Continuación Informe Y Diseño de Pavimento

8.0 Bibliografía

Asociación Colombiana de Productores de Concreto. (2013). *Especificaciones, diseño y construcción Pavimentos de Concreto Hidraulico.* Bogota: Asocreto.

CORONADO, C., VILLAFAÑE, R., & RIOS, L. (s.f.). *Resistencia de los Suelos a la licuación. .* Colombia.

Das, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de cimentaciones* (Cuarta ed.). México: International Thomson Editores.

DAS, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

Earth, G. (2016).

ECOPETROL. (2002). *Interpretación de Radar Sinú- San Jacinto.*

INVIAS. (2007). *NORMA INV E 132-07.* Bogotá, Colombia .

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., & Álvarez, J. (2008). *Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto.* Medellin: ICPC.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10). *TITULO H*, H-49.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10). *TITULO A.*

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10). *PREFACIO*, vi-v.

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

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 DISEÑO DE PAVIMENTO

GRUPO PROYECTO 13

Versión 1

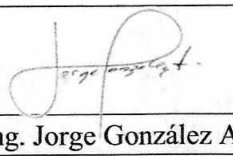
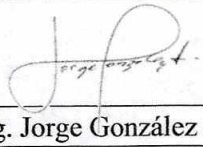
NOVIEMBRE DE 2024

BOGOTÁ D.C.

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	41

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

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

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

Tabla de contenido

Tabla de contenido 2

Introducción 1

1. Objetivos 2

1.1 Objetivo general 2

1.2 Objetivos específicos 2

2. Generalidades del proyecto 3

2.1 Localización del proyecto 3

2.2 Descripción del proyecto 4

3. Metodología 5

3.1 Trabajo de campo geotécnico 5

3.2 Caracterización vehicular 5

3.3 Diseño de estructura de pavimento 8

3.1.1 Método Portland Cement Association [PCA]para diseño de pavimentos de concreto 8

3.1.1.1 Análisis de fatiga 9

3.1.1.2 Análisis de Erosión 9

3.1.2 Variables de diseño método Portland Cement Association [PCA] 9

4.0 Resultados 10

4.1 Caracterización geotécnica 10

4.1.1 Descripción de la subrasante 10

4.1.2 Valor de capacidad relativa de soporte 10

4.1.3 Mejoramiento de la subrasante 11

4.2 Estudio de tránsito 13

4.3 Espesores de estructura de pavimento 14

4.3.1 Conformación de la subbase granular 14

4.3.2 Diseño Estructura de pavimento rígido 16

4.4 Geometría de losas de concreto hidráulico 17

4.5 Diseño de juntas 21

4.6 Sello de juntas 24

4.7 Drenajes 25

5.0 Conclusiones 26

6.0 Recomendaciones 28

7.0 limitaciones del estudio 33

8.0 Bibliografía 34

ANEXOS 35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tramos viales para diseñar 3
Tabla 2. Estimación del factor carril 7
Tabla 3. Estimación de K_3 para la proyección de tráfico 8
Tabla 4. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR 11
Tabla 5 Espesores de relleno existente y espesor remante 11
Tabla 6. Repeticiones esperadas en el periodo de diseño para barrios de las comunas 1, 2, 3 y 4 13
Tabla 7. Franjas granulométricas del material subbase granular 14
Tabla 8. Módulo de reacción conjunto SBG-SBR 15
Tabla 9. Resultados de diseño de espesor de losa 16
Tabla 10. Longitud máxima de losas en función del ancho de carril para losas de 190 mm de espesor y 40 kgf/cm^2 18
Tabla 11. Longitud máxima de losas en función del ancho de carril para losas de 200 mm de espesor y 40 kgf/cm^2 18
Tabla 12. Característica de acero de juntas transversales 23
Tabla 13. Característica de acero de juntas longitudinales 23
Tabla 14. Espesores de estructura de pavimento tramos viales comunas 1, 2, 3 y 4 26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del sector 4
Figura 2. Categorización de camiones 6
Figura 3. Representación gráfica de la construcción de la junta de expansión en pozos de Inspección centrados 19
Figura 4..Representación gráfica de la construcción de la junta de expansión en pozos de Inspección centrados (Segunda alternativa). 19
Figura 5.Representación gráfica de la construcción de la junta de expansión en pozos de inspección no centrados. 20
Figura 6. Esquema de refuerzos para losa con dos o más pozos de inspección 20
Figura 7.. Acero de refuerzo en ambas caras de la losa 20
Figura 8.Representación esquemática de barras longitudinales y transversales 21
Figura 9.Acero de refuerzo de junta longitudinal 21
Figura 10.Esquema de colocación de acero de refuerzo en juntas transversales 22
Figura 11.Acero de refuerzo de junta transversal 22
Figura 12.Estructura de pavimento definitiva para ancho de calzada de 6.0m y espesor de 190 mm .. 23
Figura 13.Estructura de pavimento definitiva para ancho de calzada de 6.0m y espesor de 200 mm .. 24
Figura 14.Detalle constructivo de bordillo prefabricado y vaciado "in situ" 31

Introducción

En el presente informe se presentan los resultados del diseño de espesores de la estructura de pavimento rígido a través del método de Portland Cement Association [PCA] en los tramos viales urbanos correspondientes al grupo de prioridad 13 de las comunas 1, 2, 3 y 4 en el municipio de Montería, Departamento de Córdoba, para lo cual se requiere como insumo la caracterización de las propiedades geomecánicas del suelo de soporte y la descripción de la carga vehicular proyectada en el periodo de diseño.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

- Determinar los espesores de subbase granular y capa de rodadura de la estructura de pavimento rígido en función de las características mecánicas del suelo natural de soporte y las cargas vehiculares en el periodo de diseño en los tramos viales urbanos correspondientes a las de las comunas 1, 2, 3 y 4 en el municipio de Montería, Córdoba, a través del método de diseño de la Portland Cement Association [PCA].

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el espesor de subbase granular de la estructura de pavimento rígido en función del aporte que genera al conjunto Subbase – subrasante.
- Determinar el espesor de la capa de rodadura en concreto hidráulico en función de la respuesta mecánica del conjunto subbase – subrasante.
- Determinar la geometría de las losas de concreto hidráulico que conforman la capa de rodadura de la estructura de pavimento rígido.

2. Generalidades del proyecto

2.1 Localización del proyecto

El proyecto en consideración se localiza en la zona urbana del Municipio de Montería, en el Departamento de Córdoba. Este estudio presenta como objeto diseñar la estructura de pavimento rígido de los tramos viales urbanos correspondientes a las comunas 1, 2, 3 y 4. A continuación, se muestra una relación de las vías y una imagen del sector:

Tabla 1. Tramos viales para diseñar

Comuna	Barrios	Tramos viales
		Calle 10 entre carrera 15W y carrera 17W
		Carrera 13W entre calle 14 y calle 15
		Carrera 15W entre calle 14A y calle 15
		Calle 31B entre carrera 3W y carrea 4W
		Carrera 7W Y Carrera 8W entre calle 36 y calle 39
		Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5
		Diagonal 7 entre transversal 4 y transversal 5
		Transversal 4 entre diagonal 24 y diagonal 25
		Calle 11A entre carrera 8F y transversal 9
		Carrera 25C entre calle 5 y calle 7B
		Calle 7B entre carrera 25C y carrera 27C
		Carrera 27C entre calle 6 y calle 9

Figura 1 Localización del sector



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

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto trata de la construcción de aproximadamente 2323 m de pavimento en concreto hidráulico, distribuidos en los tramos mostrados anteriormente. Como característica principal se evidencia la circulación en dos sentidos, con dos carriles, con un ancho de vía especifica en cada tramo vial. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

3. Metodología

3.1 Trabajo de campo geotécnico

En primera instancia se realizaron catorce (14) apiques o calicatas exploratorias ubicadas a lo largo de los tramos viales, con el fin de tomar muestras alteradas e "inalteradas" para realizar los respectivos ensayos de laboratorio y evaluar las características geotécnicas de cada una de las capas que conforman el soporte (subrasante) existente. Estos apiques se realizaron a una profundidad de 1.50 m, indicando la profundidad del nivel de agua freático NAF. Los apiques de identificaron con la letra "A" seguido de un número, el cual indica el orden en que se desarrollaron.

La información se encuentra consignada en el documento "***ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNAS 1, 2, 3 y 4 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA***" desarrollado por Ing. Esp. **Robinson Martínez Sandoval en noviembre de 2024.**

3.2 Caracterización vehicular

Una de las variables de mayor importancia en el diseño de estructuras de pavimento es el Transito, 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 las vías intervenidas entren en funcionamiento y de esta manera proyectar la circulación durante el periodo de diseño de la estructura de pavimento.

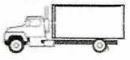
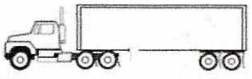
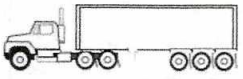
En este estudio es necesario tener en cuenta varios aspectos referidos a la clasificación de los vehículos, los factores de equivalencia de carga, distribución direccional y por carril y la proyección de las variables en la vida de diseño.

Para la caracterización de la carga vehicular, se desarrollaron conteos en diferentes puntos (estaciones de conteo) en adyacentes a las vías donde se proyecta la intervención, estos conteos se realizaron los días 28, 29 y 30 de octubre de 2024. La supervisión de la actividad del conteo vehicular

y el procesamiento de la información estuvo a cargo del Ingeniero Civil Jorge González Ayus, especialista en ingeniería de vías terrestres.

Para la categorización de camiones se adopta la clasificación propuesta por el INVIAS, la cual se muestra a continuación:

Figura 2. 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)

El tránsito promedio diario [TPD] se obtendrá con base en las estimaciones mencionadas anteriormente. Para la estimación del volumen ya sea de vehículos o ejes que circularan por los tramos viales 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:

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

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.

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 1, 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)

Así mismo, 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 2, los valores k_3.

El uso de este factor es fundamental para la caracterización de la variable de tránsito 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)

3.3 Diseño de estructura de pavimento

Para la determinación de los espesores de losa de concreto hidráulico y sub base granular se procedió a través del uso de la metodología de diseño PCA. El espesor de losa y sub base granular será el que cumpla con los criterios de fatiga y erosión expuesto en el método de diseño [PCA]. A continuación, se enuncia los aspectos relevantes de cada metodología de diseño.

3.1.1 Método Portland Cement Association [PCA]para diseño de pavimentos de concreto

La metodología expuesta por la Portland Cement Association [PCA], la cual, considera el efecto de confinamiento lateral a través de bermas o la ausencia de este; así mismo, contempla como mecanismo de transferencia de carga entre losas dos alternativas: trabazón de agregados o pasadores. El método de la PCA para diseño de pavimentos rígidos considera dos criterios de diseño, los cuales se expondrán de manera corta a continuación:

3.1.1.1 Análisis de fatiga

Considera que la estructura de pavimento puede fallar por fatiga en el concreto hidráulico de las losas que conforman la capa de rodadura, producto de las repeticiones de la carga vehicular en el periodo de diseño. El daño acumulado por fatiga durante el periodo de diseño de obtendrá al comparar el número de repeticiones admisibles de una carga vehicular especifica con las repeticiones proyectadas para la misma carga vehicular. El consumo de fatiga que se obtiene al realizar la sumatoria de la relación entre repeticiones admisibles y repeticiones esperadas para todos los tipos de carga vehicular, el valor obtenido no deberá superar el 100% para ser admitido el diseño.

3.1.1.2 Análisis de Erosión

Considera que los pavimentos fallan por bombeo (lavado de finos), erosión en la fundación, o deterioro de las juntas. Las probables fallas enunciadas anteriormente están asociadas a la presencia de deflexiones. El daño acumulado por erosión durante el periodo de diseño de obtendrá al comparar el número de repeticiones admisibles por erosión de una carga vehicular especifica con las repeticiones proyectadas para la misma carga vehicular. El consumo de erosión que se obtiene al realizar la sumatoria de la relación entre repeticiones admisibles y repeticiones esperadas para todos los tipos de carga vehicular, el valor obtenido no deberá superar el 100% para ser admitido el diseño.

3.1.2 Variables de diseño método Portland Cement Association [PCA]

Para el diseño de los espesores de las diferentes capas que conforman la estructura de pavimento rígido se debe considerar las siguientes variables:

- Módulo de reacción de la subrasante
- Resistencia a la flexión del concreto hidráulico
- Confinamiento lateral de la estructura de pavimento
- Mecanismo de transferencia de carga entre losas
- Periodo de diseño
- Caracterización de cargas vehiculares.

4.0 Resultados

4.1 Caracterización geotécnica

4.1.1 Descripción de la subrasante

Para la caracterización de los tramos viales se realizaron catorce (14) apiques o calicatas exploratorias ubicadas a lo largo de los tramos viales, a una profundidad de 1.50 m, a los cuales se les tomó muestras inalteradas cada vez que se evidenció cambio en las características físicas (color, textura, contenido de humedad, etc). A las muestras extraídas se les desarrollaron los siguientes ensayos:

- Humedad natural
- Peso unitario
- Límite líquido
- Límite plástico
- Gradación
- Capacidad relativa de soporte
- Expansión libre

Las características principales encontradas en los tramos viales, en el municipio de Montería, Córdoba se encuentran en las tablas 14 – 17, 23 – 26, 32 – 34 y 38 – 40, del documento ***ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNA 1, 2, 3 y 4 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA***." desarrollado por Ing. Esp. Robinson Martínez Sandoval en noviembre de 2024".

4.1.2 Valor de capacidad relativa de soporte

Para la medición de la capacidad relativa se tomó muestras inalteradas para la evaluación de la capacidad relativa de soporte [CBR] del suelo en condición natural. Para la obtención del valor de capacidad relativa de soporte del tramo vial se utilizó un promedio entre los valores de CBR de los apiques, para una condición sumergida, debido a las condiciones hidráulicas de la zona. En los tramos donde se encontró un espesor de material de lleno superior a 0.90m se tomó una muestra alterada representativa y se desarrolló el ensayo de CBR en laboratorio.

Tabla 4. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR

Tramos viales	CBR [%]
Calle 10 entre carrera 15W y carrera 17W	Lab (19%)
Carrera 13W entre calle 14 y calle 15	Lab (23%)
Carrera 15W entre calle 14A y calle 15	Lab (21%)
Calle 31B entre carrera 3W y carrea 4W	6.2
Carrera 7W Y Carrera 8W entre calle 36 y calle 39	Lab (20%)
Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5	Lab (26%)
Diagonal 7 entre transversal 4 y transversal 5	Lab (30%)
Transversal 4 entre diagonal 24 y diagonal 25	Lab (32%)
Calle 11A entre carrera 8F y transversal 9	4.9
Carrera 25C entre calle 5 y calle 7B	Lab (21%)
Calle 7B entre carrera 25C y carrera 27C	Lab (25%)
Carrera 27C entre calle 6 y calle 9	Lab (25%)

4.1.3 Mejoramiento de la subrasante

Este aspecto es fundamental para la evaluación de la propiedad mecánica del soporte del conjunto de las capas que servirán de apoyo a la losa de concreto hidráulico, así mismo, se realizó un evaluación del espesor de la capa de rodadura existente, con el objeto de revisar el aporte de esta como material de mejoramiento una vez se desarrolle la actividad de corte para la construcción de la capa de sub base y espesor de losa., es decir, se deberá tener en cuenta el aporte estructural del material remanente en términos de resistencia mecánica. A continuación, se muestra en la tabla 5 los espesores de relleno existente y el espesor remanente al realizar un corte de 400 mm

Tabla 5 Espesores de relleno existente y espesor remante

Tramos viales	Espesor de relleno existente [mm]	Espesor relleno después de corte de 400 mm promedio [mm]
Calle 10 entre carrera 15W y carrera 17W	990	590
Carrera 13W entre calle 14 y calle 15	1000	600
Carrera 15W entre calle 14A y calle 15	850	450
Calle 31B entre carrera 3W y carrea 4W	500	100
Carrera 7W Y Carrera 8W entre calle 36 y calle 39	830	430
Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5	900	500
Diagonal 7 entre transversal 4 y transversal 5	800	400

Transversal 4 entre diagonal 24 y diagonal 25	900	500
Calle 11A entre carrera 8F y transversal 9	600	200
Carrera 25C entre calle 5 y calle 7B	900	500
Calle 7B entre carrera 25C y carrera 27C	980	580
Carrera 27C entre calle 6 y calle 9	980	580

Con el objeto de homogenizar el soporte de las estructuras de pavimento proyectadas en los diferentes tramos viales, se estima 65 MPa/m como valor mínimo de K del conjunto de la combinación de sub base y material de mejoramiento, es decir, se deberá garantizar este valor ya sea a través del aporte estructural del material remanente una vez que este tenga un espesor considerable y un valor de capacidad relativa de soporte suficiente o a través de la colocación, conformación y compactación de una capa nueva de material granular.

