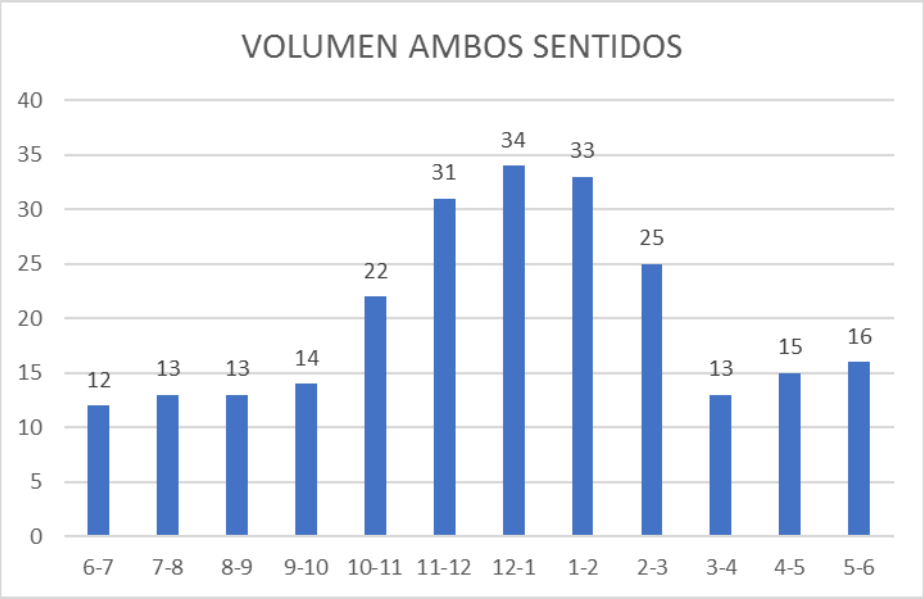
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (5)$$

Dónde,

FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 15. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.



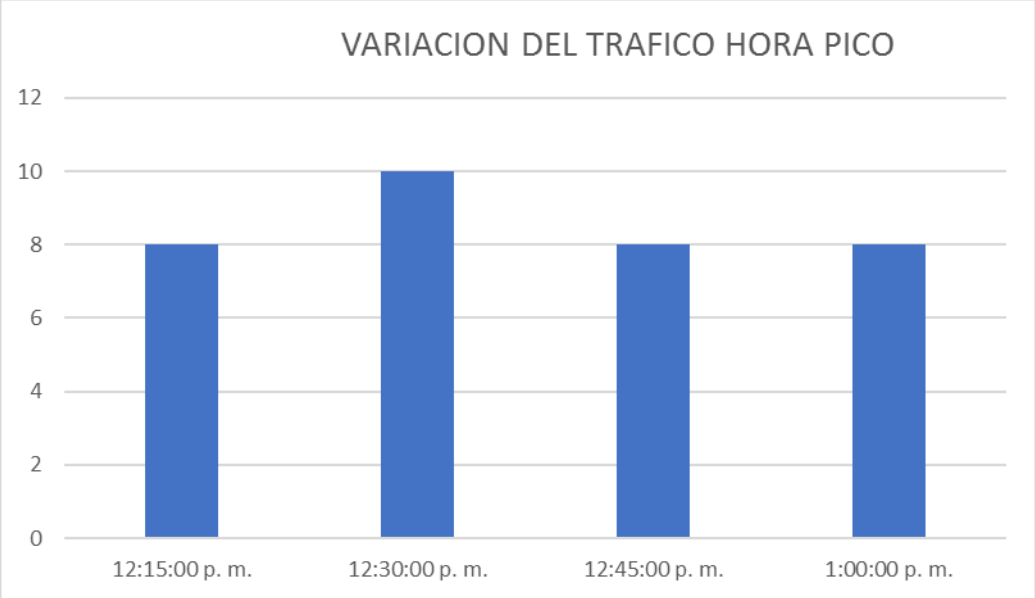
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 27. Demanda máxima en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

VHMD	34veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 16. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 28. Volumen horario máximo en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	8
12:30:00 p. m.	10
12:45:00 p. m.	8
1:00:00 p. m.	8

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 2.83 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.3.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Campo Alegre*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la carrera 3W, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W:

Tabla 29. Tránsito inicial en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

Aforo Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	249	62	12	323
T_i año base				**323**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 30. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**82,7%**	269
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**17,27%**	56
C2P	14,06%	46
C2G	3,21%	10
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 17.27%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 31. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 31B entre la carrera 3W y la carrera 4W.

Transito diario (TPD)	325,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**82,7%**	269	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**17,27%**	56			0	
C2P	14,06%	46	0,41	19	103810	253196
C2G	3,21%	10	4,396	46	254411	57873
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,15		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				17,27%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**358.221,09**	**358.221,09**	**311.068,84**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11,0**	**21,0**	**22,0**	**24,0**
	-		-			
253.195,57		253.195,57				
	57.873,27		57.873,27			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
253.196	**57.873**	**253.196**	**57.873**	**-**	**-**	**-**

5.2.4 *El Tambo y El Rosario*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios El Tambo y El Rosario. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 32. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	190	199	203	198
BUS	0	0	0	0
C2P	26	24	25	25
C2G	8	8	6	8
C-3	1	1	1	1
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**225**	**232**	**235**	**232**

Luego tenemos:
TPDs= 232 veh/día.

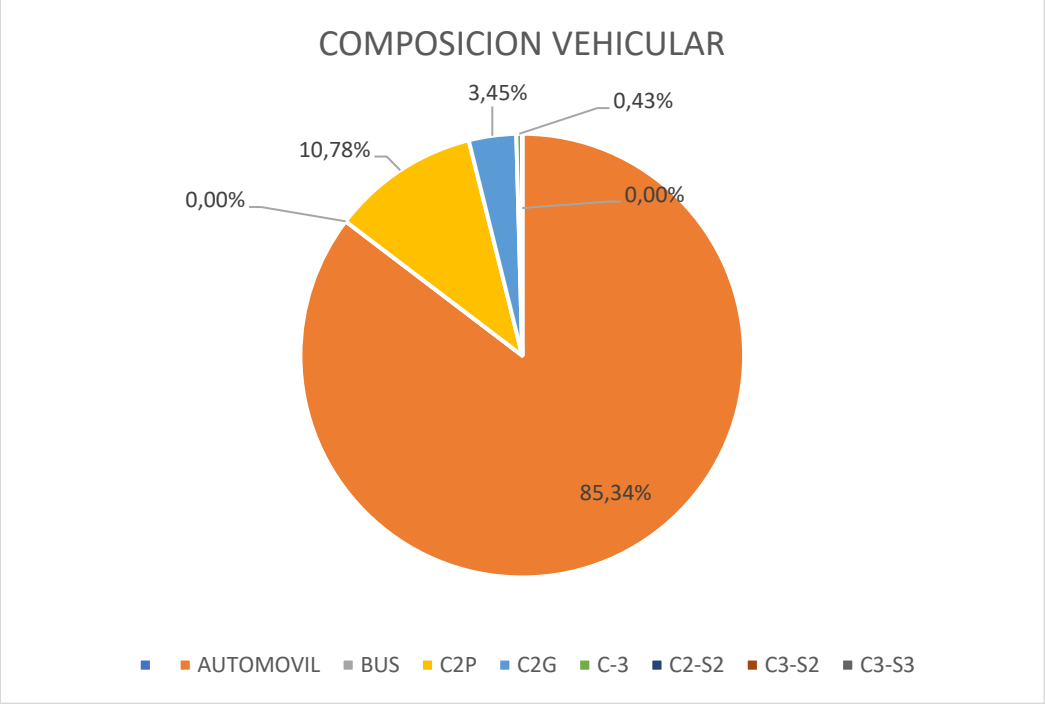
5.2.4.1 *Composición vehicular barrios El Tambo y El Rosario*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 33. Composición vehicular en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	190	199	203	198	85,34%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	26	24	25	25	10,78%
C2G	8	8	6	8	3,45%
C-3	1	1	1	1	0,43%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**225**	**232**	**235**	**232**	**100%**

Gráfica 17. Composición vehicular en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.



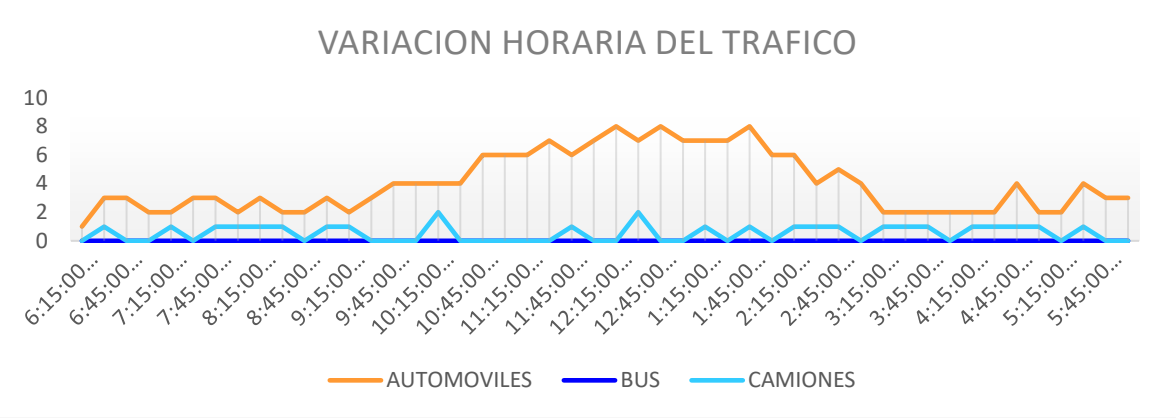
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 85.34%, seguido de camiones con un 10.78%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.4.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en los barrios El Tambo y El Rosario*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39, el día de mayor flujo vehicular 30 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 18. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.4.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de los barrios El Tambo y El Rosario*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.
Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

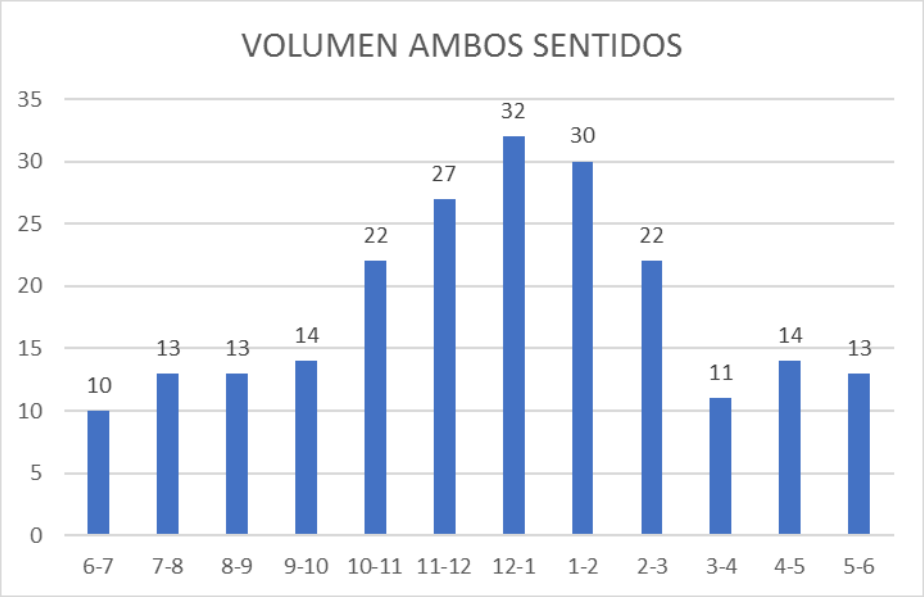
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (6)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 19. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.