El espesor de mejoramiento de subrasante en material granular existente deberá ser mínimo 400 mm, siempre que el espesor de material remanente sea menor a 400mm, ya que no se puede adicionar el material de mejoramiento encima del material remanente por temas geométricos (niveles) respecto a las viviendas adyacentes, así mismo, el valor de CBR mínimo deberá ser de 10%. La cota inferior del mejoramiento de la subrasante estará gobernada por la cota de acabado de la estructura de pavimento, la cual está sujeta al diseño geométrico de la vía, nivel de viviendas o a los cambios de pendiente longitudinal, es decir, a partir de la cota de acabado se debe descontar el espesor de la capa de rodadura (losa en concreto hidráulico), el espesor de la capa de subbase y los 400 mm de espesor mínimo del mejoramiento; para así determinar la cota de inicio del mejoramiento. Posteriormente se deberá comparar con la cota natural o actual del terreno, para así determinar si existe la necesidad de reajustar la estructura existente.

Si durante el proceso de excavación o corte se evidencia suelos saturados altamente deformables, se recomienda realizar un reemplazo con el objeto de mitigar deformaciones en la capa de soporte, el cual, consiste en la colocación de piedra gruesa (rajón) de mejoramiento en un espesor no inferior a 0,500m (500mm).

El proceso de reemplazo consiste en la colocación y posterior apisonamiento de piedra rajón, esto se debe realizar hasta que se evidencie un soporte firme y que no presente deformaciones excesivas. Seguidamente realizar un sello en la parte superior de la capa de piedra rajón, el cual consiste en

colocar una capa en material granular con un espesor de 0,10m (100mm), lo cual busca cerrar los intersticios presentes entre las partículas de piedra rajón. Una vez finalizado el proceso de sello, se recomienda el paso de una volqueta sencilla cargada, con la finalidad de verificar la ausencia de las altas deformaciones observadas inicialmente.

4.2 Estudio de tránsito

La información se tomó del informe de tránsito elaborado por el Ingeniero Civil Jorge González Ayus, especialista en ingeniería de vías terrestres, del cual, se tomará la distribución porcentual de vehículos comerciales medida a través de los conteos desarrollados, así mimo, se hará uso de la información de TPDs consignada en el informe citado anteriormente. Las repeticiones esperadas en el periodo de diseño se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 6. Repeticiones esperadas en el periodo de diseño para barrios de las comunas 1, 2, 3 y 4

Cargas [ton]	Calle 10 entre carrera 15W y carrera 17W	Carrera 13W entre calle 14 y calle 15	Carrera 15W entre calle 14A y calle 15	Calle 31B entre carrera 3W y carrea 4W	Carrera 7W Y Carrera 8W entre calle 36 y calle 39	Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5
	Repeticiones esperadas					
3.1	109219	72479	72644	253196	180369	108144
6.0	50969	43487	50851	57873	64933	57677
6.6	109219	72479	72644	253196	180369	108144
11.0	50969	43487	50851	57873	57718	50467
21.0	0	0	0	0	0	0
22.0	0	0	0	0	7215	7210
24.0	0	0	0	0	0	0
Cargas [ton]	Diagonal 7 entre transversal 4 y transversal 5	Transversal 4 entre diagonal 24 y diagonal 25	Calle 11A entre carrera 8F y transversal 9	Carrera 25C entre calle 5 y calle 7B	Calle 7B entre carrera 25C y carrera 27C	Carrera 27C entre calle 6 y calle 9
	Repeticiones esperadas					
3.1	187864	108144	108078	79993	79993	79993
6.0	65030	57677	64847	50904	50904	50904
6.6	187864	108144	108078	79993	79993	79993
11.0	50579	50467	57642	50904	50904	50904
21.0	0	0	0	0	0	0

22.0	14451	7210	7205	0	0	0
24.0	0	0	0	0	0	0

La proyección de repeticiones se desarrolló para un crecimiento del 4.0% anual.

En el anexo 2 del presente informe se muestra detalladamente el procedimiento para la obtención de los valores registrados en la tablas 6.

4.3 Espesores de estructura de pavimento

4.3.1 Conformación de la subbase granular

El objeto de la construcción de la subbase granular es que las losas se apoyen sobre una capa uniforme y nivelada, con buen soporte y así prevenir el lavado de material, es decir, este no debe ser bombeable (de fácil lavado de finos), por lo cual debe tener como característica un límite liquido (LL) máximo de 25% y un índice de plasticidad (IP) inferior a 6%. Con el objeto de garantizar un adecuado acomodamiento de partículas durante el proceso de conformación y compactación de capa de subbase granular, el tamaño máximo de partículas del material a utilizar debe ser menor a un tercio del espesor de la capa.

Adicional debe cumplir con alguna de las franjas granulométricas que se muestras a continuación las cuales fueron tomadas de la especificación de subbase granular INV 320-22 del INVIAS.

Tabla 7. Franjas granulométricas del material subbase granular

Tabla 320 — 3. Franjas granulométricas del material de subbase granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)								
	50,0	37,5	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Nota: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Fuente: *Norma INVIAS INVE – 320-22, 2022*

El proceso de compactación de la capa de subbase respectivamente deberá ser realizado por subcapas, de espesores no mayores a 0,150m (150 mm), en el caso, que el espesor sea mayor a esta dimensión. Se debe compactar cada subcapa por lo menos hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación modificado realizado en el laboratorio

El material utilizado como subbase granular debe cumplir con los criterios de dureza, durabilidad, limpieza y resistencia descritos en la tabla 2 de la especificación de subbase granular INV 320-22 del INVIAS. Anexo a este informe se encuentran las especificaciones de Subbase (INV 311-22, INV 320 -22).

La estructura de pavimento a diseñar contempla el uso de subbase granular, a partir del espesor de esta se determina la respuesta del módulo de reacción del conjunto subbase – subrasante [kconjunto] el cual, es una variable de diseño de la estructura de pavimento. Este parámetro se obtuvo a partir del espesor de mejoramiento recomendado mínimo de 400 mm y de espesores de subbase de 200 mm.

Tabla 8. Módulo de reacción conjunto SBG-SBR

Tramos viales	Espesor mejoramiento [mm]	Espesor subbase [mm]	Kconjunto [MPa/m]
Calle 10 entre carrera 15W y carrera 17W	0	200	85
Carrera 13W entre calle 14 y calle 15	0	200	94
Carrera 15W entre calle 14A y calle 15	0	200	89
Calle 31B entre carrera 3W y carrea 4W	400	200	67
Carrera 7W Y Carrera 8W entre calle 36 y calle 39	0	200	87
Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5	0	200	100
Diagonal 7 entre transversal 4 y transversal 5	0	200	109
Transversal 4 entre diagonal 24 y diagonal 25	0	200	113
Calle 11A entre carrera 8F y transversal 9	400	200	66
Carrera 25C entre calle 5 y calle 7B	0	200	89
Calle 7B entre carrera 25C y carrera 27C	0	200	98
Carrera 27C entre calle 6 y calle 9	0	200	98

En el anexo 1 del presente informe se expresa detalladamente el procedimiento para la determinación del valor de K del conjunto.

4.3.2 Diseño Estructura de pavimento rígido

Una vez determinadas las propiedades geomecánicas del suelo, así como la variable transito; se procedió a diseñar la estructura de pavimento correspondiente a la zona de estudio, teniendo en cuenta los diferentes parámetros que intervienen tales como el confinamiento, el modo de transferencia de carga, módulo de rotura a la flexión de la mezcla de concreto hidráulico a utilizar. Para el diseño de toda la estructura de pavimento se utilizó la metodología de la Portland Cement Association (PCA).

A continuación, se muestran los valores y condiciones de las diferentes variables de diseño:

- Módulo de reacción del conjunto sub base - subrasante: mayor a 65 MPa/m según las combinaciones de mejoramiento – subbase consignadas en la tabla 9.
- Resistencia a la flexión del concreto hidráulico: para un numero de camiones diario entre 25 y 150 la tabla 3.1 del anexo 3 del manual de diseño de pavimentos de concreto del INVIAS recomienda 40 kgf/cm^2 .
- Confinamiento lateral de la estructura de pavimento: No bermas
- Mecanismo de transferencia de carga entre losas: Dovelas
- Periodo de diseño: 20 años
- Factor de seguridad de carga: para un TPDs menor a 500 se considera nivel de tránsito NT1 para el cual, el método de diseño de PCA sugiere mayorar las cargas a través de un factor de 1.0
- Caracterización de cargas vehiculares: tabla 6 del presente informe.

A continuación, se muestran los resultados en cada una de las corridas de acuerdo con las condiciones enunciadas anteriormente:

Tabla 9. Resultados de diseño de espesor de losa

Tramos viales	Módulo de rotura, Mr [kgf/cm^2]	Espesor de losa [mm]	Consumo de fatiga [%]	Consumo de erosión [%]
Calle 10 entre carrera 15W y carrera 17W	40	200	30.37	1.424
Carrera 13W entre calle 14 y calle 15	40	190	59.63	1.96

Carrera 15W entre calle 14A y calle 15	40	190	80.36	2.308
Calle 31B entre carrera 3W y carrea 4W	40	200	69.32	1.729
Carrera 7W Y Carrera 8W entre calle 36 y calle 39	40	200	31.84	2.01
Diagonal 25 entre transversal 4 y transversal 5	40	190	56.68	2.814
Diagonal 7 entre transversal 4 y transversal 5	40	190	44.43	3.334
Transversal 4 entre diagonal 24 y diagonal 25	40	190	39.45	2.718
Calle 11A entre carrera 8F y transversal 9	40	200	70.96	2.168
Carrera 25C entre calle 5 y calle 7B	40	190	80.45	2.315
Calle 7B entre carrera 25C y carrera 27C	40	190	60.96	2.27
Carrera 27C entre calle 6 y calle 9	40	190	60.97	2.27

En el anexo 3 del presente informe se muestra el proceso de obtención de los valores de consumo de fatiga y erosión para diferentes tramos viales, según la combinación de espesor de losas y parámetros de resistencia del soporte.

4.4 Geometría de losas de concreto hidráulico

Para la modulación de las losas se adopta los criterios expuestos en las especificaciones generales de construcción de carreteras de INVIAS 2013, en el artículo 500 en el numeral **5.2.2.3 Refuerzo de losas**, se describe las siguientes situaciones en las cuales se debe colocar acero de refuerzo.

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor a 1.40
- Losas de forma irregular (diferente a la rectangular o cuadrada).
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las de las losas adyacente.

Si bien no está explicito un criterio de relación largo/ ancho se infiere un valor máximo de 1.40, debido a que para valores inferiores no se requiere de refuerzo en las losas.

Sin embargo, en el Manual de diseño de pavimento de concreto de bajos, medio y altos volúmenes de tránsito, está especificado en el capítulo 6 Consideraciones sobre pavimentos especiales **"En general se recomienda que el espesor de cualquier losa para pavimentos de concreto no tenga menos de 13 cm de espesor y que la longitud de las losas no sea mayor a 25 veces el espesor ni mayor a 1,3 veces el ancho de la misma".**

En el presente diseño se adopta el criterio del manual de diseño de pavimentos de concretos del INVIAS, el cual expresa una relación larga – ancho máximo de 1.30. Así mismo, se verifica que la longitud de las losas sea el menor valor ente 24 veces el espesor [h] de esta y cinco (5) veces el radio de rigidez relativa [l]. En el anexo 4 del presente informe, se evidencia la verificación de estos criterios.

Para losas de 190 y 200 mm de espesor elaboradas con un módulo de rotura a flexión de 40 kgf/cm^2 el radio de rigidez relativa es de 693.52 mm y 720.72 mm respectivamente. Por lo anterior utilizando el criterio de 24 veces el espesor de losa se obtiene una longitud máxima de 4.56m y 4.80m respectivamente. A través del uso del criterio de cinco veces el radio de rigidez relativa se obtiene una longitud máxima de 3.46m y 3.60 m respectivamente. Seguidamente, los valores registrados en cada uno de los criterios expuestos anteriormente se compararon con los determinados a partir de la relación largo de losa – ancho de carril, la cual, se varió desde 1.00 hasta 1.30. La información de la longitud máxima de losa en función del ancho de carril se muestra en las tablas 10 y 11.

Tabla 10. Longitud máxima de losas en función del ancho de carril para losas de 190 mm de espesor y 40 kgf/cm^2.

	Ancho de calzada, [m]				
L/Ac	5.0	5.5	6	6.5	7
1	2.50	2.75	3.00	3.25	3.5
1.1	2.75	3.0	3.30	3.5	3.5
1.2	3.00	3.30	3.5	3.5	3.5
1.3	3.25	3.5	3.5	3.5	3.5

Tabla 11. Longitud máxima de losas en función del ancho de carril para losas de 200 mm de espesor y 40 kgf/cm^2.

	Ancho de calzada, [m]				
L/Ac	5	5.5	6	6.5	7
1	2.50	2.70	3.00	3.20	3.50
1.1	2.70	3.00	3.30	3.50	3.60
1.2	3.00	3.30	3.60	3.60	3.60
1.3	3.20	3.50	3.60	3.60	3.60

Las losas con formas irregulares y que no cumplan con las condiciones descritas anteriormente se deben reforzar doblemente con barra de ½" pulgada de diámetro, cada 25 cm en ambos sentidos. Este refuerzo debe ser colocado a 6cm de la parte superior e inferior de la losa. En el anexo 4 de este

informe se muestra de manera detallada el proceso para determinar el radio de rigidez relativa para ser comparado en los criterios de selección de longitud máxima de losas.

En los pozos de inspección, se debe ajustar la modulación de las losas manteniendo la relación de esbeltez, con el fin que la Junta transversal coincida con dichas estructuras y así prevenir las fisuras que aparecerán por retracción del concreto. Cuando la junta de expansión alrededor de las tapas de los pozos coincide con la junta transversal y la junta longitudinal se construye como se describe:

Figura 3. Representación gráfica de la construcción de la junta de expansión en pozos de Inspección centrados

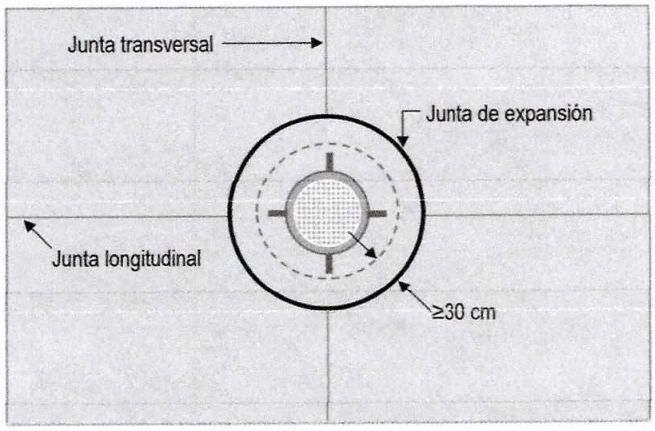
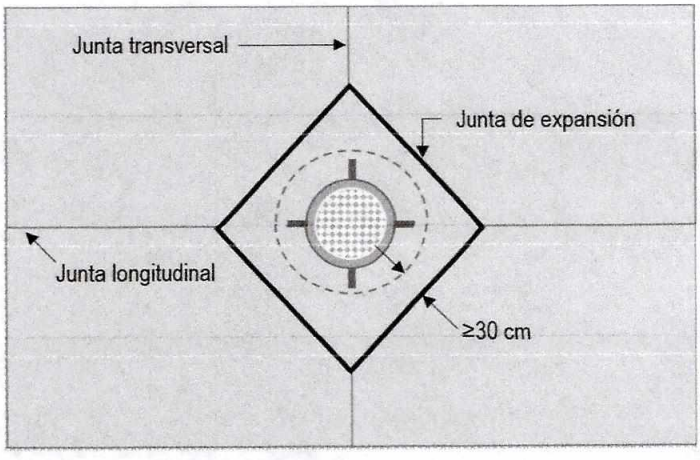
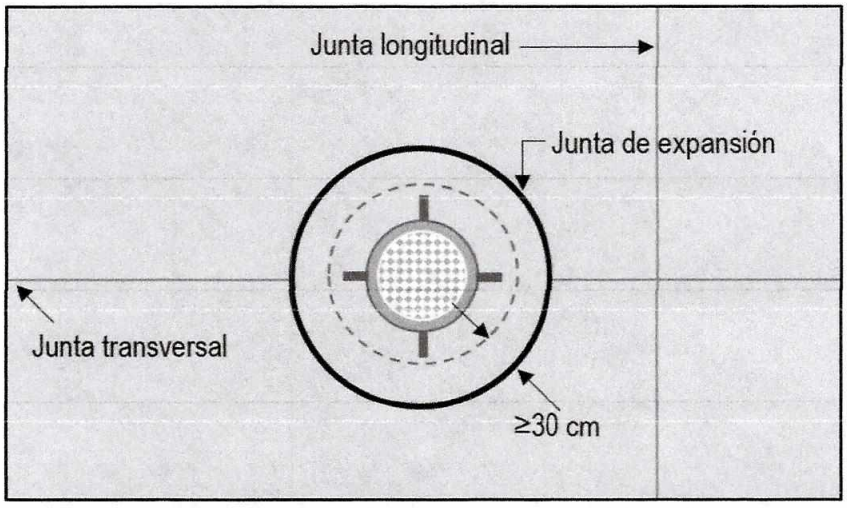


Figura 4..Representación gráfica de la construcción de la junta de expansión en pozos de Inspección centrados (Segunda alternativa).