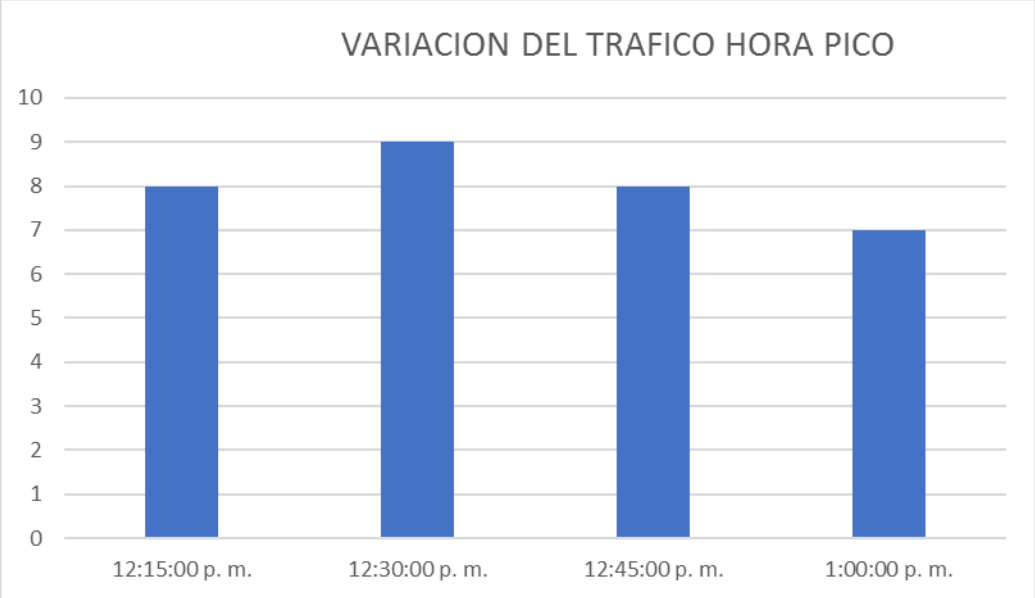
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 34. Demanda máxima en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

VHMD	32veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 20. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 35. Volumen horario máximo en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	8
12:30:00 p. m.	9
12:45:00 p. m.	8
1:00:00 p. m.	7

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 2.67 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.4.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para los barrios El Tambo y El Rosario*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la carrera 9W, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39

Tabla 36. Tránsito inicial en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

Aforo Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	232	58	12	302
T_i año base				**302**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 37. Distribución porcentual del tránsito en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**85,3%**	258
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**14,66%**	44
C2P	10,78%	33
C2G	3,45%	10
C3	0,43%	1
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 14.66%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 38. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carreras 7W y 8W entre la calle 36 y la calle 39.

Transito diario (TPD)	302,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**85,3%**	258	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**14,66%**	44			0	
C2P	10,78%	33	0,41	13	73951	180369
C2G	3,45%	10	4,396	46	253729	57718
C3	0,43%	1	8,763	11	63223	7215
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,59		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				14,66%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**390.903,91**	**390.903,91**	**245.302,47**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
180.369,46		180.369,46				
	57.718,23		57.718,23			
	7.214,78				7.214,78	
	-			-		
	-				-	-
180.369	**64.933**	**180.369**	**57.718**	**-**	**7.215**	**-**

5.2.5 *La Granja*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio La Granja. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 39. Resumen de aforo vehicular realizado en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	355	354	357	356
BUS	0	0	0	0
C2P	13	17	15	15
C2G	8	7	6	7
C-3	2	1	0	1
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**378**	**379**	**378**	**379**

Luego tenemos:
TPDs= 379 veh/día.

Tabla 40. Resumen de aforo vehicular realizado en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	152	158	157	156
BUS	0	0	0	0
C2P	26	24	26	26
C2G	8	7	6	7
C-3	2	2	1	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**188**	**191**	**190**	**191**

Luego tenemos:
TPDs= 191 veh/día.

Tabla 41. Resumen de aforo vehicular realizado en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	355	354	357	356
BUS	0	0	0	0
C2P	13	17	15	15
C2G	8	7	6	7
C-3	2	1	0	1
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**378**	**379**	**378**	**379**

Luego tenemos:
TPDs= 379 veh/día.

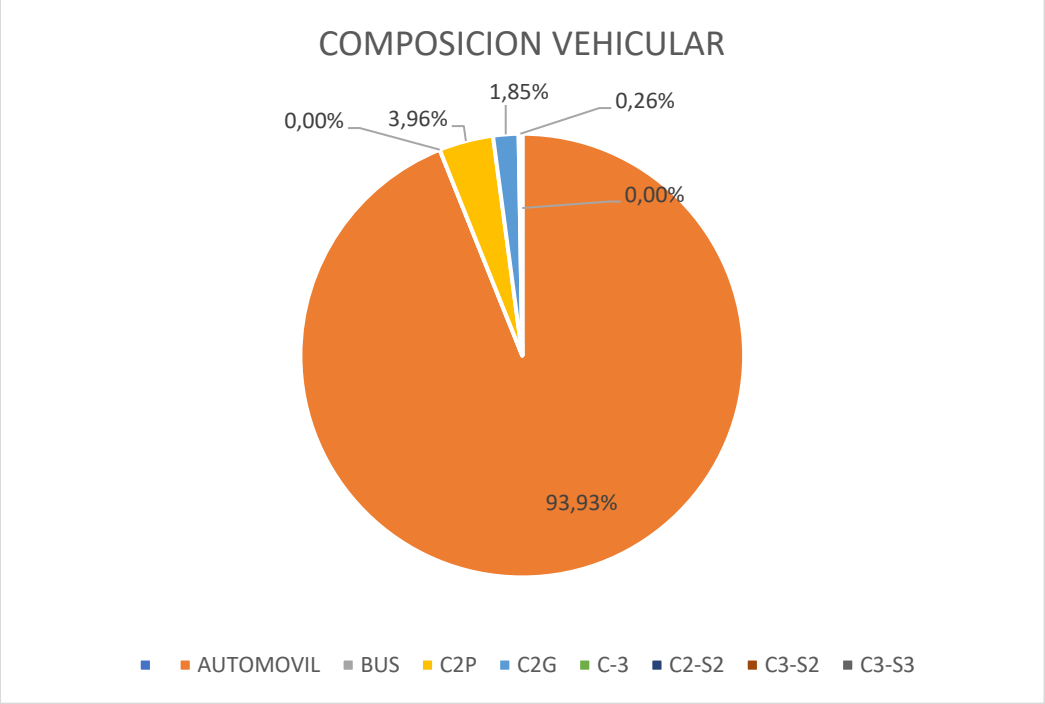
5.2.5.1 *Composición vehicular barrio La Granja*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 42. Composición vehicular en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	355	354	357	356	93,93%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	13	17	15	15	3,96%
C2G	8	7	6	7	1,85%
C-3	2	1	0	1	0,26%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**378**	**379**	**378**	**379**	**100%**

Gráfica 21. Composición vehicular en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

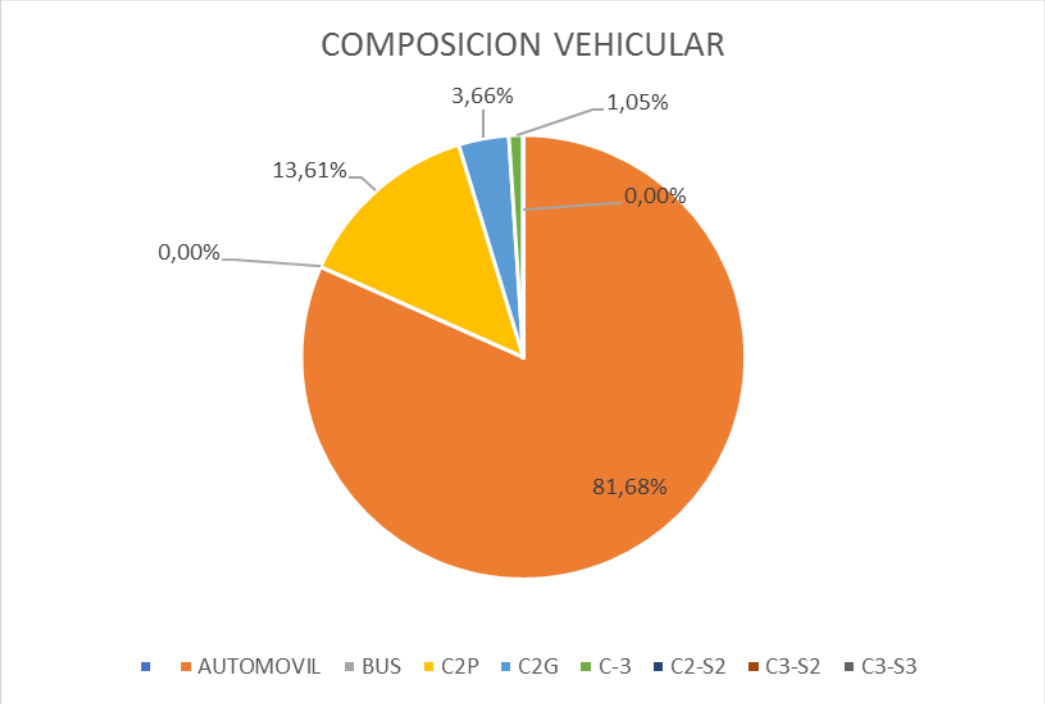


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 93.93%, seguido de camiones con un 3.96%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 43. Composición vehicular en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	152	158	157	156	81,68%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	26	24	26	26	13,61%
C2G	8	7	6	7	3,66%
C-3	2	2	1	2	1,05%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**188**	**191**	**190**	**191**	**100%**

Gráfica 22. Composición vehicular en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

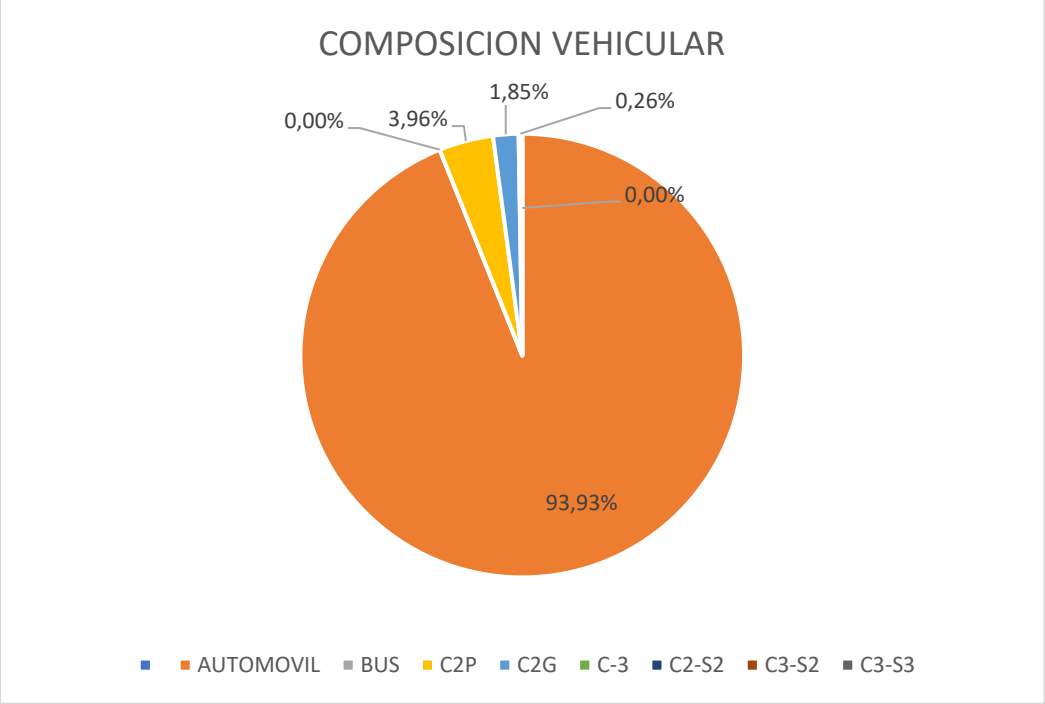


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 81.68%, seguido de camiones con un 13.61%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 44. Composición vehicular en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	355	354	357	356	93,93%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	13	17	15	15	3,96%
C2G	8	7	6	7	1,85%
C-3	2	1	0	1	0,26%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**378**	**379**	**378**	**379**	**100%**

Gráfica 23. Composición vehicular en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25 5.



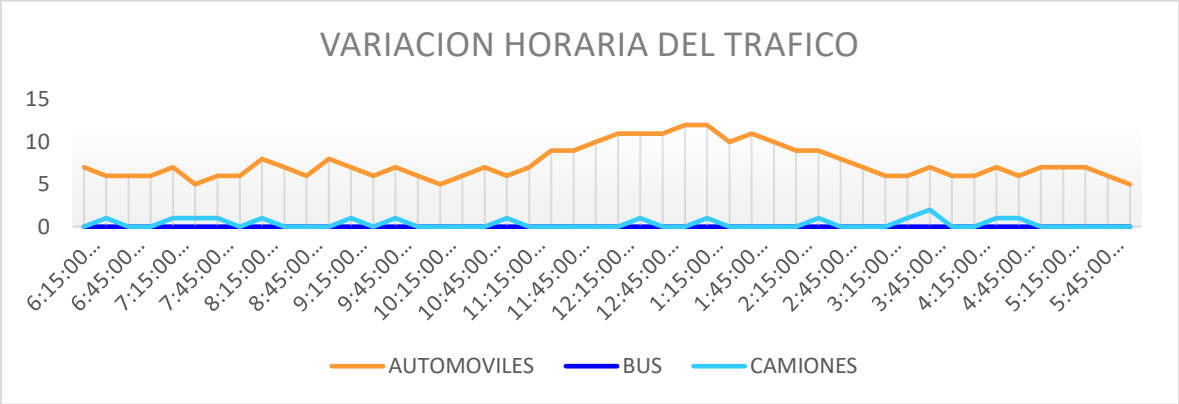
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 93.93%, seguido de camiones con un 3.96%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.5.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio La Granja*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5, el día de mayor flujo vehicular 29 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

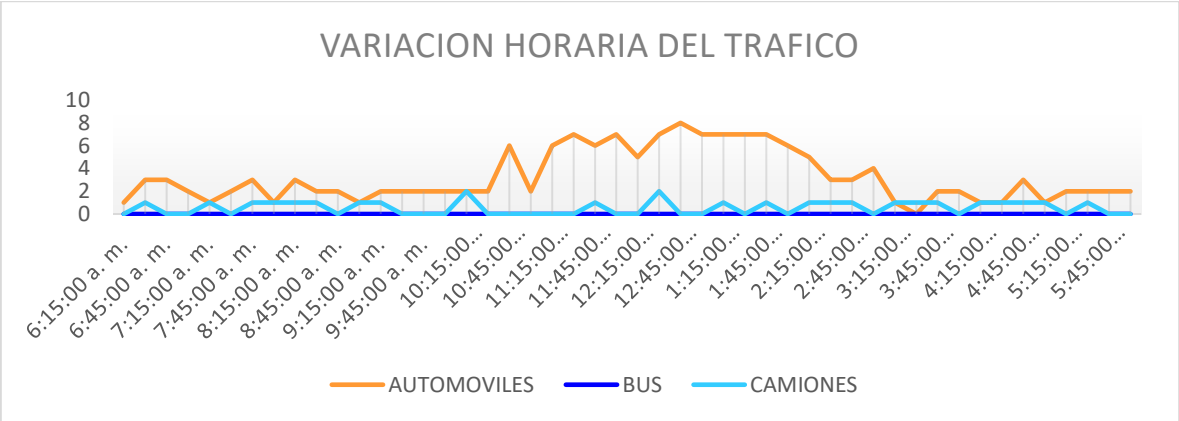
Gráfica 24. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 55.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

Según los aforos vehiculares en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5, el día de mayor flujo vehicular 29 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

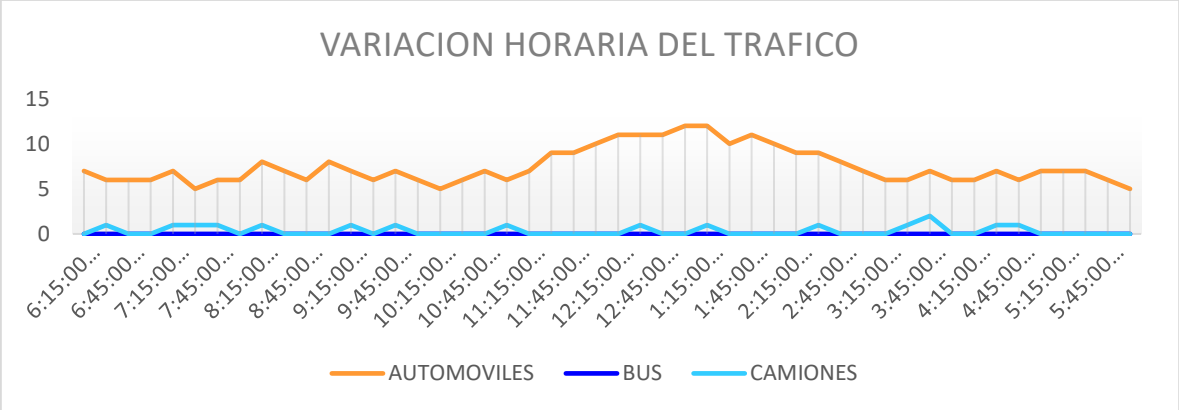
Gráfica 25. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

Según los aforos vehiculares en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25, el día de mayor flujo vehicular 29 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 26. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.5.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio La Granja*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

Matemáticamente esto se expresa como:

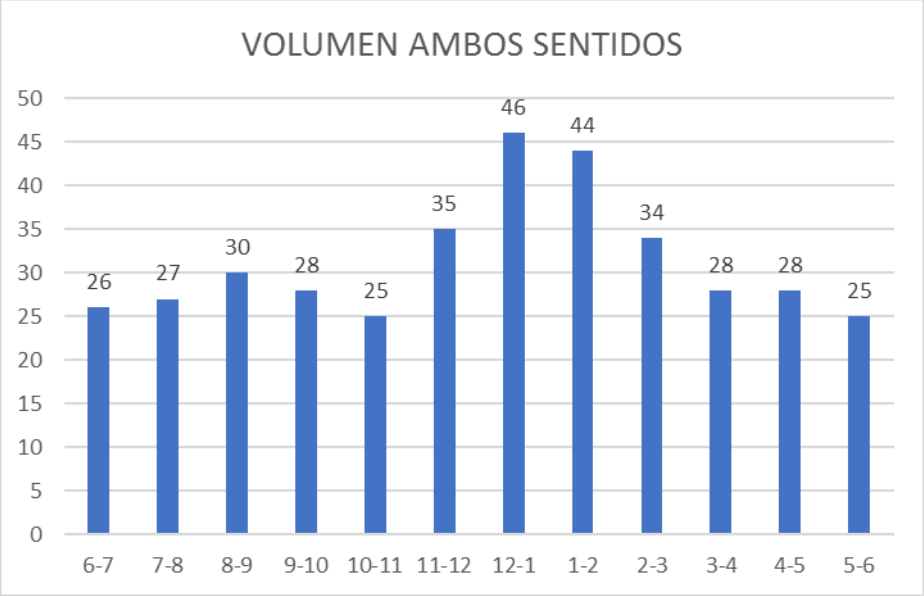
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (7)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 27. Variación del volumen de tránsito en un día en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.