Cuando la junta de expansión alrededor de las tapas de los pozos no coincide con la junta longitudinal, se debe ajustar la modulación para que la junta transversal coincida con el eje del pozo:

Figura 5.Representación gráfica de la construcción de la junta de expansión en pozos de inspección no centrados.



Para el caso en que el pozo de inspección coincida con la junta Longitudinal, se ajusta la modulación, con el fin que la junta transversal coincida con el pozo. Así mismo cuando se tienen varios pozos de inspección, se debe remodular con el objeto de que estos coincidan dentro de la misma losa, la cual debe de ser reforzada mediante una parrilla.

Figura 6. Esquema de refuerzos para losa con dos o más pozos de inspección

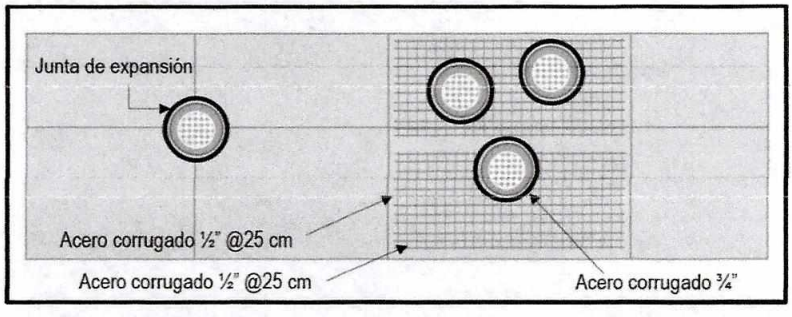
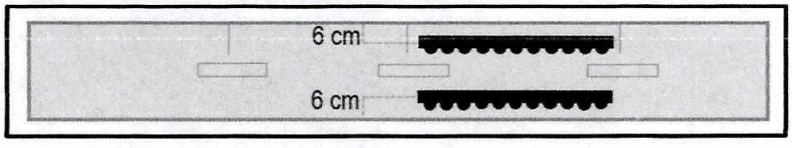


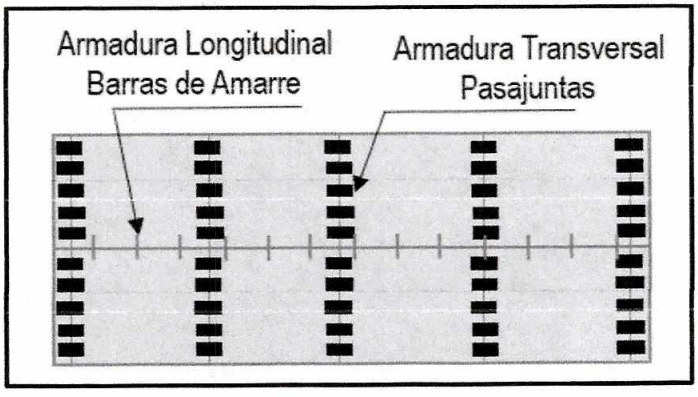
Figura 7.. Acero de refuerzo en ambas caras de la losa



4.5 Diseño de juntas

Las juntas longitudinales las cuales se utilizan con el propósito de evitar el corrimiento y o desplazamiento de las losas, deben ser de acero corrugado, y deben quedar ahogadas en la mitad de la losa.

Figura 8.Representación esquemática de barras longitudinales y transversales



Cuando el pavimento que se construye no tiene confinamiento lateral, es necesario dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje, para impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro. Los aceros, como se dijo deben cumplir con el Artículo INV 500-13 y lo que sea aplicable del Artículo 640-07, se admiten aceros con resistencia de 187,5 MPa (40000 psi) y 280 MPa (60000 psi). La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje se puede hacer según los criterios indicados.

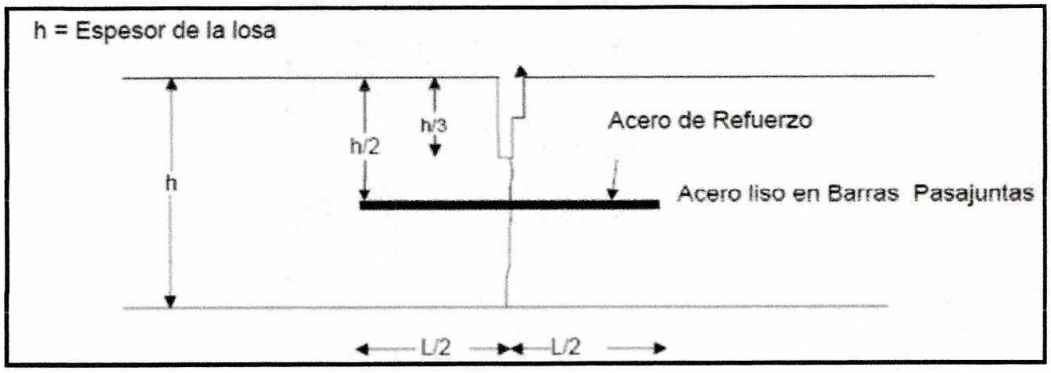
Figura 9.Acero de refuerzo de junta longitudinal

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de fy= 280 MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Fuente: *Londoño & Álvarez, 2008*

Las barras pasajuntas (Usadas en Juntas Transversales, de Construcción y en algunos casos de Expansión) se utilizan como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero liso, engrasado en ambos extremos y deberán quedar ahogadas en las losas con las dimensiones y en la posición indicada en la figura. Con un límite de fluencia (fy) mínimo de 420 MPa (60000 psi), de acuerdo con el Artículo INV 500-13 y el Artículo INV 640-13.

Figura 10.Esquema de colocación de acero de refuerzo en juntas transversales



Fuente: *Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2013*

Figura 11.Acero de refuerzo de junta transversal

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada	mm	mm
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente: Londoño & Álvarez, 2008

Para el diseño propuesto el acero de las juntas transversales debe ser liso y con un límite de fluencia de 420 MPa con las siguientes características:

Tabla 12. Característica de acero de juntas transversales.

Espesor del pavimento [mm]	Diámetro del pasador [in]	Longitud [mm]	Separación entre centros [mm]
190 - 200	*1*	*350*	*300*

Por otra parte, el acero de las juntas longitudinales debe ser corrugado y con un límite de fluencia de 280 MPa con las siguientes características:

Tabla 13. Característica de acero de juntas longitudinales

Espesor de losa [mm]	Diámetro barra [in]	Separación [mm]	Longitud [mm]
190 - 200	½	1200	850

De manera esquemática se muestra en las figuras 12, 13 la longitud máxima de losa y distribución final de la estructura de pavimento, en el caso particular de espesor de losa de 190 mm y 200 mm y ancho de vía de 6.0m.

Figura 12.Estructura de pavimento definitiva para ancho de calzada de 6.0m y espesor de 190 mm

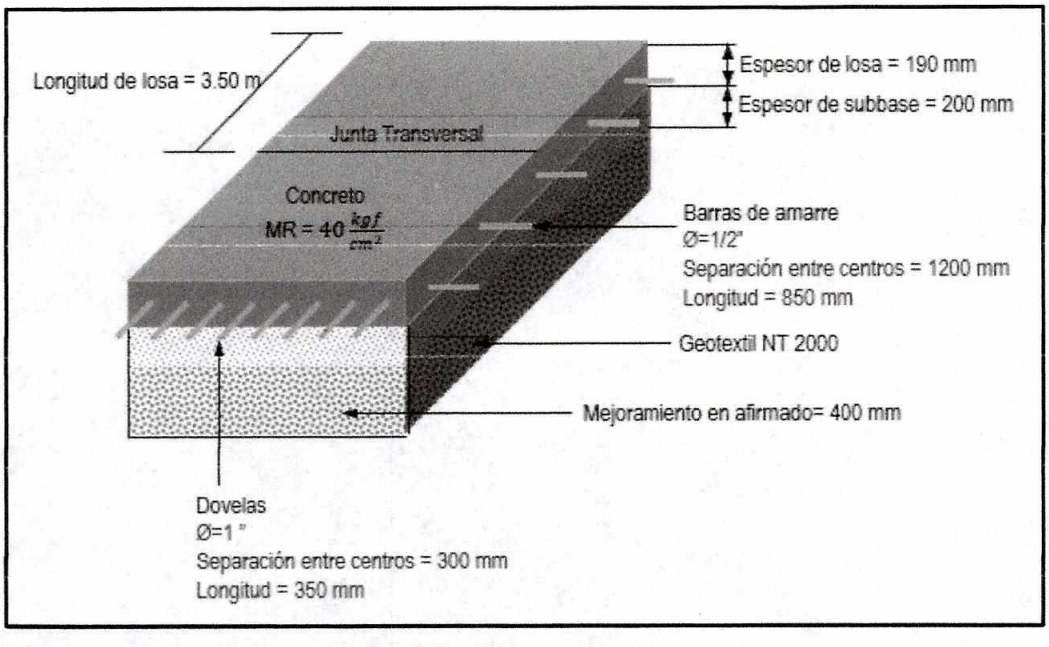
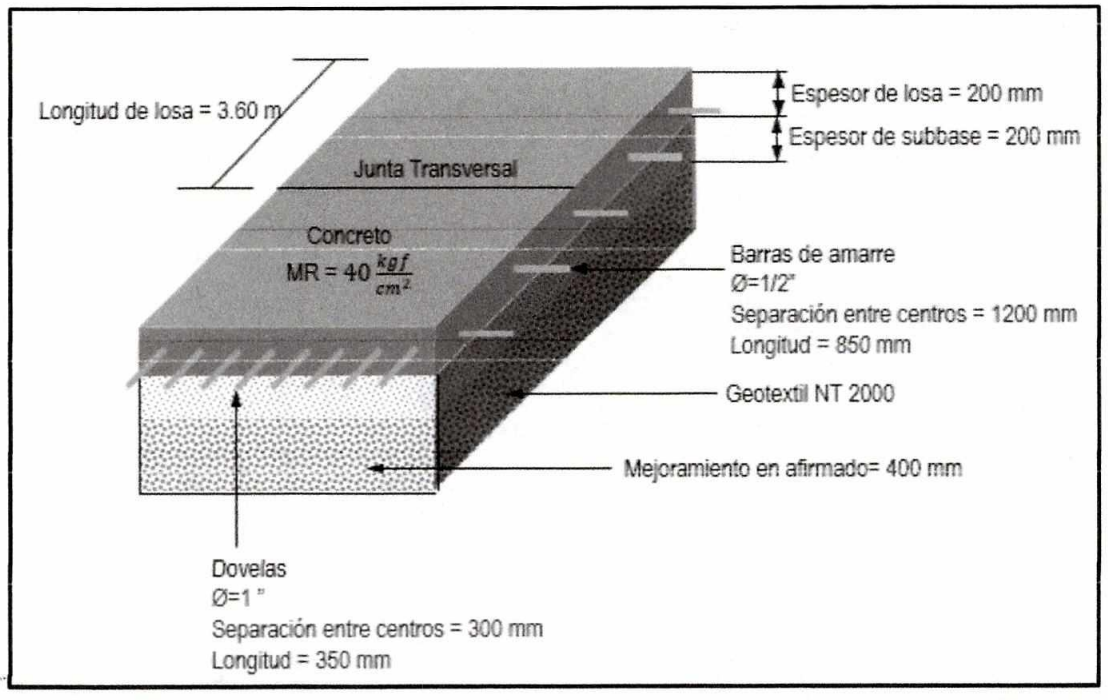


Figura 13.Estructura de pavimento definitiva para ancho de calzada de 6.0m y espesor de 200 mm



4.6 Sello de juntas

El sistema de sellado de juntas para pavimentos de Concreto debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, el arrastre por las llantas de los vehículos, la resistencia a la acción del agua, los solventes, los rayos ultravioletas, la acción de la gravedad y el calor, con materiales estables y elásticos.

El espacio de la junta a sellar ha de estar seco y completamente limpio, lo que se puede lograr con lavado, barrido y luego soplado con compresor.

La junta transversal deber inducidas con platina y selladas con material bituminoso o de silicona. Deben cumplir con las siguientes características geométricas:

- Para juntas de 6mm de ancho, La profundidad del sello debe ser mínimo 6 mm y máximo 12 mm.
- La superficie del sello debe quedar 3 mm por debajo de la superficie de la losa.

4.7 Drenajes

En los sectores o tramos viales a pavimentar se recomienda un sistema de drenaje adecuado, pendientes transversales del 2.00% y longitudinales al menos de 0.50%, con el fin de evacuar las aguas de escorrentía producto de la precipitación pluvial, sin embargo, el valor de las pendientes está sujeto al diseño geométrico de la vía. El uso de sistemas de drenajes sub superficial no se considera dentro del alcance del presente informe, debido a que obedece al desarrollo de un análisis hidrológico e hidráulico.

5.0 Conclusiones

El diseño de los espesores de las nuevas estructuras de pavimento proyectadas se realizó a través del método de diseño propuesto por Portland Cement Association [PCA]. Las estructuras de pavimento diseñadas se analizaron para diferentes valores de módulo de reacción del conjunto sub base - subrasante, los cuales, resultaron de la combinación de un espesor de mejoramiento [400mm] y el valor mínimo de CBR del material de mejoramiento, el cual, se seleccionó un valor de 10%. Para el desarrollo de numérico de los resultados del módulo de reacción de la subrasante se utilizó la expresión de Ivanov. El espesor de la capa de apoyo subbase se analizó para un único valor de 200mm. La característica mecánica de la capa de rodadura se revisó un único valor de módulo de rotura a flexión de 40 kgf/cm^2.

El desarrollo del análisis de sensibilidad de las diferentes variables enunciadas anteriormente articuladas con la variable transito arrojo la siguiente estructura de pavimento:

Tabla 14. Espesores de estructura de pavimento tramos viales comunas 1, 2, 3 y 4

Municipio	Tramo vial	Módulo de rotura flexión de la mezcla de concreto hidráulico [kgf/cm^2.]	Espesor de concreto [mm]	Espesor de sub-base granular [mm]	Espesor mejoramiento [mm]
Montería	Comuna 1, 2, 3 y 4	40	190	200	400
Montería	Comuna 1, 2, 3 y 4	40	200	200	400

La selección de esta combinación de variables se realizó con base a los criterios de fatiga y erosión que propone le método de diseño PCA, el cual, expresa que no debe superar el 100%. En la tabla 10 del presente informe se evidencia los valores del consumo de fatiga y erosión de los diferentes tramos viales.

Para el dimensionamiento en planta (largo y ancho de losa) de la estructura de pavimento seleccionada se adoptó el criterio del manual de diseño de pavimentos de concretos del INVIAS, el cual expresa una relación largo – ancho máximo de 1.30. Así mismo, se verifica que la longitud de las

losas sea el menor valor ente 24 veces el espesor [h] de esta y cinco (5) veces el radio de rigidez relativa [l]. En el anexo 4 del presente informe, se evidencia la verificación de estos criterios.

Las losas con formas irregulares y que no cumplan con las condiciones descritas anteriormente se deben reforzar doblemente con barra de ½" pulgada de diámetro, cada 25 cm en ambos sentidos. Este refuerzo debe ser colocado a 6 cm de la parte superior e inferior de la losa. En el anexo 4 de este informe se muestra de manera detallada el proceso para evaluar el radio de rigidez relativa de las losas.

6.0 Recomendaciones

El proceso de compactación de esta capa deberá ser realizado por subcapas, de espesores no mayores a 0,15m (150 mm). Se debe compactar cada subcapa por lo menos hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación modificado realizado al material de subbase en el laboratorio. El objeto de la construcción de la subbase granular es que las losas se apoyen sobre una capa uniforme y nivelada, con buen soporte y así prevenir el lavado de material, es decir, este no debe ser bombeable (de fácil lavado de finos), por lo cual debe tener como característica un límite liquido (LL) máximo de 25% y un índice de plasticidad (IP) inferior a 6%. Con el objeto de garantizar un adecuado acomodamiento de partículas durante el proceso de conformación y compactación de la capa de subbase granular, el tamaño máximo de partículas del material a utilizar debe ser menor a un tercio del espesor de la capa.

Adicional debe cumplir con alguna de las franjas granulométricas que se muestras a continuación las cuales fueron tomadas de la especificación de subbase granular INV 320-22 del INVIAS.

Tabla 320 — 3. Franjas granulométricas del material de subbase granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. Standard)								
	50,0	37,5	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

El material utilizado como subbase granular debe cumplir con los criterios de dureza, durabilidad, limpieza y resistencia descritos en la tabla 2 de la especificación de subbase granular INV 320-13 del INVIAS. Anexo a este informe se encuentran las especificaciones referenciadas para Afirmado y Subbase (INV 311-22, INV 320 -22).

Tabla 320 — 2. Requisitos de los agregados para subbases granulares

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular		
		Clase A	Clase B	Clase C
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%): - 500 revoluciones	E-218	 50	 50	 50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30	35	-
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). *(Nota)*: - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18	 12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%).	E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo.	E-148	40	30	30

Así mismo, si fuera necesario desarrollar la construcción de la capa de mejoramiento, este procedimiento consiste en conformar una capa de espesor de 400 mm en material granular. Para la conformación del mejoramiento se realizará un proceso de compactación, el cual deberá ser realizado por subcapas, de espesores no mayores a 0,150m (150 mm). Se debe compactar cada subcapa por lo menos hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación modificado realizado al material de mejoramiento granular en el laboratorio. El material de mejoramiento debe tener un valor de CBR mínimo de10% y además debe cumplir con las especificaciones descritas en el artículo INV 300 -22 y INV 311 – 22 de la norma INVIAS.

.

Tabla 311 — 1. Requisitos de los agregados para afirmados

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles a quinientas (500) revoluciones (Granulometría A), máximo (%): - NT1 - NT2 - NT3	E-218	 50 30 30
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%).	E-125	35
Índice de Plasticidad (%).	E-125 y E-126	4 – 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2
Contracción lineal.	E-127/E-129	Tabla 311 — 3

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.	E-148	≥ 15

Tabla 311 — 2. Franjas granulométricas del material de afirmado

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)							
	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	3/4 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)							
A-38	100	-	80 — 100	60 — 85	40 — 65	30 — 50	13 — 30	9 — 18
A-25	-	*100*	*90 — 100*	*65 — 90*	*45 — 70*	*35 — 55*	*15 — 35*	*10 — 20*
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

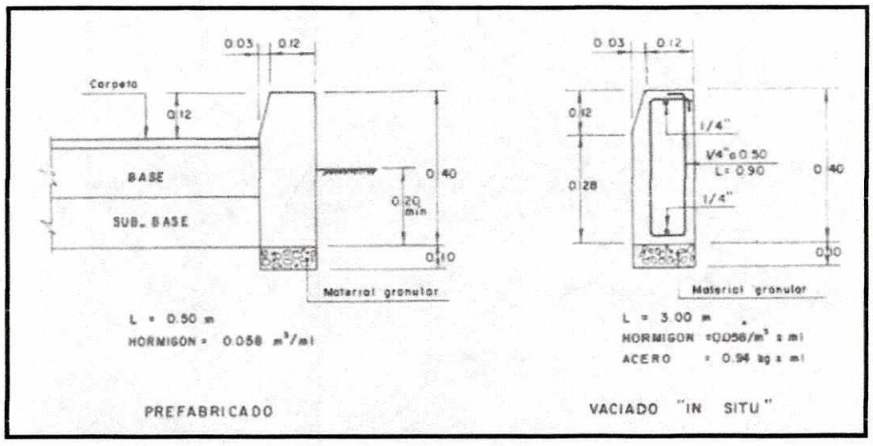
Tabla 311 — 3. Relaciones que debe cumplir el material de afirmado

Relación	Requisito
$\frac{\%\ pasa\ tamiz\ nro.200}{\%\ pasa\ tamiz\ No.10}$	0,20 – 0,45
$\frac{\%\ pasa\ tamiz\ nro.200}{\%\ pasa\ tamiz\ No.\ 40}$	≤ 2/3
{(% pasa tamiz de 1 pulgada) - (% pasa tamiz nro. 10)} × {% pasa tamiz nro. 4}	16 – 34
(% de contracción lineal) × (% pasa tamiz nro. 40)	100 – 240

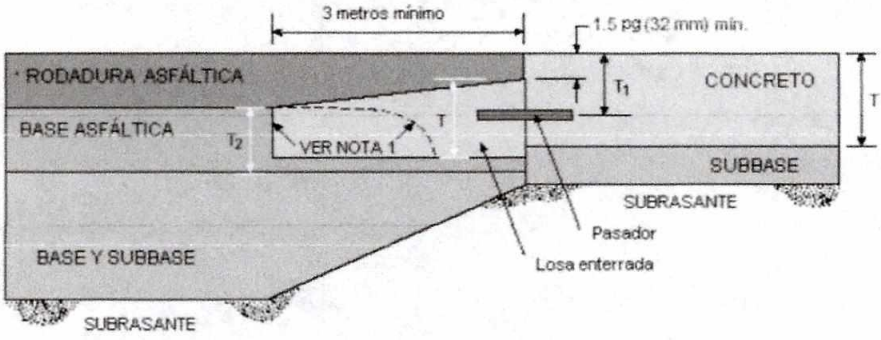
Las losas de la capa de rodadura deben ser elaboradas con una mezcla de concreto hidráulico, que presente como característica principal en estado endurecido, un valor módulo de rotura a la flexión de 40 kg/cm^2 a 28 días.

Si requieren bordillos estos pueden ser prefabricados (sin refuerzo) o fundidos in situ (con refuerzo), con un ancho de 0,15m (150mm) y altura 0,50m (500mm). En el caso que sea fundido "in situ" el bordillo, este deberá llevar dilataciones cada 0.80m (800mm) de tal modo que, de una apariencia de bordillo prefabricado. Los bordillos deben tener una pendiente longitudinal similar a la del eje de la vía (0,50%). La mezcla de concreto hidráulico debe tener como requerimiento de resistencia a la compresión 17.50 MPa.

Figura 14.Detalle constructivo de bordillo prefabricado y vaciado "in situ"



En caso de que llegase a presentar una transición de pavimento flexible a pavimento rígido se recomienda desarrollar el proceso constructivo descrito en la siguiente imagen:



Fuente: *(Sánchez, 2016, diapositiva 91)*

Donde:

T: espesor de diseño del pavimento rígido

T_1: (T + 1.5") /2 o T_1: (T + 75mm) /2

T_2: T-4.5" pero no menor de 6" o T_2: T-115 mm, pero no menor de 150 mm

Nota 1. "Extender y compactar la capa de base asfáltica al menos 1 metro, como lo muestra la línea punteada. Cortar la base asfáltica compactada hasta la línea sólida vertical, para formar la losa enterrada. Usar esta cara vertical como formaleta para construir la losa enterrada"

7.0 limitaciones del estudio

Las recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en las condiciones de campo observadas, los resultados de laboratorio y el análisis de ingeniería anteriormente descrito. Si durante la ejecución llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.

8.0 Bibliografía

Asociación Colombiana de Productores de Concreto. (2013). *Especificaciones, diseño y construcción Pavimentos de Concreto Hidraulico.* Bogota: Asocreto.

CORONADO, C., VILLAFAÑE, R., & RIOS, L. (s.f.). *Resistencia de los Suelos a la licuación. .* Colombia.

Das, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de cimentaciones* (Cuarta ed.). México: International Thomson Editores.

DAS, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

Earth, G. (2016).

ECOPETROL. (2002). *Interpretación de Radar Sinú- San Jacinto.*

INVIAS. (2007). *NORMA INV E 132-07.* Bogotá, Colombia .

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., & Álvarez, J. (2008). *Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto.* Medellin: ICPC.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10). *TITULO H*, H-49.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10). *TITULO A.*

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10). *PREFACIO*, vi-v.

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

CONSORCIO MTR

ESTUDIO DE TRANSITO

CONVIAL | IAS ACCREDITED STAREGISTER | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 1, 4, 5 y 9 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

ELABORADO POR:

JORGE ANTONIO GONZÁLEZ AYUS
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES

SEPTIEMBRE DE 2024

Contenido

Introducción 9
1 Objetivos 10
1.1 Objetivo general 10
1.2 Objetivos específicos 10
2 Antecedentes 11
2.1 Localización del proyecto 11
2.2 Descripción del proyecto 12
3 Marco de referencia 14
3.1 Variable tránsito 14
3.2 Tránsito promedio diario, TPD 14
3.3 Estimación del tránsito inicial 14
3.4 Factor carril [k_2] 15
3.5 Factor de proyección [k_3] 16
3.6 Modelo de repeticiones esperadas 17
4 Metodología 18
4.1 Trabajo de campo 18
4.2 Análisis de ingeniería 18
5 Resultados 19
5.1 Ubicación de las estaciones de conteo 19
5.2 Aforos vehiculares 19
5.2.1 Barrios Holanda y República de Panamá 19
5.2.2 Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme 47
5.2.3 Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina 84
5.2.4 Barrios Mocarí e Inem 132
5.2.5 Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos y Nueva Esperanza 151
5.2.6 Barrios Villa Melissa, Furatena y Los Robles I 168
6 Conclusiones 177
7 Limitaciones del estudio 178
Bibliografía 179

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar 12
Tabla 2. Estimación del factor carril 15
Tabla 3. Estimación de K_3 para la proyección de tráfico 16
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw. 19
Tabla 5. Resumen de aforo vehicular realizado en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 20
Tabla 6. Resumen de aforo vehicular realizado en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 20
Tabla 7. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 8W entre calle 20 y calle 19. 21
Tabla 8. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 21
Tabla 9. Composición vehicular en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw. 22
Tabla 10. Composición vehicular en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 23
Tabla 11. Composición vehicular en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 24
Tabla 12. Composición vehicular en la Carrera 8W entre calle 20 y calle 19. 25
Tabla 13. Composición vehicular en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 26
Tabla 14. Demanda máxima en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw. 30
Tabla 15. Volumen horario máximo en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw 31
Tabla 16. Demanda máxima en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 32
Tabla 17. Volumen horario máximo en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 33
Tabla 18. Demanda máxima en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 33
Tabla 19. Volumen horario máximo en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 34
Tabla 20. Demanda máxima en la 8W entre calle 20 y calle 19. 35
Tabla 21. Volumen horario máximo en la 8W entre calle 20 y calle 19. 36
Tabla 22. Demanda máxima en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 36
Tabla 23. Volumen horario máximo en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 37
Tabla 24. Tránsito inicial en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw 38
Tabla 25. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw. 38
Tabla 26. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw. 38
Tabla 27. Tránsito inicial en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 40
Tabla 28. Distribución porcentual del tránsito en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 40
Tabla 29. Número de ejes equivalentes según PCA en la Cra 7w entre las calles 16a y 17. 40
Tabla 30. Tránsito inicial en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 42
Tabla 31. Distribución porcentual del tránsito en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 42
Tabla 32. Número de ejes equivalentes según PCA en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20. 42
Tabla 33. Tránsito inicial en la 8W entre calle 20 y calle 19. 43
Tabla 34. Distribución porcentual del tránsito en la 8W entre calle 20 y calle 19. 44
Tabla 35. Número de ejes equivalentes según PCA en la 8W entre calle 20 y calle 19. 44
Tabla 36. Tránsito inicial en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 45
Tabla 37. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 46
Tabla 38. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW. 46
Tabla 39. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24 48
Tabla 40. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 48
Tabla 41. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 49

Tabla 42. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 49
Tabla 43. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 50
Tabla 44. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 50
Tabla 45. Composición vehicular en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. 51
Tabla 46. Composición vehicular en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 52
Tabla 47. Composición vehicular en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 53
Tabla 48. Composición vehicular en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 54
Tabla 49. Composición vehicular en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 55
Tabla 50. Composición vehicular en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 56
Tabla 51. Demanda máxima en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. 61
Tabla 52. Volumen horario máximo en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. 62
Tabla 53. Demanda máxima en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 63
Tabla 54. Volumen horario máximo en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 64
Tabla 55. Demanda máxima en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 65
Tabla 56. Volumen horario máximo en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 66
Tabla 57. Demanda máxima en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 67
Tabla 58. Volumen horario máximo en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 68
Tabla 59. Demanda máxima en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 69
Tabla 60. Volumen horario máximo en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 70
Tabla 61. Demanda máxima en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 71
Tabla 62. Volumen horario máximo en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 72
Tabla 63. Tránsito inicial en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. 73
Tabla 64. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. 73
Tabla 65. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. 73
Tabla 66. Tránsito inicial en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 74
Tabla 67. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 75
Tabla 68. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. 75
Tabla 69. Tránsito inicial en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 77
Tabla 70. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 77
Tabla 71. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. 77
Tabla 72. Tránsito inicial en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 78
Tabla 73. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 79
Tabla 74. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. 79
Tabla 75. Tránsito inicial en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 80
Tabla 76. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 81
Tabla 77. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. 81
Tabla 78. Tránsito inicial en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 82
Tabla 79. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 83
Tabla 80. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. 83
Tabla 81. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 85
Tabla 82. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 85
Tabla 83. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 86
Tabla 84. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 86
Tabla 85. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 87

Tabla 86. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 87
Tabla 87. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 88
Tabla 88. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 88
Tabla 89. Composición vehicular en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 89
Tabla 90. Composición vehicular en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 90
Tabla 91. Composición vehicular en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 91
Tabla 92. Composición vehicular en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 92
Tabla 93. Composición vehicular en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 93
Tabla 94. Composición vehicular en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 94
Tabla 95. Composición vehicular en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 95
Tabla 96. Composición vehicular en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 96
Tabla 97. Demanda máxima en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 102
Tabla 98. Volumen horario máximo en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 103
Tabla 99. Demanda máxima en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 104
Tabla 100. Volumen horario máximo en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 105
Tabla 101. Demanda máxima en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 106
Tabla 102. Volumen horario máximo en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 107
Tabla 103. Demanda máxima en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 108
Tabla 104. Volumen horario máximo en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 109
Tabla 105. Demanda máxima en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 110
Tabla 106. Volumen horario máximo en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 111
Tabla 107. Demanda máxima en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 112
Tabla 108. Volumen horario máximo en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 113
Tabla 109. Demanda máxima en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 114
Tabla 110. Volumen horario máximo en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 115
Tabla 111. Demanda máxima en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 115
Tabla 112. Volumen horario máximo en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 116
Tabla 113. Tránsito inicial en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 117
Tabla 114. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 117
Tabla 115. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. 117
Tabla 116. Tránsito inicial en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 118
Tabla 117. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 119
Tabla 118. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. 119
Tabla 119. Tránsito inicial en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 120
Tabla 120. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 121
Tabla 121. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. 121
Tabla 122. Tránsito inicial en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 122
Tabla 123. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 123
Tabla 124. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. 123
Tabla 125. Tránsito inicial en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 124
Tabla 126. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 125
Tabla 127. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. 125
Tabla 128. Tránsito inicial en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 126
Tabla 129. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 127

Tabla 130. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. 127
Tabla 131. Tránsito inicial en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 128
Tabla 132. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 129
Tabla 133. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. 129
Tabla 134. Tránsito inicial en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 130
Tabla 135. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 131
Tabla 136. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. 131
Tabla 137. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté ... 133
Tabla 138. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 133
Tabla 139. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. 134
Tabla 140. Composición vehicular en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. 134
Tabla 141. Composición vehicular en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 135
Tabla 142. Composición vehicular en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. 136
Tabla 143. Demanda máxima en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. 140
Tabla 144. Volumen horario máximo en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. 141
Tabla 145. Demanda máxima en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 142
Tabla 146. Volumen horario máximo en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 143
Tabla 147. Demanda máxima en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. 143
Tabla 148. Volumen horario máximo en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. 144
Tabla 149. Tránsito inicial en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. 145
Tabla 150. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. 145
Tabla 151. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. 146
Tabla 152. Tránsito inicial en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 147
Tabla 153. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 147
Tabla 154. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 148
Tabla 155. Tránsito inicial en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. 149
Tabla 156. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. 149
Tabla 157. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. 150
Tabla 158. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 151
Tabla 159. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 152
Tabla 160. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 152
Tabla 161. Composición vehicular en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 153
Tabla 162. Composición vehicular en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 154
Tabla 163. Composición vehicular en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 155
Tabla 164. Demanda máxima en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 158
Tabla 165. Volumen horario máximo en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 159
Tabla 166. Demanda máxima en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 160
Tabla 167. Volumen horario máximo en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 161
Tabla 168. Demanda máxima en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 161
Tabla 169. Volumen horario máximo en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 162
Tabla 170. Tránsito inicial en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 163
Tabla 171. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 163
Tabla 172. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. 163

Tabla 173. Tránsito inicial en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 164
Tabla 174. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 165
Tabla 175. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. 165
Tabla 176. Tránsito inicial en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 166
Tabla 177. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 167
Tabla 178. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. 167
Tabla 179. Resumen de aforo vehicular realizado en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 169
Tabla 180. Composición vehicular en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 169
Tabla 181. Demanda máxima en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 172
Tabla 182. Volumen horario máximo en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 173
Tabla 183. Tránsito inicial en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 174
Tabla 184. Distribución porcentual del tránsito en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 174
Tabla 185. Número de ejes equivalentes según PCA en la Doble calzada Villa Melisa entra carrara 12A y carrera 26A. 175

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del sector 11
Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano. 13
Figura 3. Categorización de camiones 14

Introducción

En el presente informe se exponen los resultados de los conteos vehiculares desarrollados en el mes de septiembre del año 2024 en los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido de 5.75 km de vías urbanas distribuidos en dos (2) barrios de la comuna 1, nueve (9) de la comuna 4, diez (10) de la comuna 5 y dos (2) de la comuna 9, 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, 4, 5 y 9 donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.
-