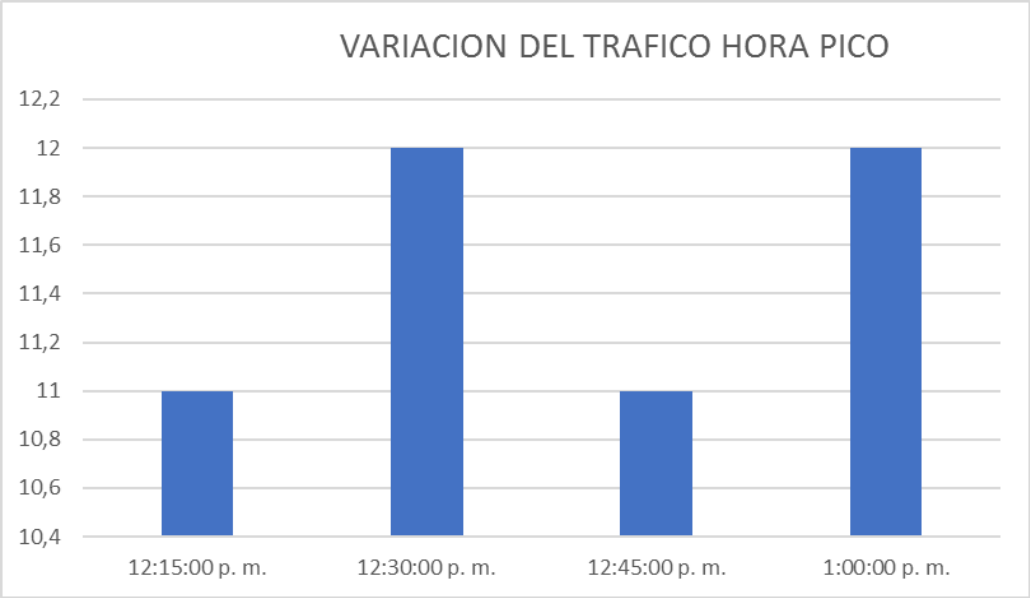
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 45. Demanda máxima en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

VHMD	46veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 28. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

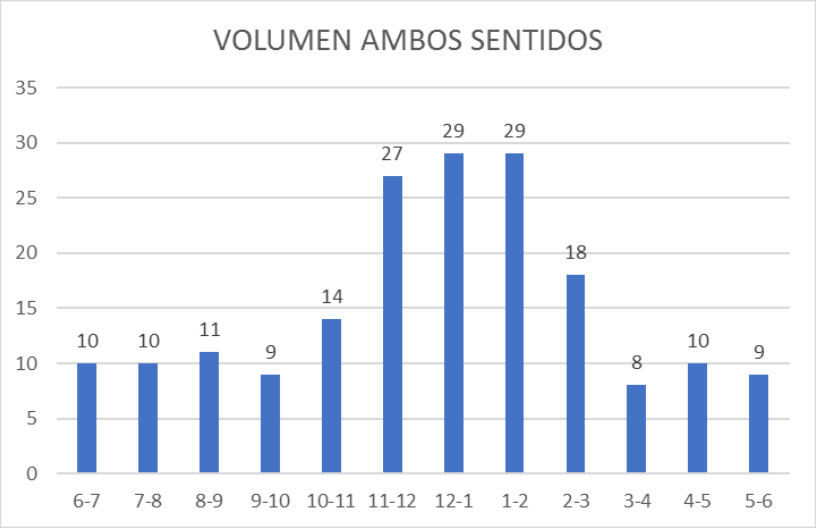
Tabla 46. Volumen horario máximo en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	11
12:30:00 p. m.	12
12:45:00 p. m.	11
1:00:00 p. m.	12

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 3.83 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 29. Variación del volumen de tránsito en un día en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.



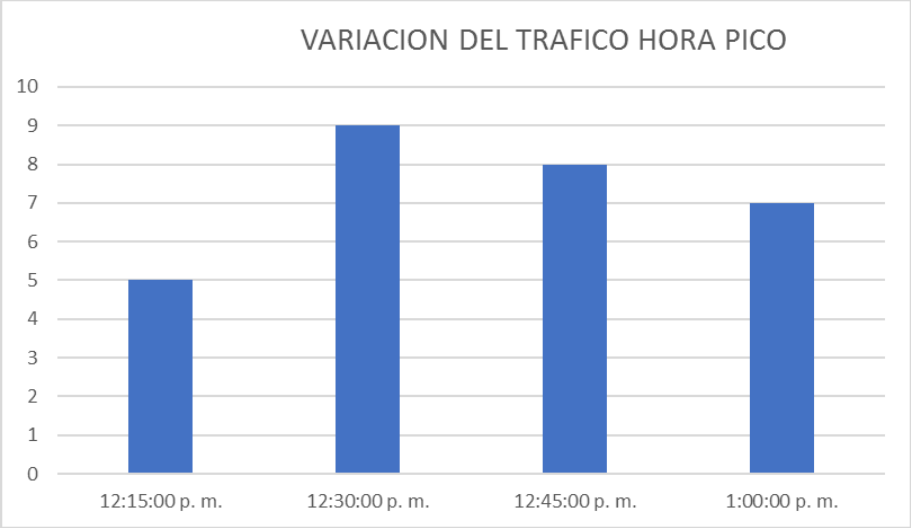
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 47. Demanda máxima en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

VHMD	29veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 30. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

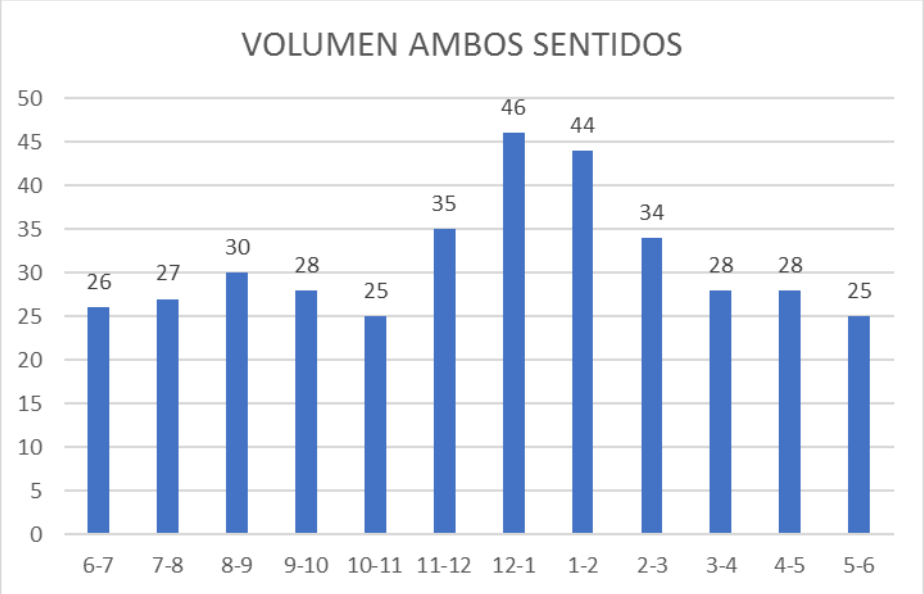
Tabla 48. Volumen horario máximo en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	5
12:30:00 p. m.	9
12:45:00 p. m.	8
1:00:00 p. m.	7

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 2.42 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 31. Variación del volumen de tránsito en un día en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.



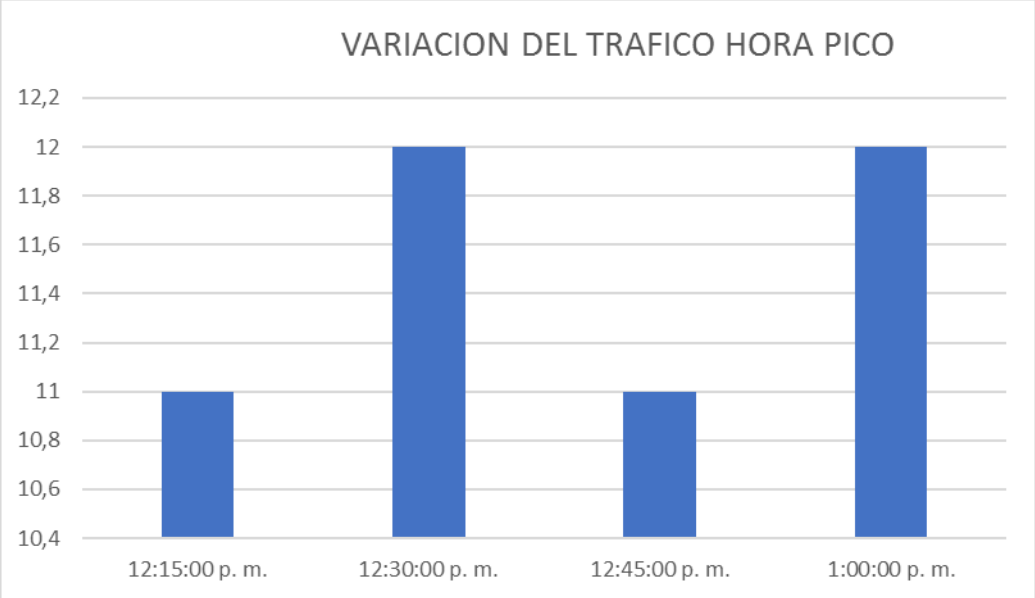
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 49. Demanda máxima en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

VHMD	46veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 32. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 50. Volumen horario máximo en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	11
12:30:00 p. m.	12
12:45:00 p. m.	11
1:00:00 p. m.	12

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 3.83 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.5.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio La Granja*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la transversal 5, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5:

Tabla 51. Tránsito inicial en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

Aforo Diagonal 25 entre 4 y 5				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	379	95	19	493
T_i año base				**493**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 52. Distribución porcentual del tránsito en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**93,9%**	463
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**6,07%**	30
C2P	3,96%	20
C2G	1,85%	9
C3	0,26%	1
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 6.07%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 53. Número de ejes equivalentes según PCA en la Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5.

Transito diario (TPD)	493,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**93,9%**	463	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**6,07%**	30			0	
C2P	3,96%	20	0,41	8	44339	108144
C2G	1,85%	9	4,396	40	221854	50467
C3	0,26%	1	8,763	11	63178	7210
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,99		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				6,07%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**329.371,02**	**329.371,02**	**165.821,02**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
108.144,15		108.144,15				
	50.467,27		50.467,27			
	7.209,61				7.209,61	
	-			-		
	-				-	-
108.144	**57.677**	**108.144**	**50.467**	**-**	**7.210**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5:

Tabla 54. Tránsito inicial en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

Aforo Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	191	48	10	249
T_i año base				**249**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 55. Distribución porcentual del tránsito en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**81,7%**	203
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**18,32%**	46
C2P	13,61%	34
C2G	3,66%	9
C3	1,05%	3
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 18.32%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 56. Número de ejes equivalentes según PCA en la Diagonal 7 entre la transversal 4 y la transversal 5.

Transito diario (TPD)	249,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**81,7%**	203	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**18,32%**	46			0	
C2P	13,61%	34	0,41	14	77024	187864
C2G	3,66%	9	4,396	40	222344	50579
C3	1,05%	3	8,763	23	126635	14451
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,68		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				18,32%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**426.003,11**	**426.003,11**	**252.893,73**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
187.863,92		187.863,92				
	50.578,75		50.578,75			
	14.451,07				14.451,07	
	-			-		
	-				-	-
187.864	**65.030**	**187.864**	**50.579**	**-**	**14.451**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25:

Tabla 57. Tránsito inicial en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

Aforo Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	379	95	19	493
T_i año base				**493**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 58. Distribución porcentual del tránsito en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**93,9%**	463
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**6,07%**	30
C2P	3,96%	20
C2G	1,85%	9
C3	0,26%	1
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 6.07%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 59. Número de ejes equivalentes según PCA en la Transversal 4 entre la diagonal 24 y la diagonal 25.

Transito diario (TPD)	493,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**93,9%**	463	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**6,07%**	30			0	
C2P	3,96%	20	0,41	8	44339	108144
C2G	1,85%	9	4,396	40	221854	50467
C3	0,26%	1	8,763	11	63178	7210
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,99		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				6,07%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**329.371,02**	**329.371,02**	**165.821,02**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
108.144,15		108.144,15				
	50.467,27		50.467,27			
	7.209,61				7.209,61	
	-			-		
	-				-	-
108.144	**57.677**	**108.144**	**50.467**	**-**	**7.210**	**-**

5.2.6 *Buenavista*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio Buenavista. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 60. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	152	158	157	156
BUS	0	0	0	0
C2P	16	14	15	15
C2G	8	7	7	8
C-3	2	1	0	1
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**178**	**180**	**179**	**180**

Luego tenemos:
TPDs= 180 veh/día.

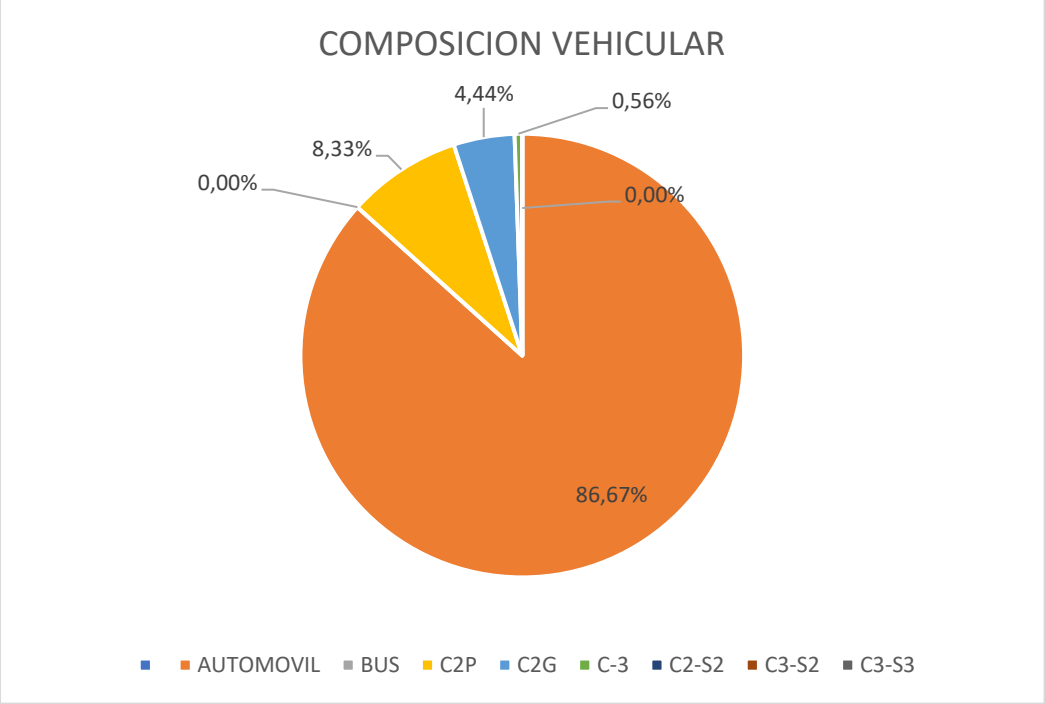
5.2.6.1 *Composición vehicular barrio Buenavista*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 61. Composición vehicular en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	152	158	157	156	86,67%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	16	14	15	15	8,33%
C2G	8	7	7	8	4,44%
C-3	2	1	0	1	0,56%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**178**	**180**	**179**	**180**	**100%**

Gráfica 33. Composición vehicular en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.



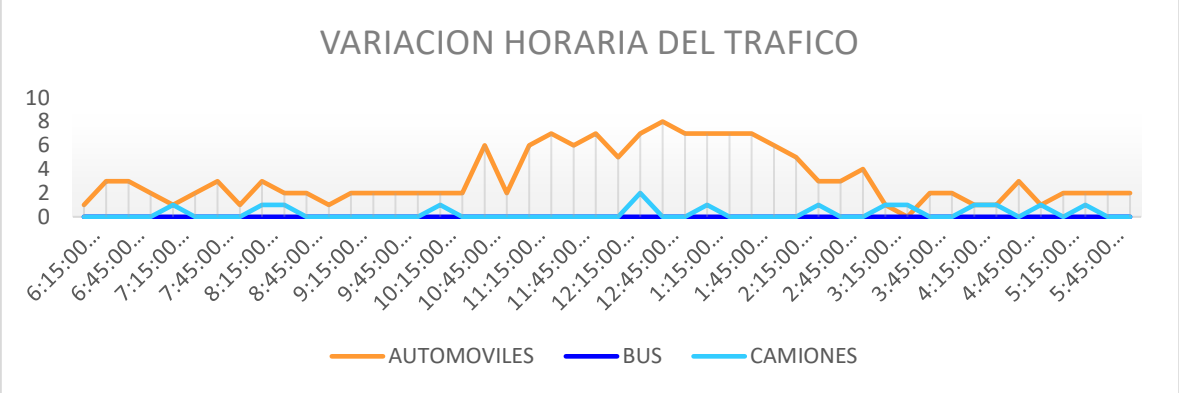
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 86.67%, seguido de camiones con un 8.33%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.6.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio Buenavista*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9, el día de mayor flujo vehicular 29 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 34. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.6.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Buenavista*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.
Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

Matemáticamente esto se expresa como:

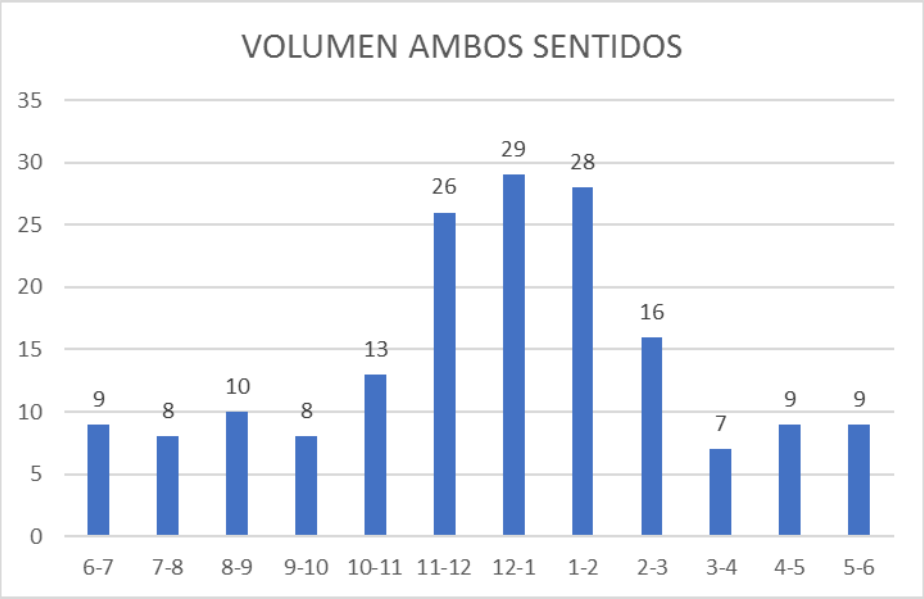
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (8)$$

Dónde,

FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 35. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.



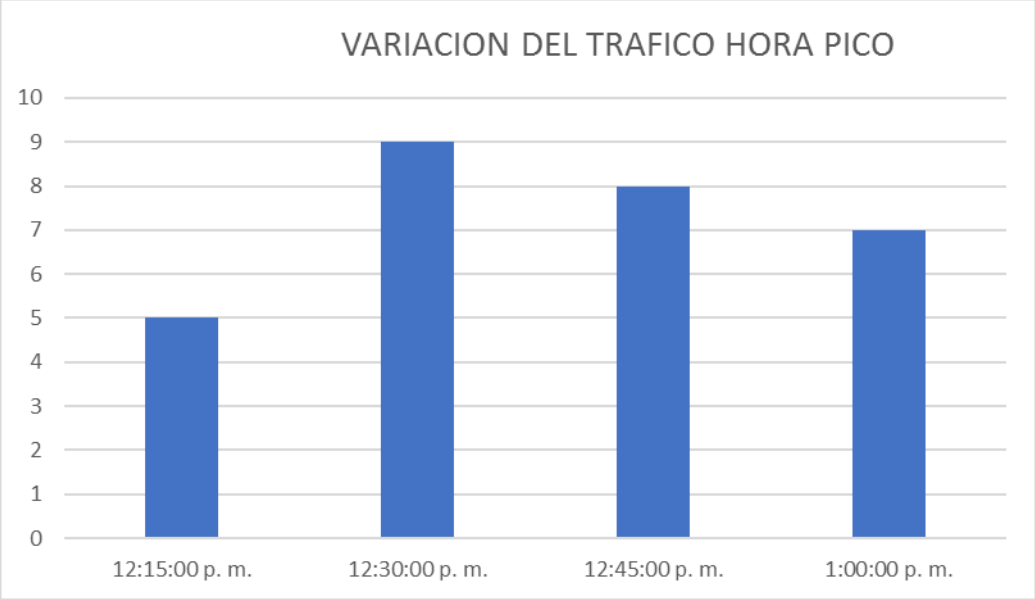
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 62. Demanda máxima en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

VHMD	29veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 36. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 63. Volumen horario máximo en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	5
12:30:00 p. m.	9
12:45:00 p. m.	8
1:00:00 p. m.	7

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 2.42 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.6.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Buenavista*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la transversal 9, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9:

Tabla 64. Tránsito inicial en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

Aforo Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	180	45	9	234
T_i año base				**234**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 65. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**86,7%**	203
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**13,33%**	31
C2P	8,33%	20
C2G	4,44%	10
C3	0,56%	1
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 13.33%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 66. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 11A entre la carrera 8F y la transversal 9.