1.2 Objetivos específicos

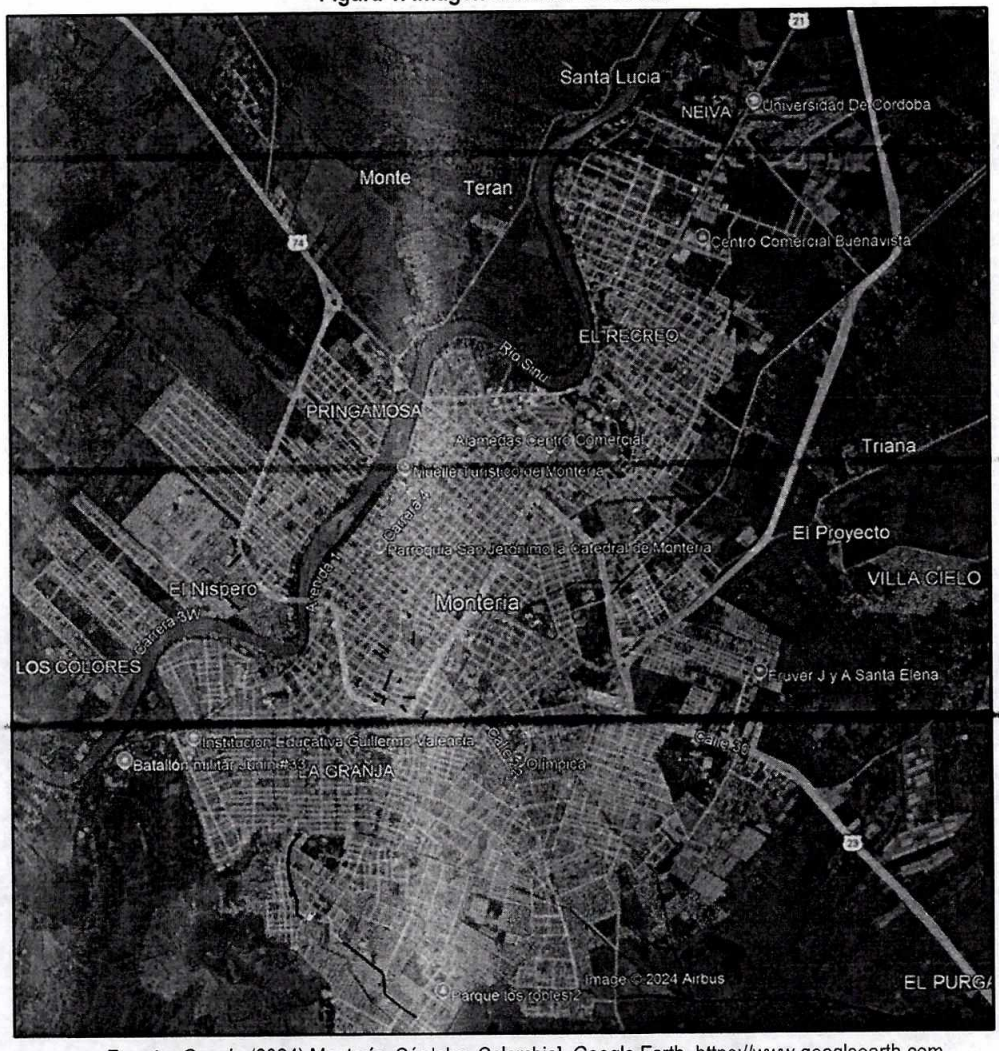
- Determinar la distribución porcentual de vehículos livianos y comerciales en los tramos viales ubicado en vías de barrios pertenecientes a las comunas 1, 4, 5 y 9, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.
- Determinar el 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, 4, 5 y 9, 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 Holanda y República de Panamá, pertenecientes a la comuna 1; los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos, Nueva Esperanza, Villa Melissa, Furatena y Los Robles I, pertenecientes a la comuna 4; los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa, Lacharme, Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina, pertenecientes a la comuna 5 y los barrios Mocarí e Inem, pertenecientes a la comuna 9, 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 5.75 km de vías urbanas, distribuidos en barrios de la comuna 1, 4, 5 y 9, 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	Holanda y República de Panamá	0,646	Calle 16a entre las cras 3w y 7aw
			Cra 7w entre las calles 16a y 17
			Cra 7aw entre las calles 18 y 20
			Bajada de la cra 8w
			Calle 19a entre la calle 20 y cra 8aw
5	Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme	0,553	Cra 9a entre las calles 23 y 24
			Cra 10 entre las calles 22 y 22c
			Calle 17a entre las cras 8b y 9
			Calle 18 entre las cras 8b y 9
			Cra 8c entre las calles 14 y 15
			Calle 14 entre las cras 8c y 8d
	Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 De Julio, La Julia y Urbina	0,793	Cra 11 entre las calles 15 y 16b
			Cra 12 entre las calles 16 y 16a
			Calle 14 entre las cras 9 y 12
			Cra 12 entre la av. Circunvalar y calle 14
			Cra 11 entre la av. Circunvalar y calle 14
			Calle 15 entre la av. Circunvalar y calle 15
			Calle 15a entre las cras 13 y 14
			Cra 14b entre las calles 13 y 15a
9	Mocarí e Inem	1,822	Calle 1 entre la cra 2 y la vía Montería-Cereté
			Calle 94 entre la calle 93 y cra 2a
			Calle 95 entre la cra 4 y la vía Montería-Cereté
4	Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos y Nueva Esperanza	0,849	Calle 4 entre las cras 8f y 8g
			Cra 8g entre la calle 4 y Cra 9
			Calle 6a sur entre las cras 8f y 8g

	Villa Melissa, Furatena y Los Robles I	1,083	Doble calzada villa melisa entre las cras 12a y 26a

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.

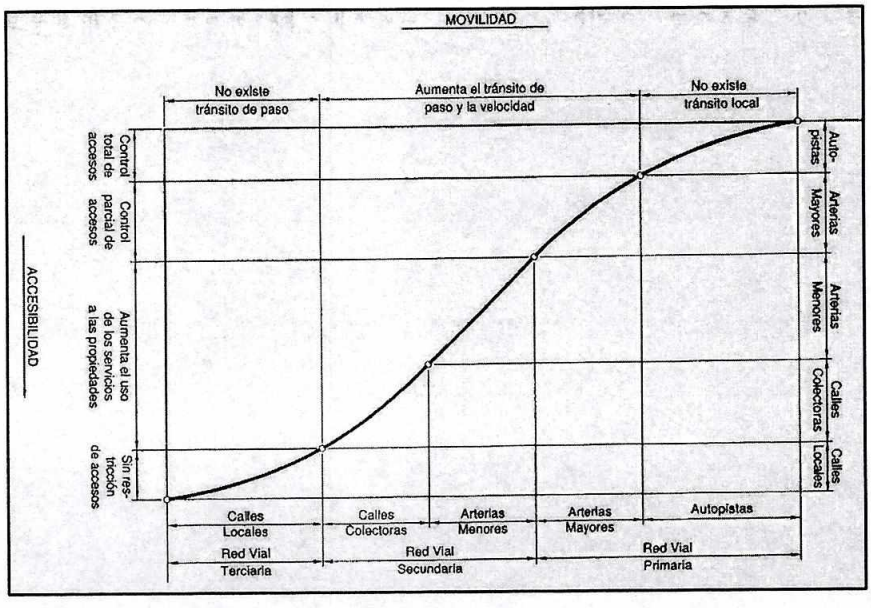


Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano.
Fuente: Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G. "Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones". 8ª Edición.

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

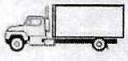
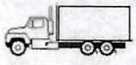
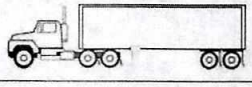
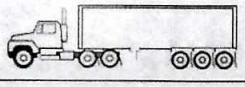
3 Marco de referencia

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 Doblétroque
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 5, 6 y 7 de septiembre 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 *Barrios Holanda y República de Panamá*

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

Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	65	65	63	65
BUS	0	0	0	0
C2P	10	10	10	10
C2G	10	11	9	10
C-3	4	4	4	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**89**	**90**	**86**	**89**

Luego tenemos:
TPDs= 89 veh/día.

Tabla 5. Resumen de aforo vehicular realizado en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	30	29	31	30
BUS	0	0	0	0
C2P	6	5	4	5
C2G	9	9	9	9
C-3	2	0	1	1
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**47**	**43**	**45**	**45**

Luego tenemos:
TPDs= 45 veh/día.

Tabla 6. Resumen de aforo vehicular realizado en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	79	80	80	80
BUS	0	0	0	0
C2P	5	5	5	5
C2G	7	7	7	7
C-3	1	3	2	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**92**	**95**	**94**	**94**

Luego tenemos:
TPDs= 94 veh/día.

Tabla 7. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 8W entre calle 20 y calle 19.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	91	98	96	95
BUS	0	0	0	0
C2P	5	5	5	5
C2G	9	9	7	9
C-3	1	2	2	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**106**	**114**	**110**	**111**

Luego tenemos:
TPDs= 111 veh/día.

Tabla 8. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	115	123	120	120
BUS	0	0	0	0
C2P	33	35	37	35
C2G	6	9	12	9
C-3	18	16	14	16
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**172**	**183**	**183**	**180**

Luego tenemos:
TPDs= 111 veh/día.

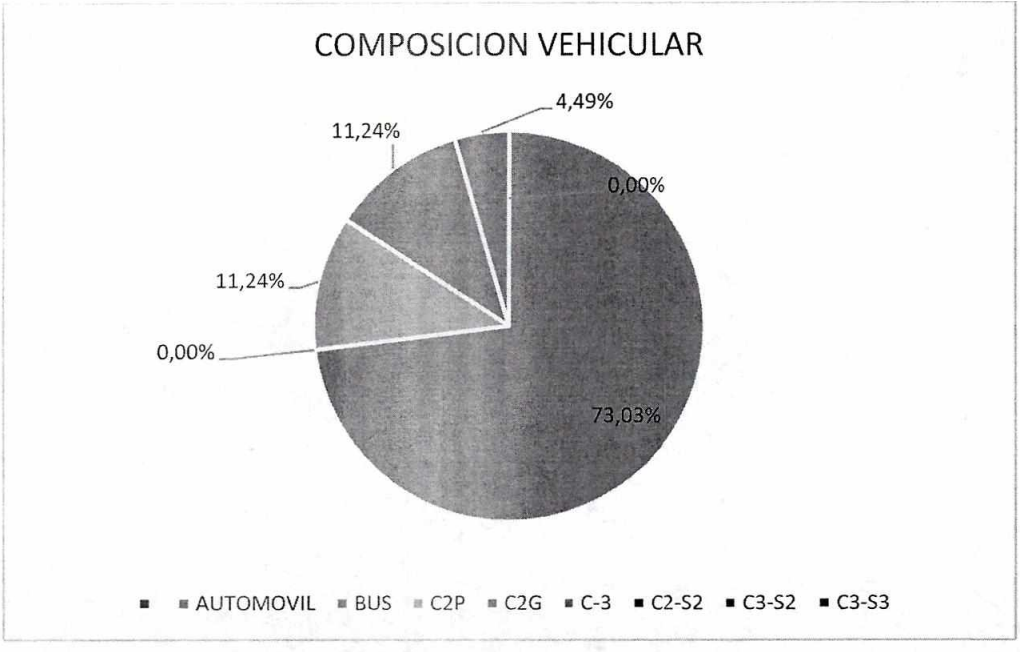
5.2.1.1 *Composición vehicular barrios Holanda y República de Panamá*

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 9. Composición vehicular en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	65	65	63	65	73,03%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	10	10	10	10	11,24%
C2G	10	11	9	10	11,24%
C-3	4	4	4	4	4,49%
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	**89**	**90**	**86**	**89**	**100%**

Gráfica 1. Composición vehicular en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

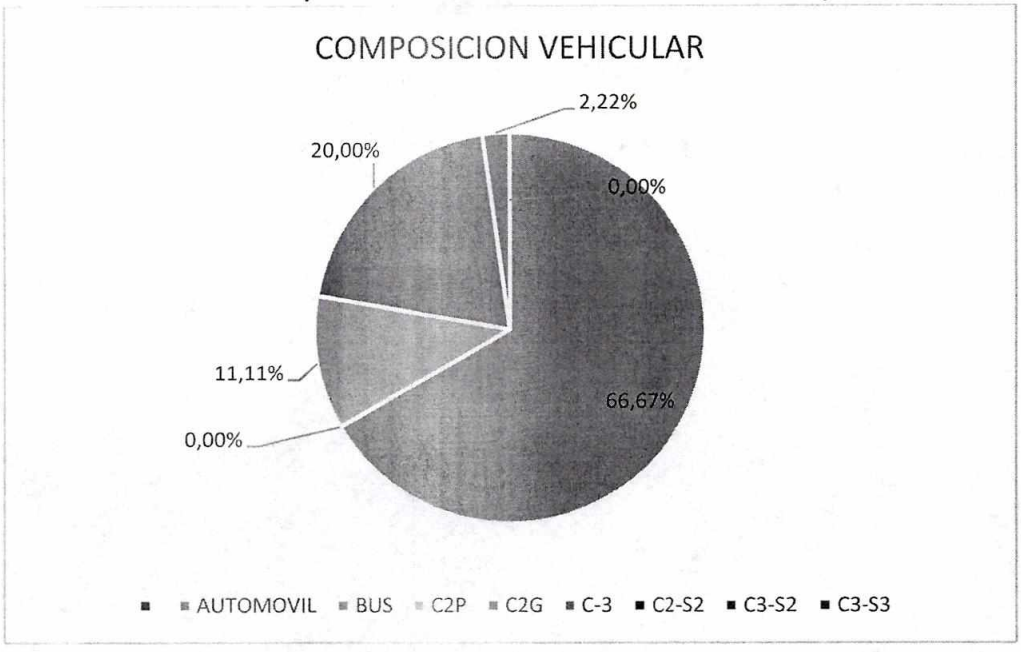


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 73.03%, seguido de camiones con un 11.24%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 10. Composición vehicular en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	30	29	31	30	66,67%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	6	5	4	5	11,11%
C2G	9	9	9	9	20,00%
C-3	2	0	1	1	2,22%
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	**47**	**43**	**45**	**45**	**100%**

Gráfica 2. Composición vehicular en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

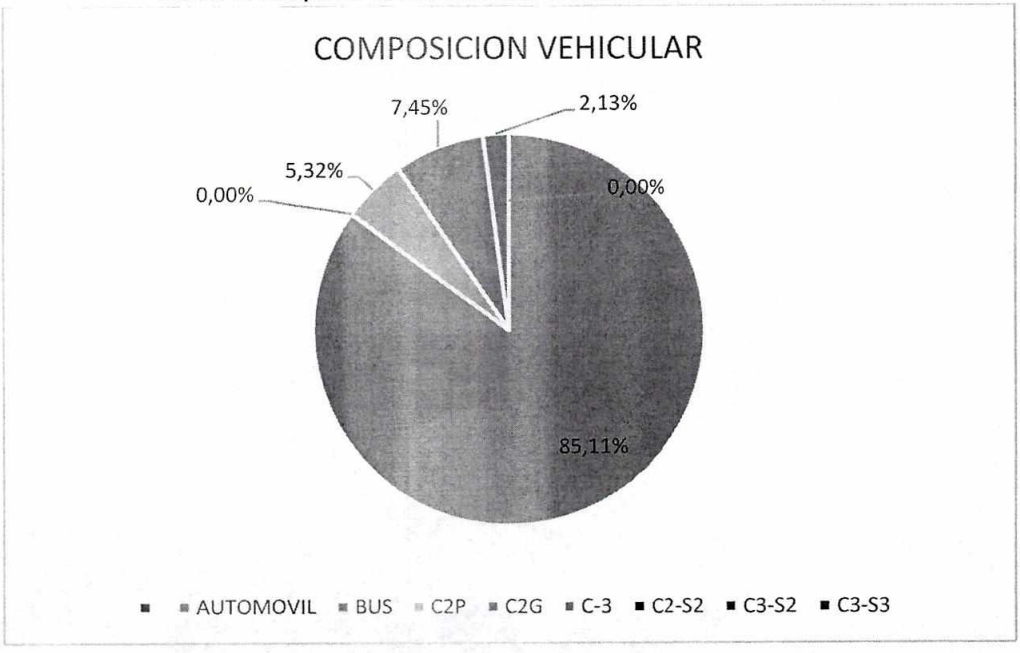


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 66.67%, seguido de camiones con un 20.00%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 11. Composición vehicular en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	79	80	80	80	85,11%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	5	5	5	5	5,32%
C2G	7	7	7	7	7,45%
C-3	1	3	2	2	2,13%
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	**92**	**95**	**94**	**94**	**100%**

Gráfica 3. Composición vehicular en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

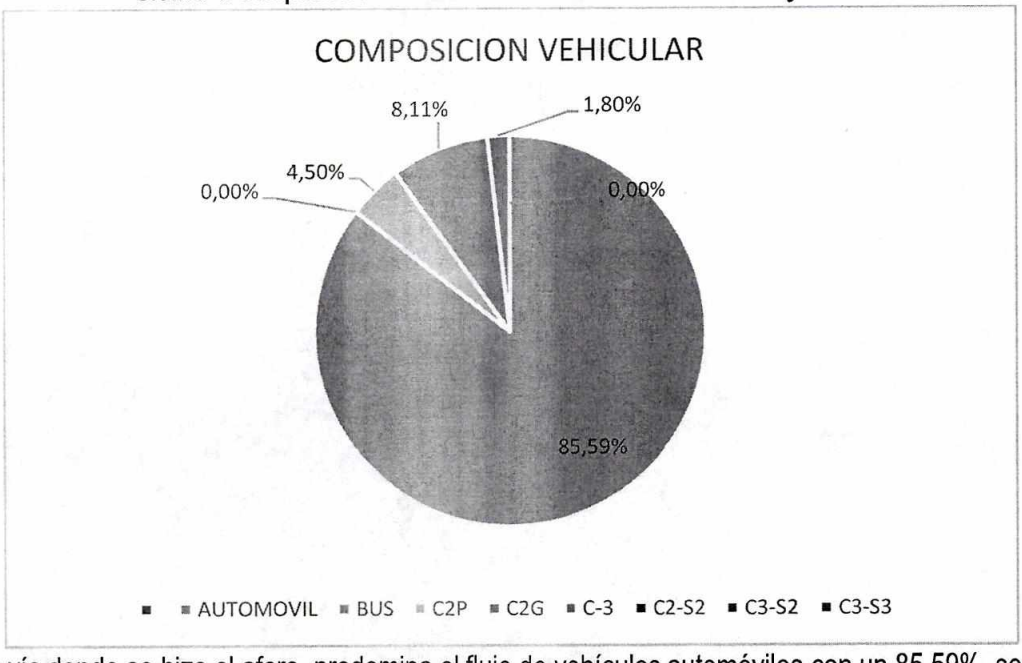


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 85.11%, seguido de camiones con un 7.45%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 12. Composición vehicular en la Carrera 8W entre calle 20 y calle 19.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	91	98	96	95	85,59%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	5	5	5	5	4,50%
C2G	9	9	7	9	8,11%
C-3	1	2	2	2	1,80%
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	**106**	**114**	**110**	**111**	**100%**

Gráfica 4. Composición vehicular en la Carrera 8W entre calle 20 y calle 19.

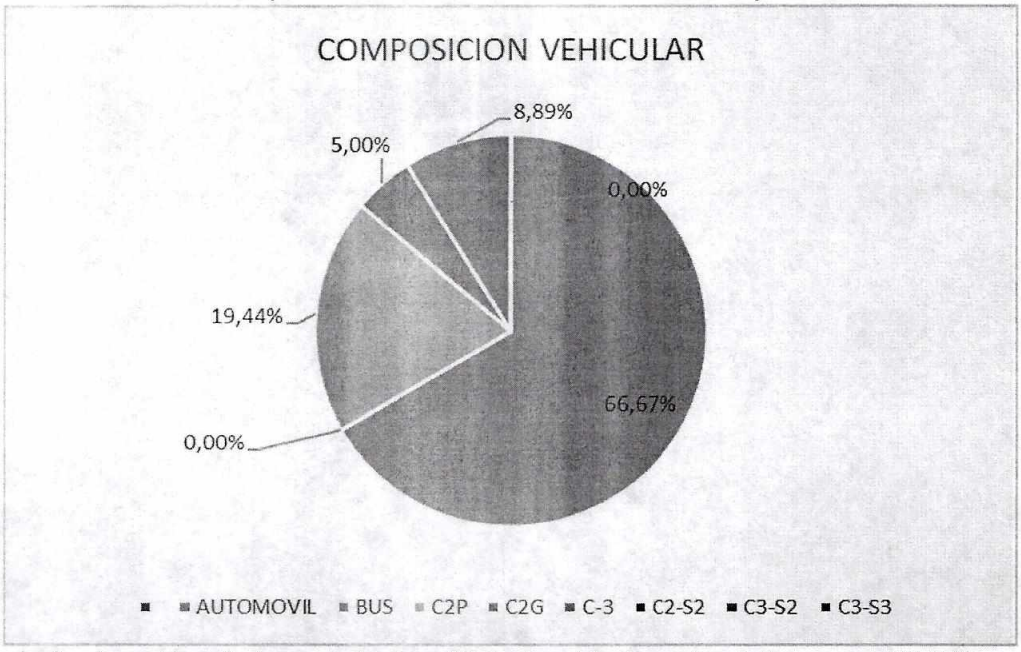


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 85.59%, seguido de camiones con un 8.11%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 13. Composición vehicular en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	115	123	120	120	66,67%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	33	35	37	35	19,44%
C2G	6	9	12	9	5,00%
C-3	18	16	14	16	8,89%
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	**172**	**183**	**183**	**180**	**100%**

Gráfica 5. Composición vehicular en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.



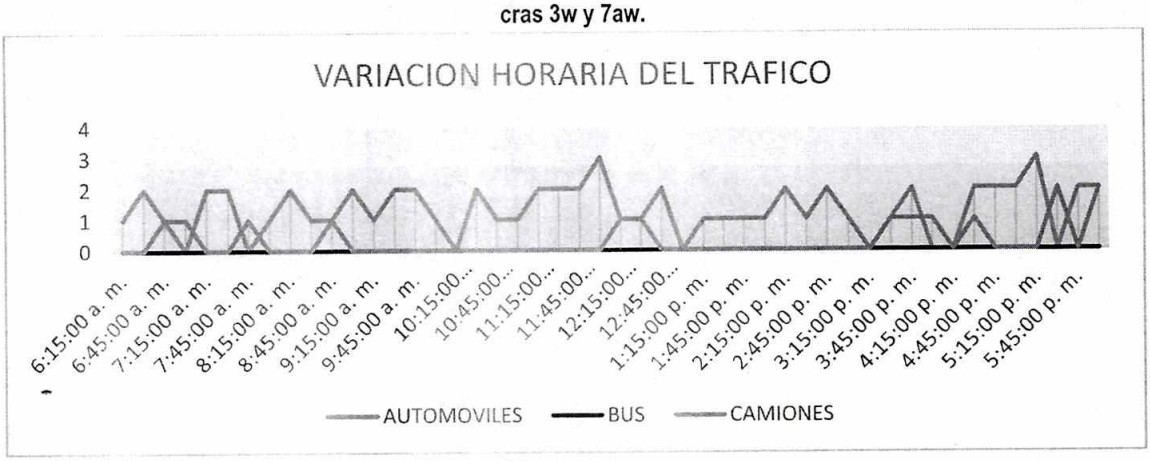
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 66.67%, seguido de camiones con un 19.44%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.1.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en los barrios Holanda y República de Panamá*

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 16a entre las cras 3w y 7aw, el día de mayor flujo vehicular 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

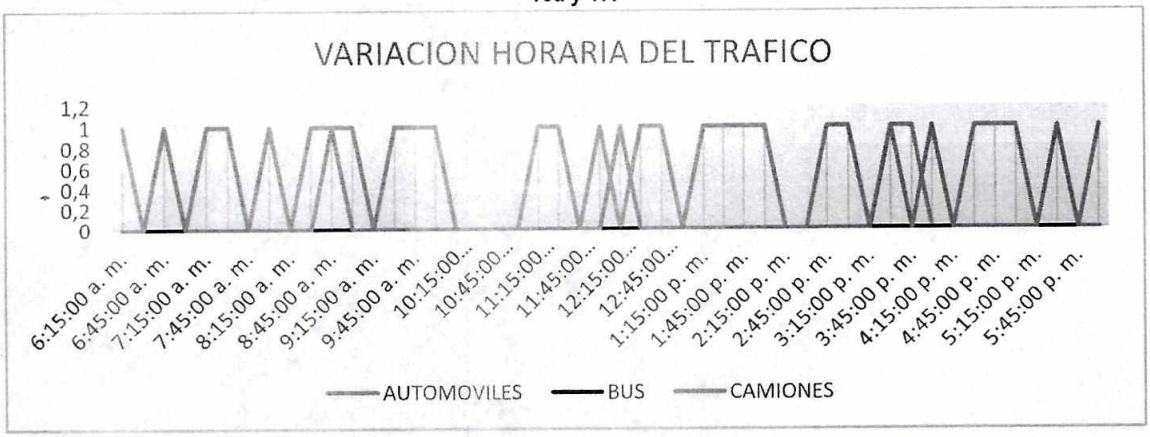
Gráfica 6. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.



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.

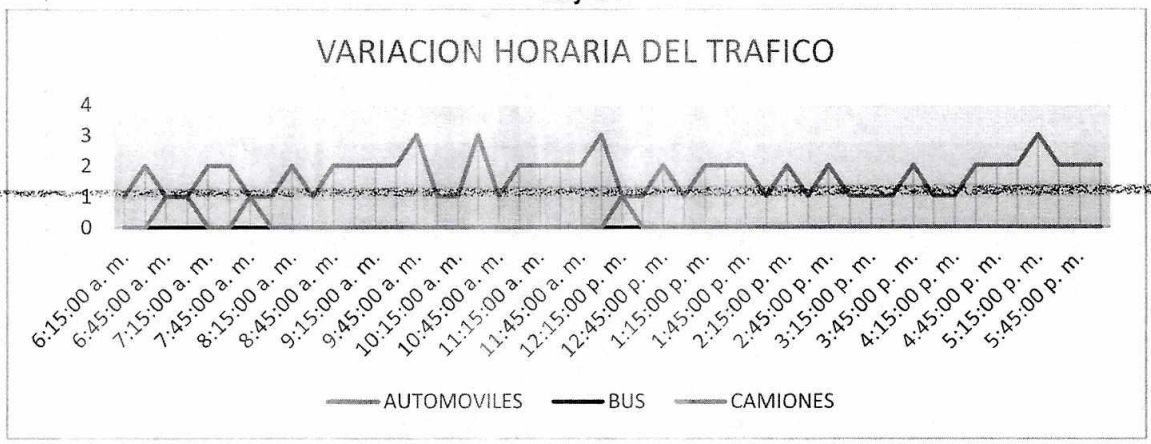
Según los aforos vehiculares en la Cra 7w entre las calles 16a y 17, el día de mayor flujo vehicular 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 7. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.



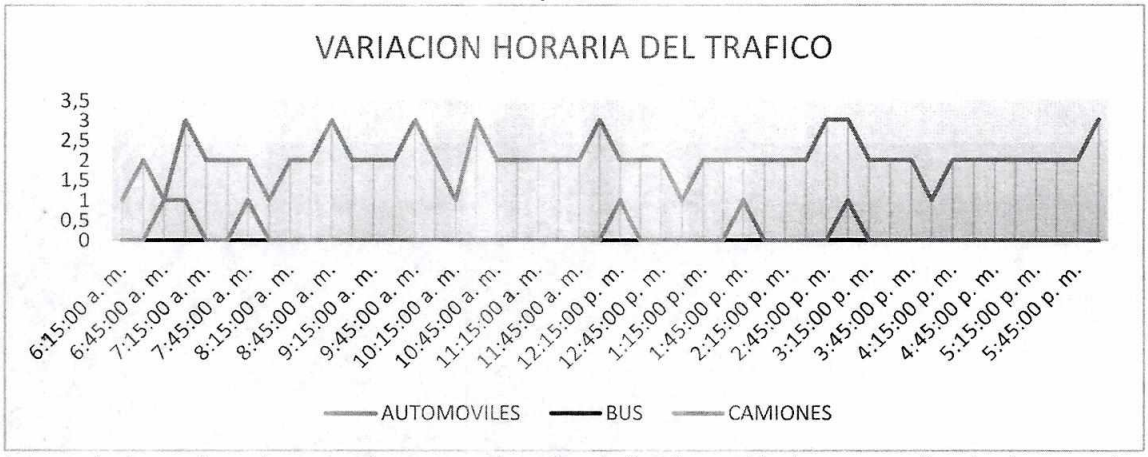
Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.
Según los aforos vehiculares en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20, el día de mayor flujo vehicular 6 de septiembre, 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 Cra 7w entre las calles 16a y 17.



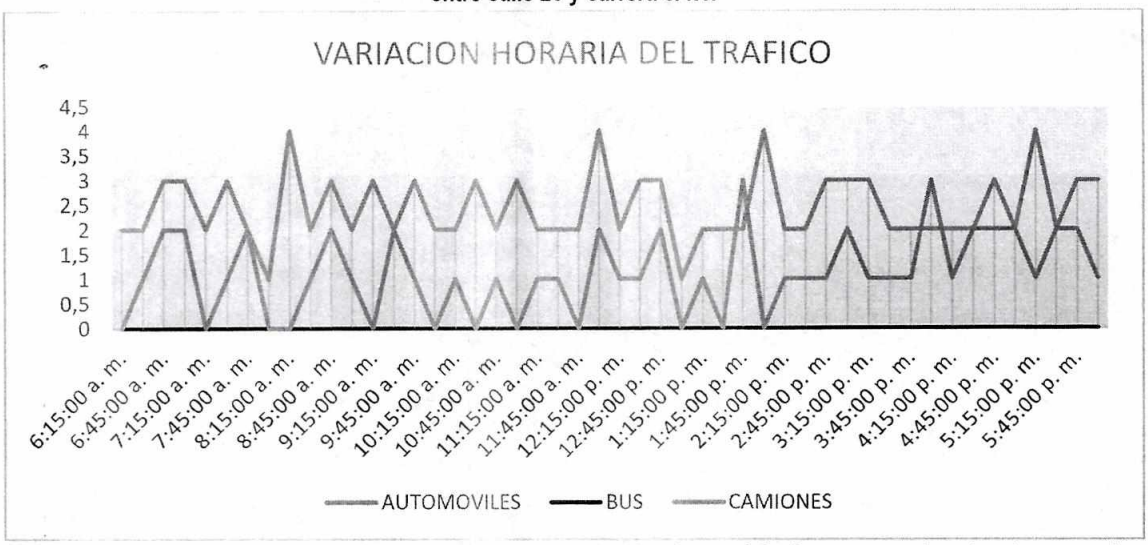
Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

Gráfica 9. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 8W entre calle 20 y calle 19.



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.

Gráfica 10. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.



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 de los barrios Holanda y República de Panamá*

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:

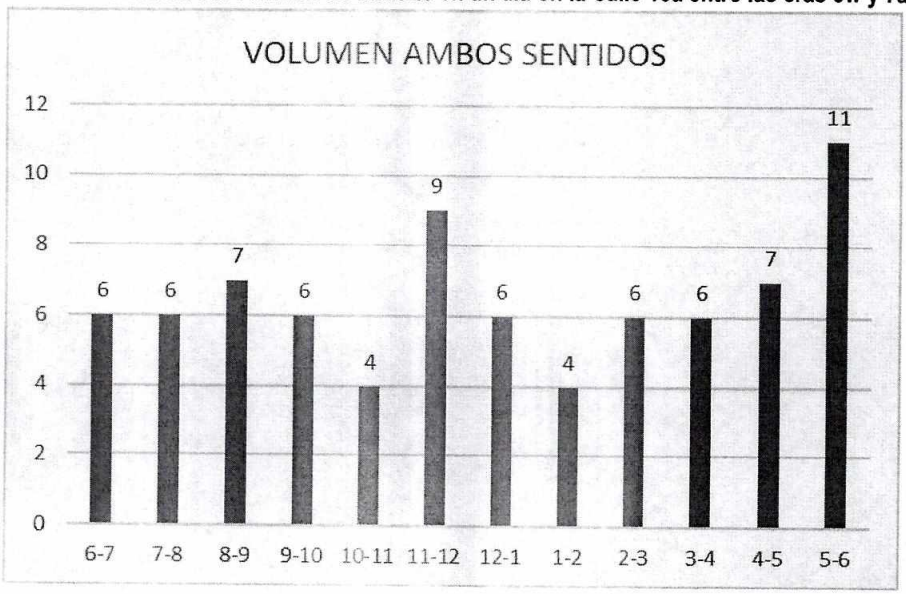
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (3)$$

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.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 11. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.



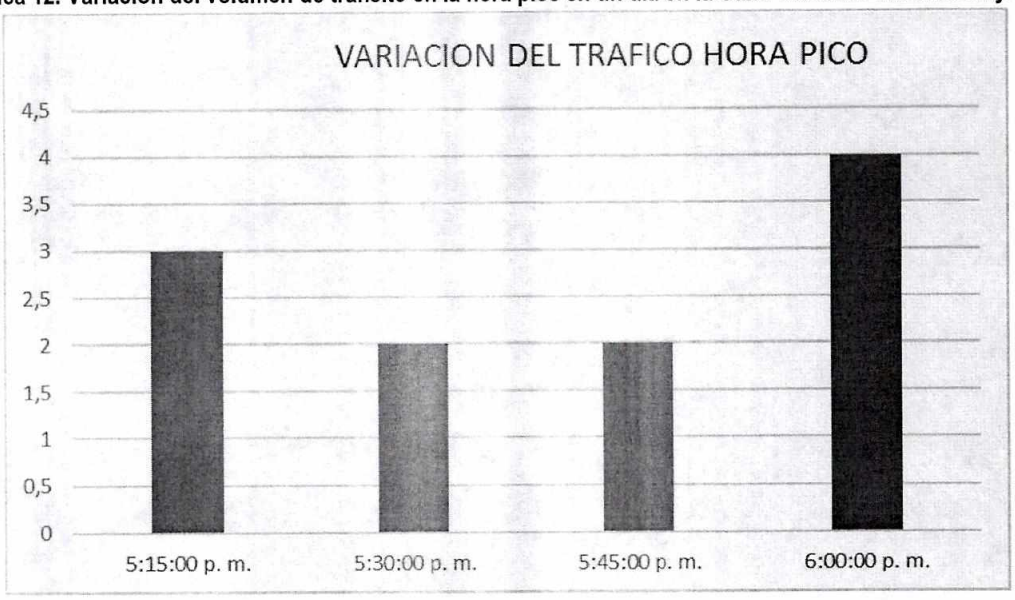
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 14. Demanda máxima en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

VHMD	11veh/hr
HORA	5-6

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 Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.