Transito diario (TPD)	234,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**86,7%**	203	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**13,33%**	31			0	
C2P	8,33%	20	0,41	8	44312	108078
C2G	4,44%	10	4,396	46	253393	57642
C3	0,56%	1	8,763	11	63139	7205
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,09		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				13,33%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**360.844,75**	**360.844,75**	**172.925,34**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
108.078,34		108.078,34				
	57.641,78		57.641,78			
	7.205,22				7.205,22	
	-			-		
	-				-	-
108.078	**64.847**	**108.078**	**57.642**	**-**	**7.205**	**-**

5.2.7 *Mogambito y Edmundo López II*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Mogambito y Edmundo López II. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 67. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	126	114	127	123
BUS	0	0	0	0
C2P	11	10	12	11
C2G	8	6	7	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**145**	**130**	**146**	**141**

Luego tenemos:
TPDs= 141 veh/día.

Tabla 68. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	126	118	123	123
BUS	0	0	0	0
C2P	11	10	12	11
C2G	8	6	7	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**145**	**134**	**142**	**141**

Luego tenemos:
TPDs= 141 veh/día.

Tabla 69. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	
AUTOMOVIL	131	118	118	123
BUS	0	0	0	0
C2P	11	10	12	11
C2G	8	6	7	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**150**	**134**	**137**	**141**

Luego tenemos:
TPDs= 141 veh/día.

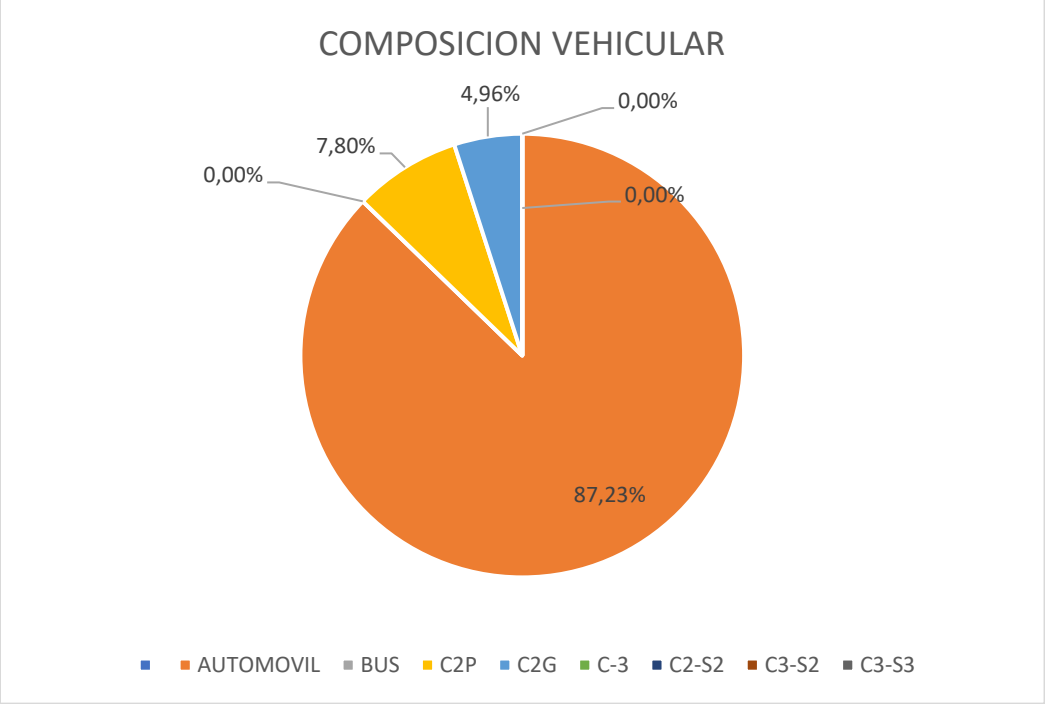
5.2.7.1 *Composición vehicular barrios Mogambito y Edmundo López II*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 70. Composición vehicular en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	126	114	127	123	87,23%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	10	12	11	7,80%
C2G	8	6	7	7	4,96%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**145**	**130**	**146**	**141**	**100%**

Gráfica 37. Composición vehicular en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

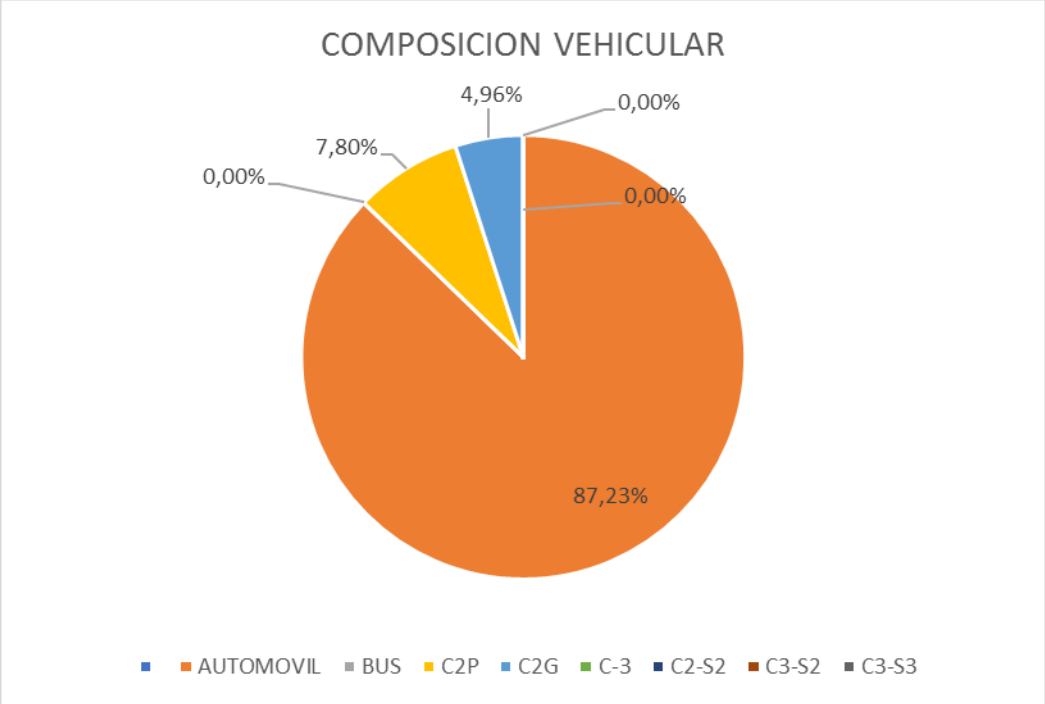


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 87.23%, seguido de camiones con un 7.80%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 71. Composición vehicular en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	126	118	123	123	87,23%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	10	12	11	7,80%
C2G	8	6	7	7	4,96%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**145**	**134**	**142**	**141**	**100%**

Gráfica 38. Composición vehicular en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

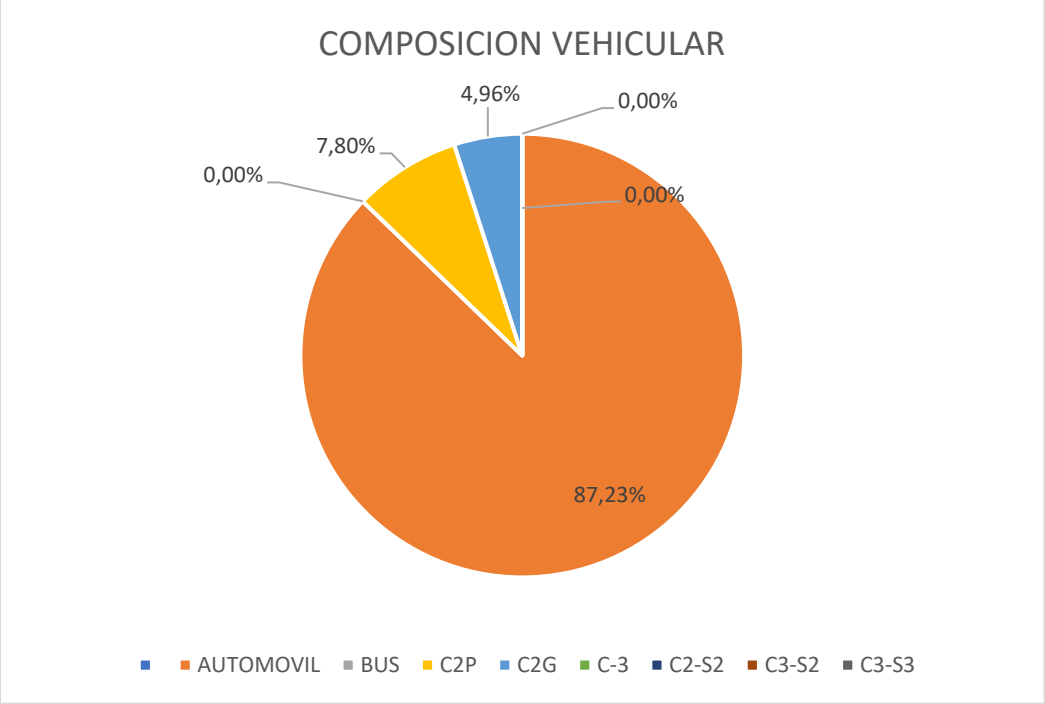


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 87.23%, seguido de camiones con un 7.80%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 72. Composición vehicular en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024		
AUTOMOVIL	131	118	118	123	87,23%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	10	12	11	7,80%
C2G	8	6	7	7	4,96%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**150**	**134**	**137**	**141**	**100%**

Gráfica 39. Composición vehicular en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.