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

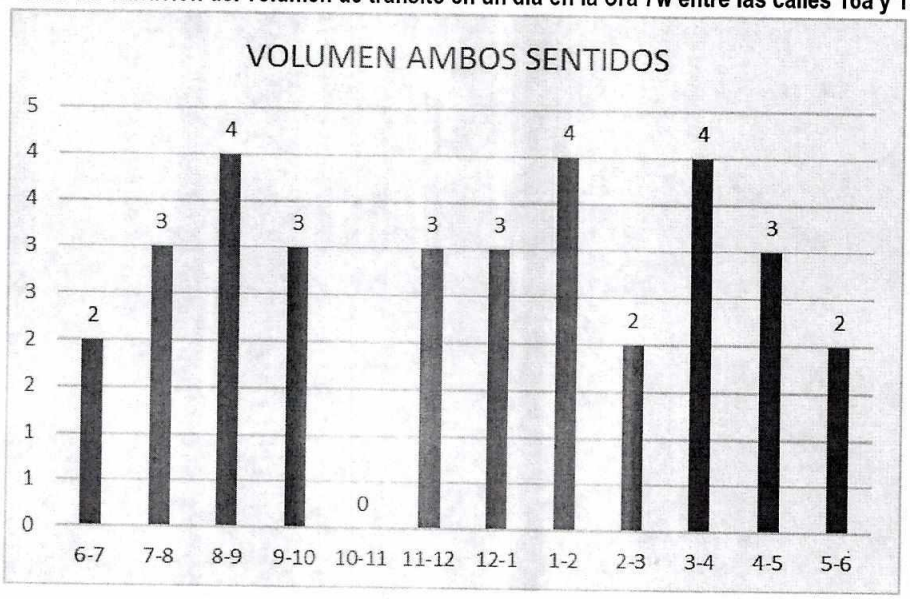
Tabla 15. Volumen horario máximo en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	3
5:30:00 p. m.	2
5:45:00 p. m.	2
6:00:00 p. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.92 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 Cra 7w entre las calles 16a y 17, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 13. Variación del volumen de tránsito en un día en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.



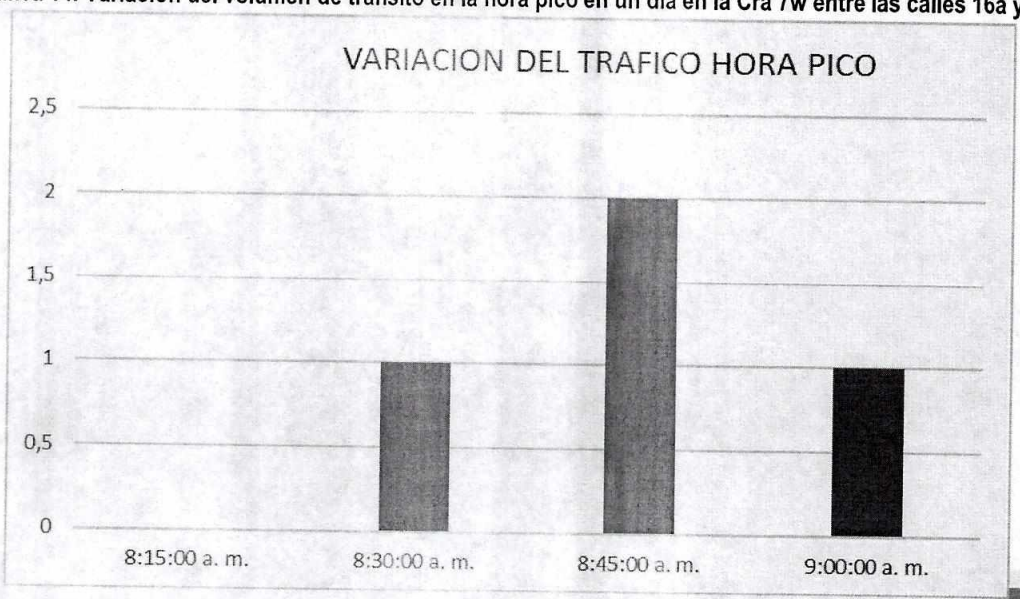
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 08:00 am – 09:00 am y su volumen horario es:

Tabla 16. Demanda máxima en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

VHMD	4veh/hr
HORA	8-9

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

Gráfica 14. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.



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

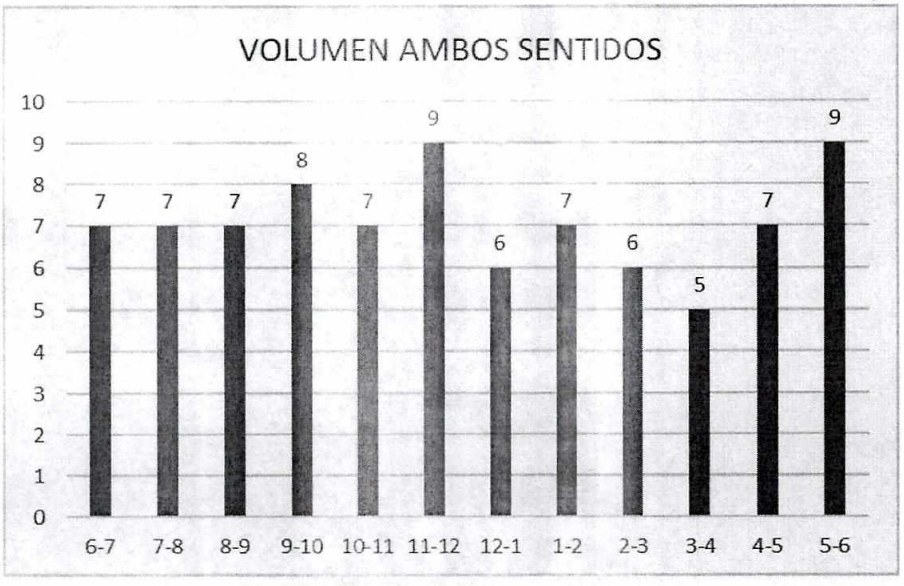
Tabla 17. Volumen horario máximo en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

HORA	VOLUMEN
8:15:00 a. m.	0
8:30:00 a. m.	1
8:45:00 a. m.	2
9:00:00 a. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.33 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 Cra 7aw entre las calles 18 y 20, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 15. Variación del volumen de tránsito en un día en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.



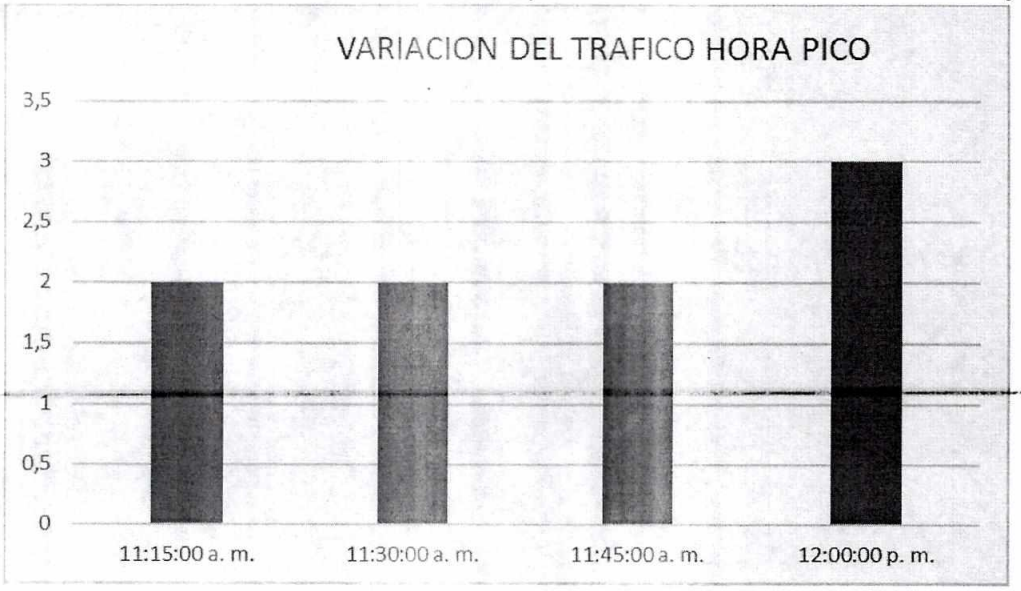
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 11:00 am – 12:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 18. Demanda máxima en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

VHMD	9veh/hr
HORA	11-12

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 Cra 7aw entre las calles 18 y 20.



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

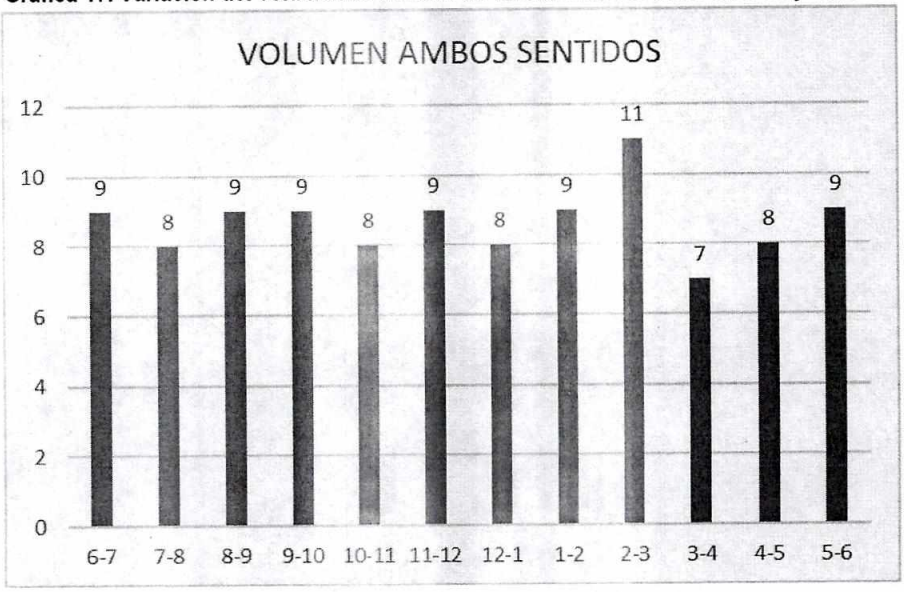
Tabla 19. Volumen horario máximo en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

HORA	VOLUMEN
11:15:00 a. m.	2
11:30:00 a. m.	2
11:45:00 a. m.	2
12:00:00 p. m.	3

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75 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 8W entre calle 20 y calle 19, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 17. Variación del volumen de tránsito en un día en la 8W entre calle 20 y calle 19.



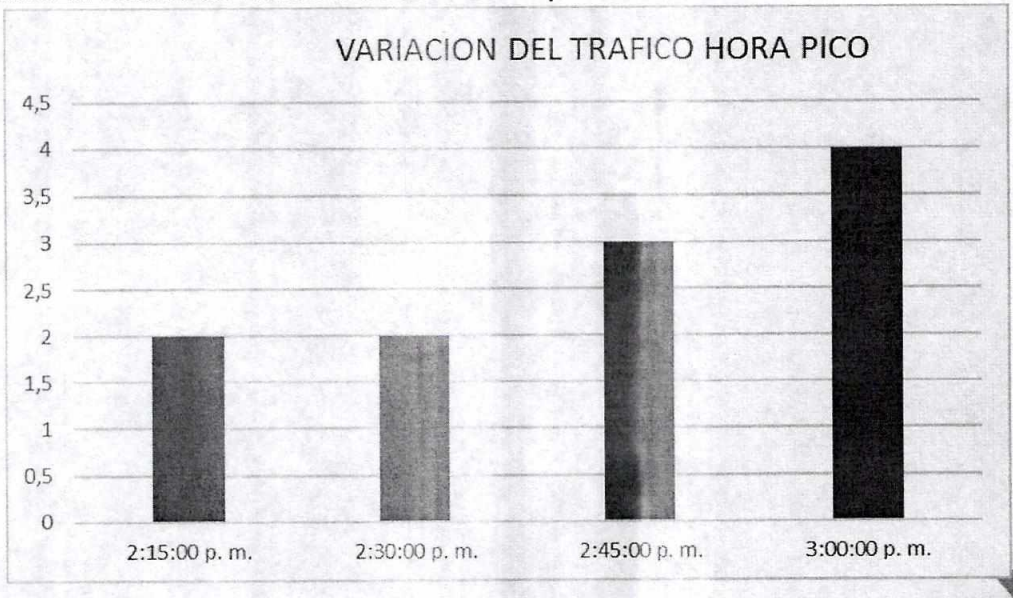
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 02:00 pm – 03:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 20. Demanda máxima en la 8W entre calle 20 y calle 19.

VHMD	11veh/hr
HORA	2-3

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

Gráfica 18. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la 8W entre calle 20 y calle 19.



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

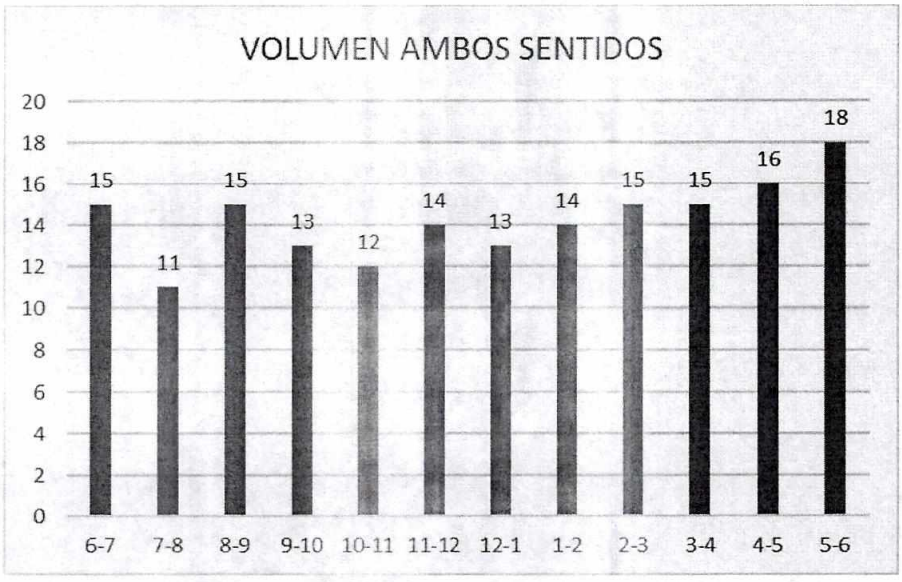
Tabla 21. Volumen horario máximo en la 8W entre calle 20 y calle 19.

HORA	VOLUMEN
2:15:00 p. m.	2
2:30:00 p. m.	2
2:45:00 p. m.	3
3:00:00 p. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.92 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 Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW, se muestran a continuación por cada grupo trabajado:

Gráfica 19. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.



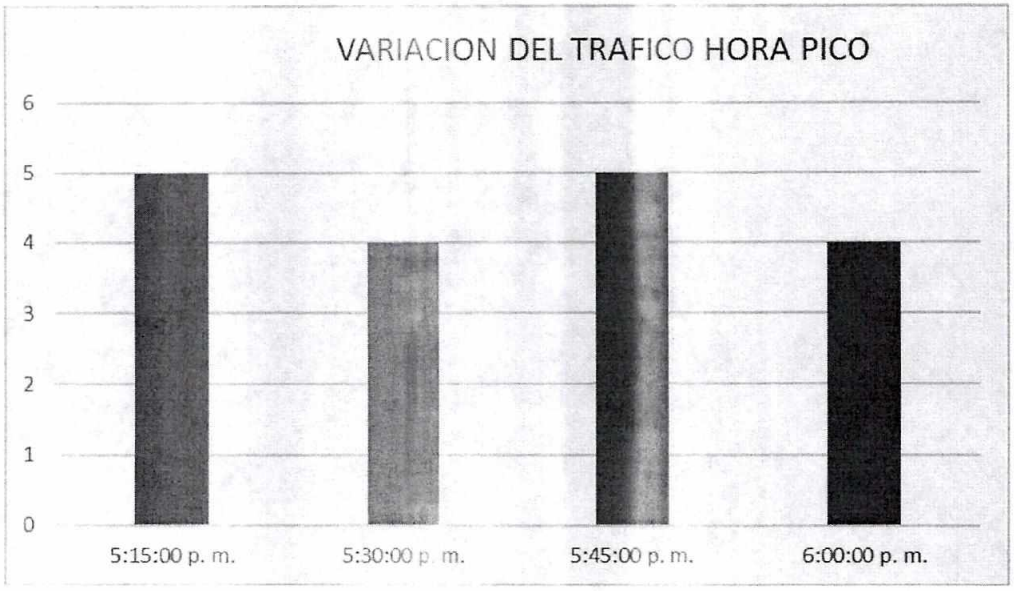
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 22. Demanda máxima en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

VHMD	18veh/hr
HORA	5-6

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 Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.