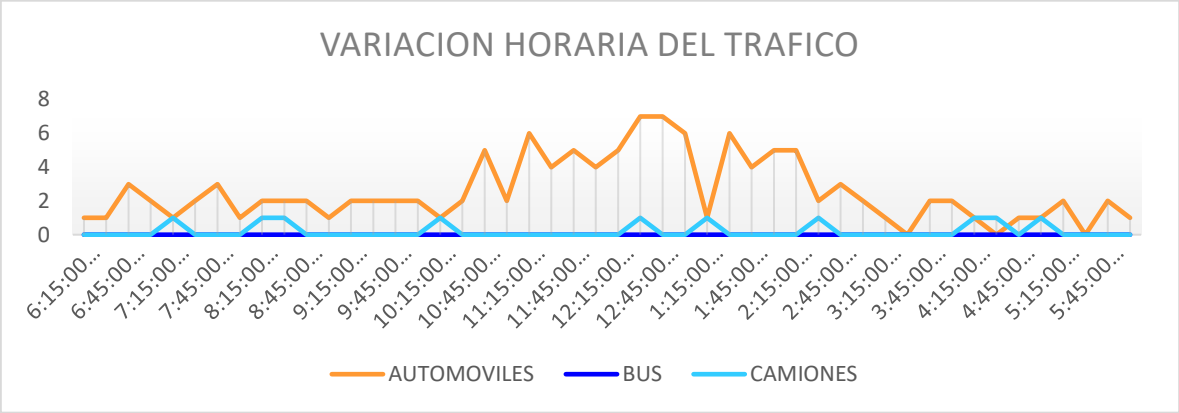
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 87.23%, seguido de camiones con un 7.80%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.7.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en los barrios Mogambito y Edmundo López II*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B, el día de mayor flujo vehicular 30 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

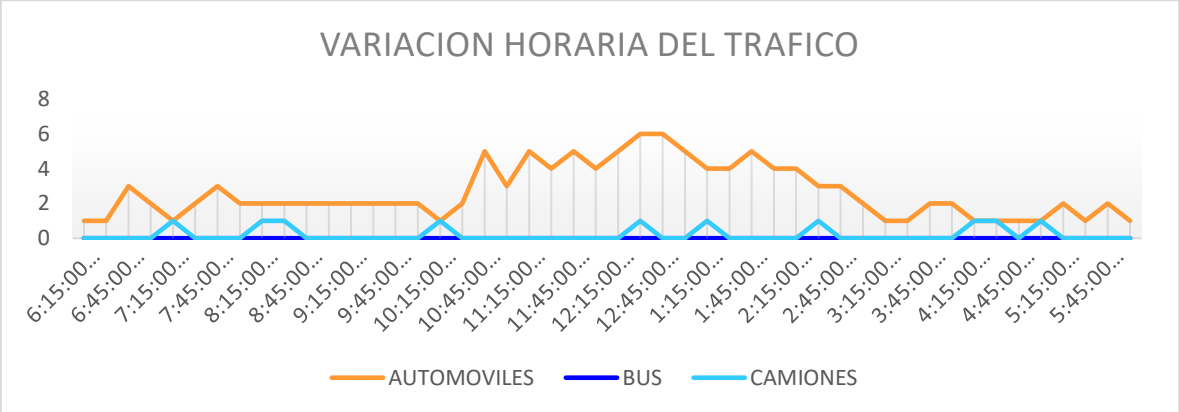
Gráfica 40. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

Según los aforos vehiculares en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C, el día de mayor flujo vehicular 28 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

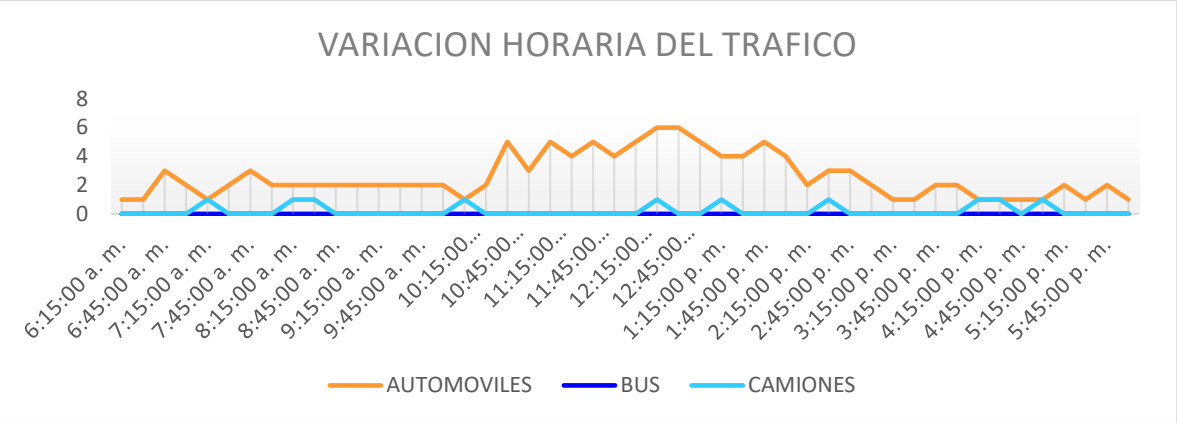
Gráfica 41. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

Según los aforos vehiculares en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9, el día de mayor flujo vehicular 28 de octubre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 42. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.7.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de los barrios Mogambito y Edmundo López II*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

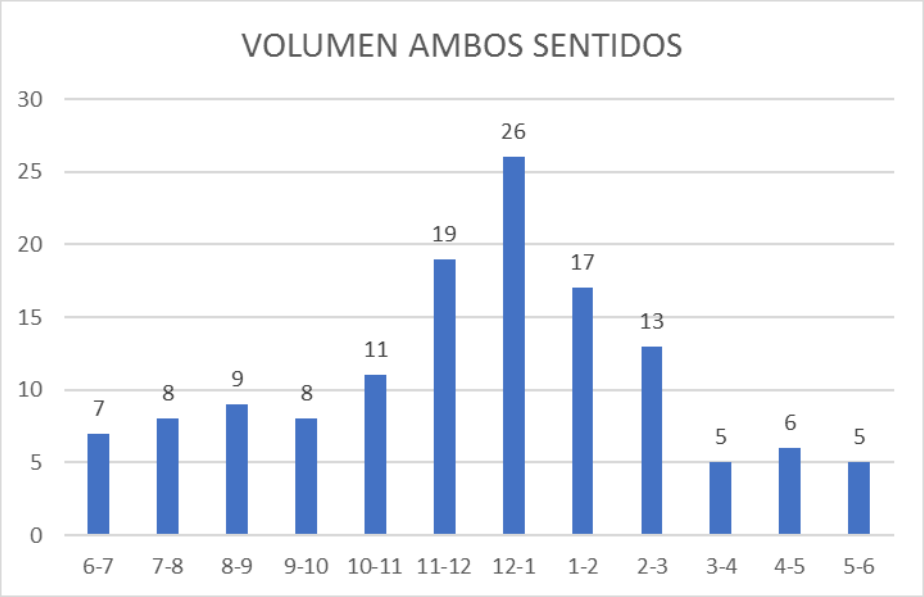
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (9)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 43. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.



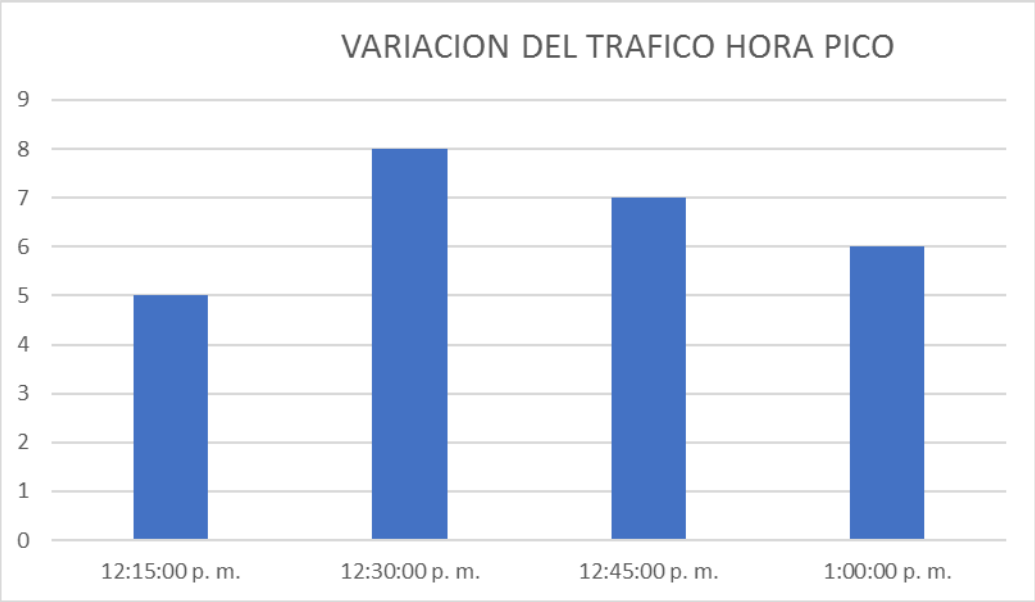
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 73. Demanda máxima en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

VHMD	26veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 44. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

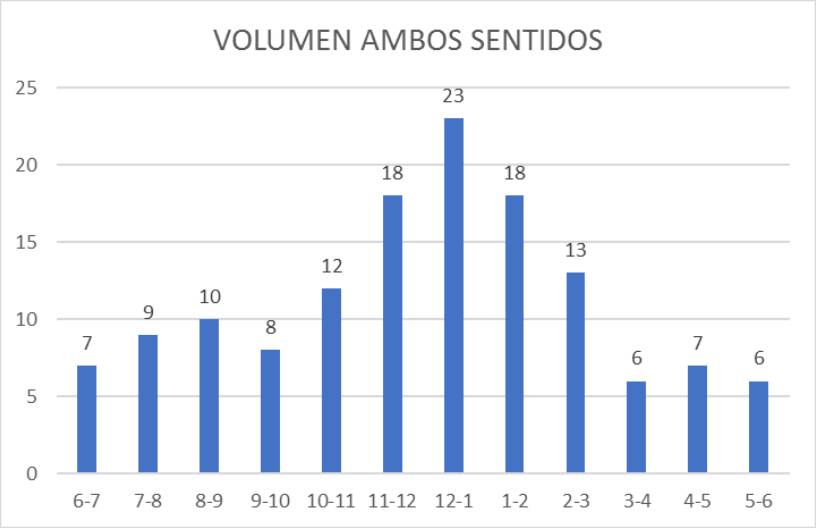
Tabla 74. Volumen horario máximo en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	5
12:30:00 p. m.	8
12:45:00 p. m.	7
1:00:00 p. m.	6

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 2.17 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 45. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.



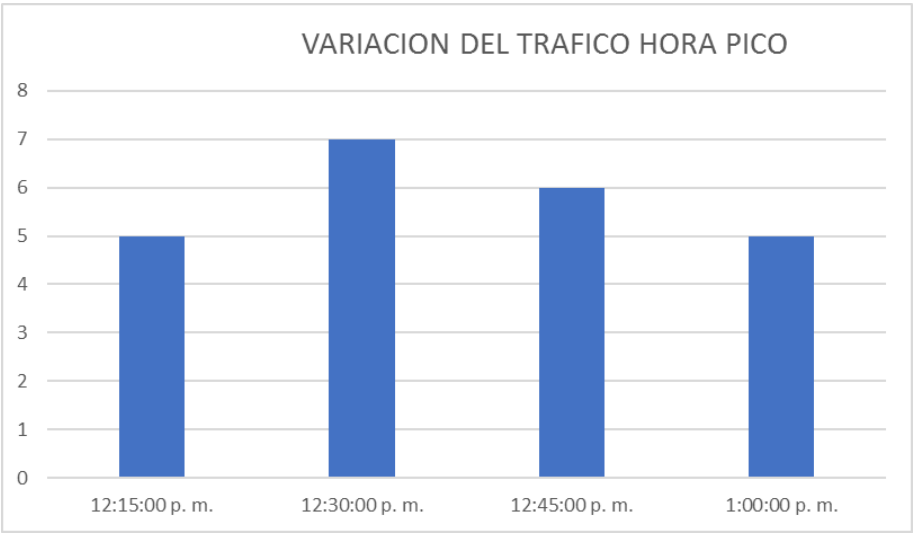
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 75. Demanda máxima en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

VHMD	23veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 46. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

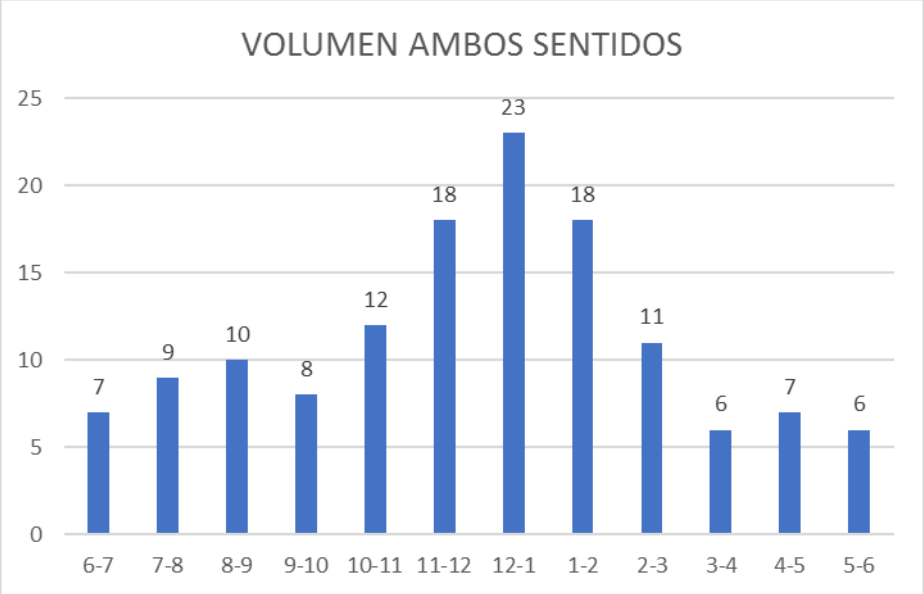
Tabla 76. Volumen horario máximo en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	5
12:30:00 p. m.	7
12:45:00 p. m.	6
1:00:00 p. m.	5

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.92 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 47. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.



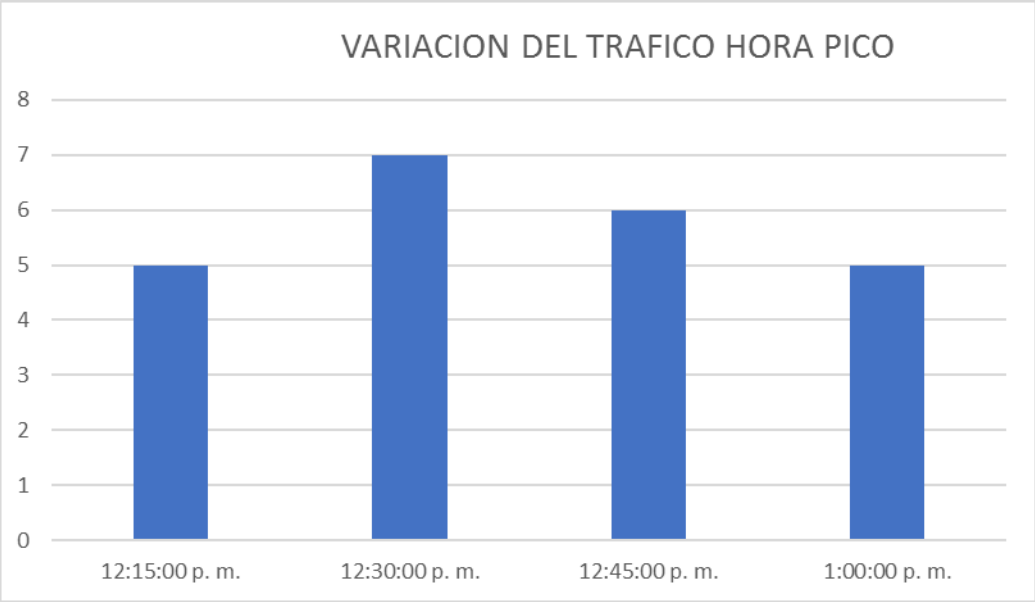
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 77. Demanda máxima en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

VHMD	23veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 48. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 78. Volumen horario máximo en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	5
12:30:00 p. m.	7
12:45:00 p. m.	6
1:00:00 p. m.	5

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.92 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.7.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para los barrios Mogambito y Edmundo López II*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la calle 5 y la calle 9, con base en esto, se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 25% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 5% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B:

Tabla 79. Tránsito inicial en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

Aforo Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	141	35	7	183
T_i año base				**183**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 80. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**87,2%**	161
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**12,77%**	24
C2P	7,80%	14
C2G	4,96%	9
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 12.77%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 81. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 25C entre la calle 5 y la calle 7B.

Transito diario (TPD)	185,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**87,2%**	161	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**12,77%**	24			0	
C2P	7,80%	14	0,41	6	32797	79993
C2G	4,96%	9	4,396	40	223775	50904
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,96		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				12,77%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**256.572,35**	**256.572,35**	**130.896,84**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
79.992,51		79.992,51				
	50.904,33		50.904,33			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
79.993	**50.904**	**79.993**	**50.904**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C:

Tabla 82. Tránsito inicial en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

Aforo Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	141	35	7	183
T_i año base				**183**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 83. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**87,2%**	161
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**12,77%**	24
C2P	7,80%	14
C2G	4,96%	9
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 12.77%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 84. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 7B entre la carrera 25C y la carrera 27C.

Transito diario (TPD)	185,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**87,2%**	161	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**12,77%**	24			0	
C2P	7,80%	14	0,41	6	32797	79993
C2G	4,96%	9	4,396	40	223775	50904
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,96		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				12,77%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**256.572,35**	**256.572,35**	**130.896,84**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6,0	6,6	11	21	22	24
	-		-			
79.992,51		79.992,51				
	50.904,33		50.904,33			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
79.993	**50.904**	**79.993**	**50.904**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9:

Tabla 85. Tránsito inicial en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

Aforo Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	141	35	7	183
T_i año base				**183**

Con base en el conteo realizado en la zona de influencia de la intervención proyectada, este arrojó los siguientes resultados:

Tabla 86. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**87,2%**	161
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**12,77%**	24
C2P	7,80%	14
C2G	4,96%	9
C3	0,00%	0
C3S2	0,00%	0
C3S3	0,00%	0

Así mismo, a partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de ce crecimiento [i] fue de 2.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 12.77%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA:

Tabla 87. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 27C entre la calle 6 y la calle 9.

Transito diario (TPD)	185,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios	Factor daño metodo de cuarta potencia exponentes INVIAS	Ejes simples equivalentes diario	Ejes simples de 8.2 t acumulados en el periodo de diseño	Número de vehículos en el periodo de diseño
Autos	**87,2%**	161	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**12,77%**	24			0	
C2P	7,80%	14	0,41	6	32797	79993
C2G	4,96%	9	4,396	40	223775	50904
C3	0,00%	0	8,763	0	0	0
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				1,96		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				12,77%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**256.572,35**	**256.572,35**	**130.896,84**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
79.992,51		79.992,51				
	50.904,33		50.904,33			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
79.993	**50.904**	**79.993**	**50.904**	**-**	**-**	**-**

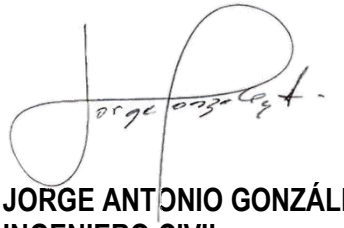
6 Conclusiones

- Teniendo como base los estudios en campo (aforos) se estimó el transito promedio diario semanal (TPDs), a su vez el transito atraído y generado, con dichos parámetros se estableció el transito futuro que pasará por la vía cuando se encuentre en funcionamiento.
- Se calcula las repeticiones admisibles y esperadas que producirán los vehículos que transitarán en la vía a diseñar cuando se encuentre en funcionamiento.
- Se recomienda el uso de las señales de tránsito al momento que se inicie la construcción de la vía, para evitar algún accidente o percances que se puedan presentar durante la ejecución de los trabajos.
- La cimentación de las señales de tránsito se realizará a través de cimientos aislados de sección cuadrada con lado igual a 0.50 m.

7 Limitaciones del estudio

Este documento fue realizado con base en las condiciones de tránsito obtenidas en los aforos vehiculares. Es necesario que durante la ejecución de los trabajos se lleven y se tomen las medidas y controles recomendados. Cualquier cambio que se realice sin previo conocimiento por parte del consultor durante las obras no garantizará tales situaciones.

Responsable del estudio,



JORGE ANTONIO GONZÁLEZ AYUS
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES
TP. 22202-110769COR

Bibliografía

Cárdenas Grisales, J. (2007). El volumen de tránsito atraído y desarrollado en carreteras de Colombia. Un caso real. 41-52. Recuperado el 30 de Septiembre de 2022, de https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/4039

INVIAS. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.* (ICPC, Ed.) INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO.

Londoño, C. (2004). *Diseño, Consrucción y Mantenimiento De Pavimentos de Concreto.* Medellín: Instituto Colombiano De Productores De Cemento ICPC.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2015). *Manual de señalización vial.*

Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *PAVIMENTOS Materiales, construcción y diseño.* Bogotá: ECOE EDICIONES.

TRANSPORTE, M. D. (2015). *Manual de señalización vial.*