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

Tabla 23. Volumen horario máximo en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	5
5:30:00 p. m.	4
5:45:00 p. m.	5
6:00:00 p. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.50 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 los barrios Holanda y República de Panamá*

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 dos vías principales (Cra 3W y calle 20), 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 16a entre las cras 3w y 7aw:

Tabla 24. Tránsito inicial en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

Aforo Calle 16a entre las cras 3w y 7aw				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	89	22	4	115
T_i año base				**115**

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

Tabla 25. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

Vehículos	%	Número de vehículos diarios
Autos	**73,0%**	85
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**26,97%**	32
C2P	11,24%	13
C2G	11,24%	13
C3	4,49%	5
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 26.97%. 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 26. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 16a entre las cras 3w y 7aw.

Transito diario (TPD)	117,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

CONVIAL | IAS ACCREDITED STAREGISTER | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

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	**73,0%**	85	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**26,97%**	32			0	
C2P	11,24%	13	0,41	5	29873	72862
C2G	11,24%	13	4,396	58	320300	72862
C3	4,49%	5	8,763	46	255395	29145
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				3,46		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				26,97%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				***605.569,00***	***605.569,00***	***174.868,32***

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6,0**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
72.861,80		72.861,80				
	72.861,80		72.861,80			
	29.144,72				29.144,72	
	-			-		
	-				-	-
72.862	**102.007**	**72.862**	**72.862**	**-**	**29.145**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

Tabla 27. Tránsito inicial en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

Aforo Cra 7w entre las calles 16a y 17				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	45	11	2	58
T_i año base				**58**

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

Tabla 28. Distribución porcentual del tránsito en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**66,7%**	40
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**33,33%**	20
C2P	11,11%	7
C2G	20,00%	12
C3	2,22%	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 33.33%. 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 29. Número de ejes equivalentes según PCA en la Cra 7w entre las calles 16a y 17.

Transito diario (TPD)	60,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

CONVIAL

MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

NIT 901847594-7

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	**66,7%**	40	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**33,33%**	20			0	
C2P	11,11%	7	0,41	3	15149	36950
C2G	20,00%	12	4,396	53	292377	66510
C3	2,22%	1	8,763	12	64758	7390
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				3,36		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				33,33%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**372.284,61**	**372.284,61**	**110.849,58**

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
	-		-			
36.949,86		36.949,86				
	66.509,75		66.509,75			
	7.389,97				7.389,97	
	-			-		
	-				-	-
36.950	**73.900**	**36.950**	**66.510**	**-**	**7.390**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

Tabla 30. Tránsito inicial en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

Aforo Cra 7aw entre las calles 18 y 20				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	94	24	5	123
T_i año base				**123**

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

Tabla 31. Distribución porcentual del tránsito en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**85,1%**	105
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**14,89%**	18
C2P	5,32%	7
C2G	7,45%	9
C3	2,13%	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 14.89%. 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 32. Número de ejes equivalentes según PCA en la Cra 7aw entre las calles 18 y 20.

Transito diario (TPD)	123,0
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	**85,1%**	105	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**14,89%**	18			0	
C2P	5,32%	7	0,41	3	14867	36262
C2G	7,45%	9	4,396	40	223171	50767
C3	2,13%	3	8,763	23	127105	14505
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				3,60		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				14,89%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**365.143,46**	**365.143,46**	**101.533,50**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6,0	6,6	11	21	22	24
	-		-			
36.261,96		36.261,96				
	50.766,75		50.766,75			
	14.504,79				14.504,79	
	-			-		
	-				-	-
36.262	**65.272**	**36.262**	**50.767**	**-**	**14.505**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la 8W entre calle 20 y calle 19.

Tabla 33. Tránsito inicial en la 8W entre calle 20 y calle 19.

Aforo Carrera 8W entre calle 20 y calle 19				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	111	28	6	145
T_i año base				**145**

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

Tabla 34. Distribución porcentual del tránsito en la 8W entre calle 20 y calle 19.

VEHÍCULOS		Número de vehículos diarios
Autos	**85,6%**	124
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**14,41%**	21
C2P	4,50%	7
C2G	8,11%	12
C3	1,80%	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 14.41%. 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 35. Número de ejes equivalentes según PCA en la 8W entre calle 20 y calle 19.

Transito diario (TPD)	145,0
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	**85,6%**	124	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**14,41%**	21			0	
C2P	4,50%	7	0,41	3	14842	36201
C2G	8,11%	12	4,396	52	286450	65162
C3	1,80%	3	8,763	23	126891	14480
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				3,70		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				14,41%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**428.183,95**	**428.183,95**	**115.842,80**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
36.200,88		36.200,88				
	65.161,58		65.161,58			
	14.480,35				14.480,35	
	-			-		
	-				-	-
36.201	**79.642**	**36.201**	**65.162**	**-**	**14.480**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía localizada en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

Tabla 36. Tránsito inicial en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

Aforo Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW				
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 37. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**66,7%**	156
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**33,33%**	78
C2P	19,44%	46
C2G	5,00%	12
C3	8,89%	21
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 33.33%. 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 38. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 19A entre calle 20 y carrera 8AW.

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	**66,7%**	156	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**33,33%**	78			0	
C2P	19,44%	46	0,41	19	103395	252183
C2G	5,00%	12	4,396	51	285067	64847
C3	*8,89%*	*21*	*8,763*	*182*	*1010230*	*115284*
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				3,24		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				33,33%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**1.398.692,2**	**1.398.692**	**432.313**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
252.182,79		252.182,79				
	64.847,00		64.847,00			
	115.283,56				115.283,56	
	-			-		
	-				-	-
252.183	**180.131**	**252.183**	**64.847**	**-**	**115.284**	**-**

5.2.2 Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Chuchurubí. Chambacú, Balboa y Lacharme. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 39. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	16	15	12	15
BUS	0	0	0	0
C2P	0	0	0	0
C2G	0	0	0	0
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	**16**	**15**	**12**	**15**

Luego tenemos:
TPDs= 15 veh/día.

Tabla 40. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	20	17	23	20
BUS	0	0	0	0
C2P	1	1	1	1
C2G	1	1	1	1
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	**22**	**19**	**25**	**22**

Luego tenemos:
TPDs= 22 veh/día.

Tabla 41. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	27	28	20	25
BUS	0	0	0	0
C2P	6	5	4	5
C2G	5	4	5	5
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	**38**	**37**	**29**	**35**

Luego tenemos:
TPDs= 35 veh/día.

Tabla 42. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	17	17	20	18
BUS	0	0	0	0
C2P	2	3	4	3
C2G	7	4	5	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	**26**	**24**	**29**	**27**

Luego tenemos:
TPDs= 27 veh/día.

Tabla 43. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	17	17	20	18
BUS	0	0	0	0
C2P	3	4	6	5
C2G	8	5	6	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	**28**	**26**	**32**	**30**

Luego tenemos:
TPDs= 30 veh/día.

Tabla 44. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	17	17	20	18
BUS	0	0	0	0
C2P	3	4	6	5
C2G	8	5	6	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
TOTAL	**28**	**26**	**32**	**30**

Luego tenemos:
TPDs= 30 veh/día.

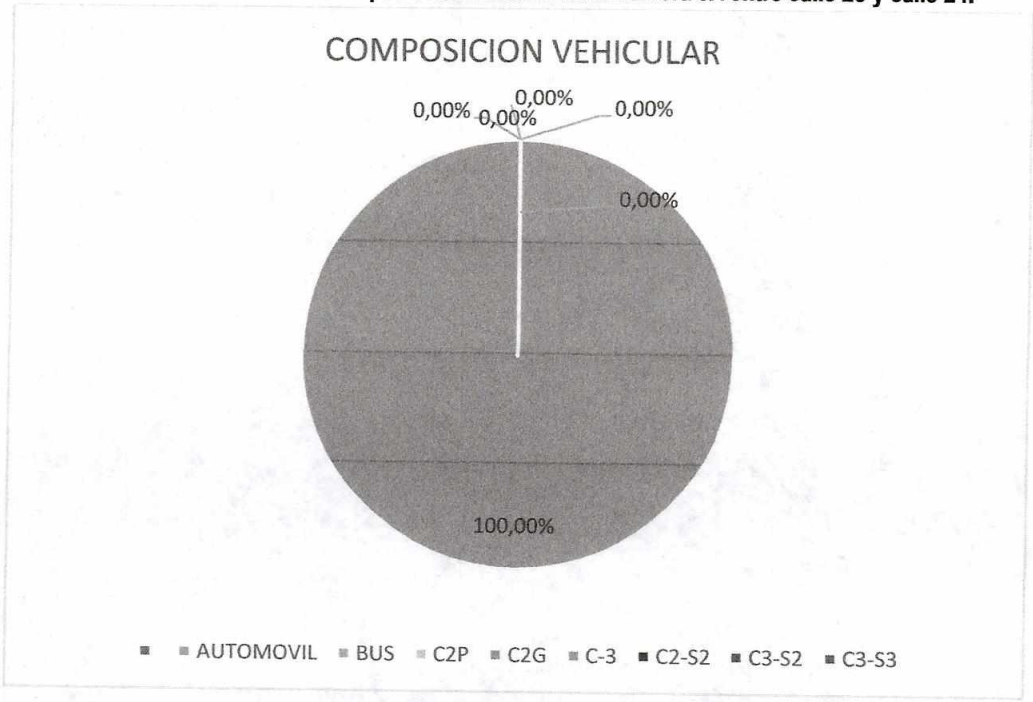
5.2.2.1 *Composición vehicular de los barrios Chuchurubí, Chambacú. Balboa y Lacharme.*

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, la composición vehicular de los tramos correspondientes:

Tabla 45. Composición vehicular en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	16	15	12	15	100,00%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	0	0	0	0	0,00%
C2G	0	0	0	0	0,00%
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	**16**	**15**	**12**	**15**	**100%**

Gráfica 21. Composición vehicular en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

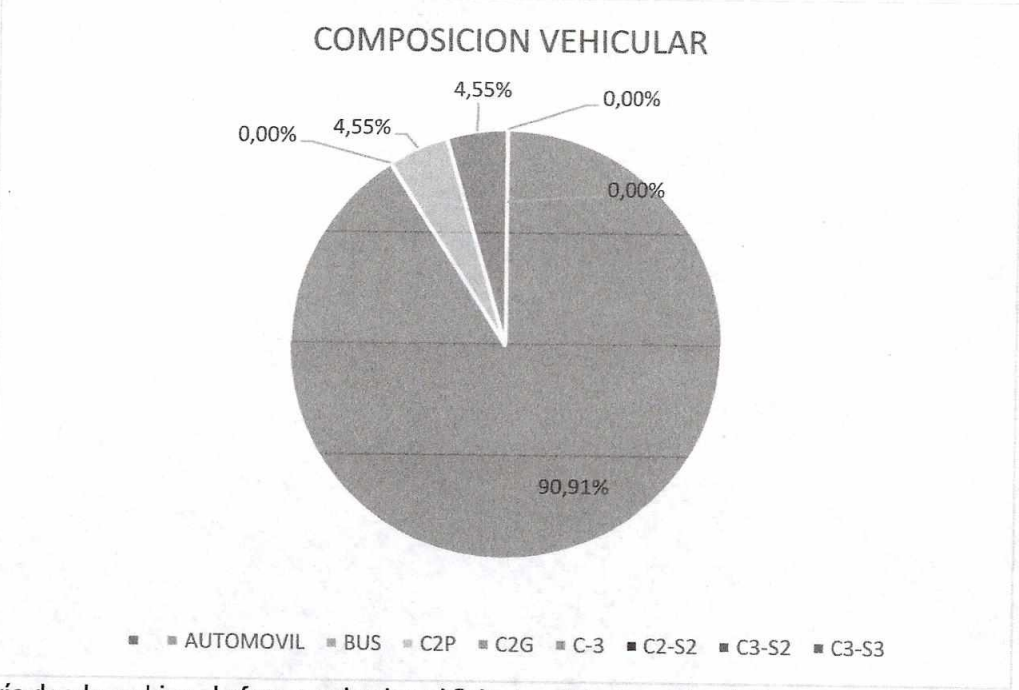


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 100%.

Tabla 46. Composición vehicular en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	20	17	23	20	90,91%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	1	1	1	1	4,55%
C2G	1	1	1	1	4,55%
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	**22**	**19**	**25**	**22**	**100%**

Gráfica 22. Composición vehicular en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

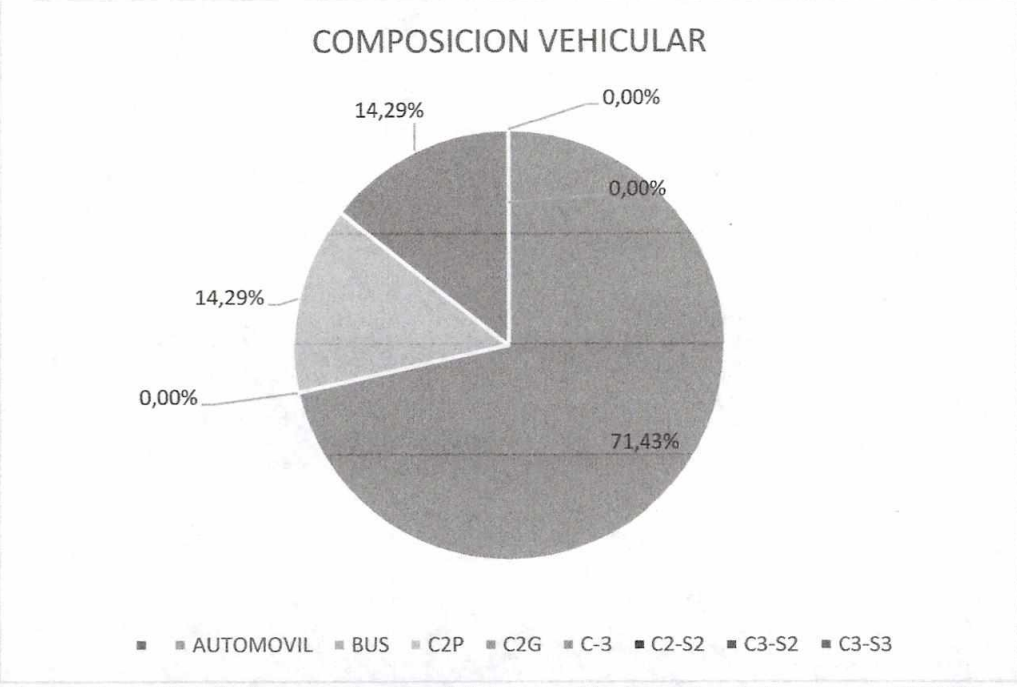


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 90.91%, seguido de camiones con un 4.55%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 47. Composición vehicular en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	27	28	20	25	71,43%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	6	5	4	5	14,29%
C2G	5	4	5	5	14,29%
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	**38**	**37**	**29**	**35**	**100%**

Gráfica 23. Composición vehicular en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

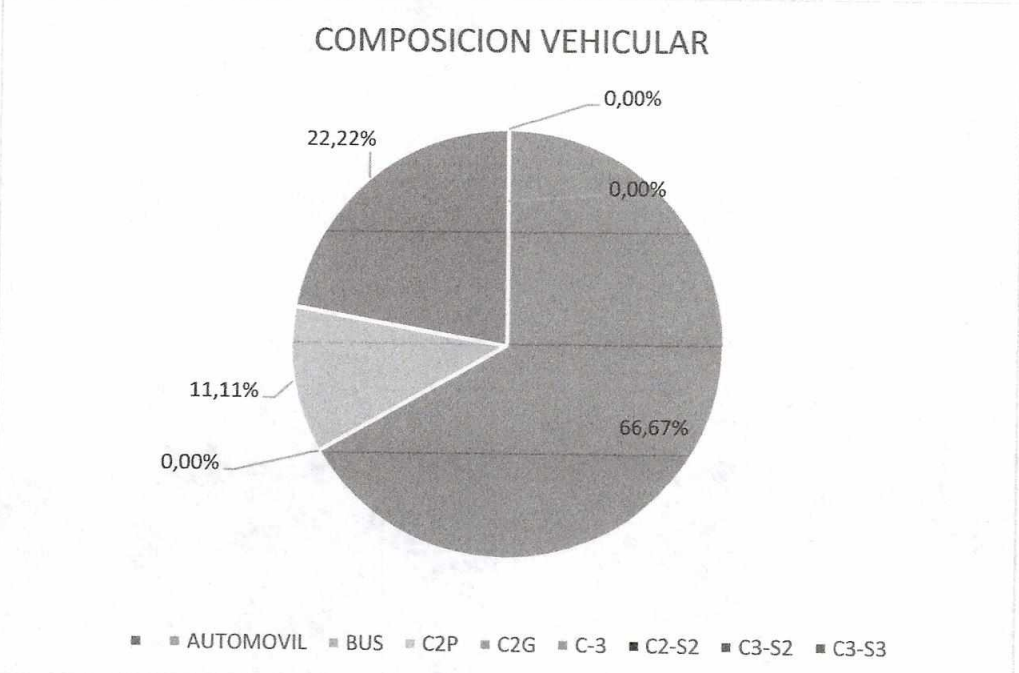


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 71.43%, seguido de camiones con un 14.29%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 48. Composición vehicular en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	17	17	20	18	66,67%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	2	3	4	3	11,11%
C2G	7	4	5	6	22,22%
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	**26**	**24**	**29**	**27**	**100%**

Gráfica 24. Composición vehicular en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

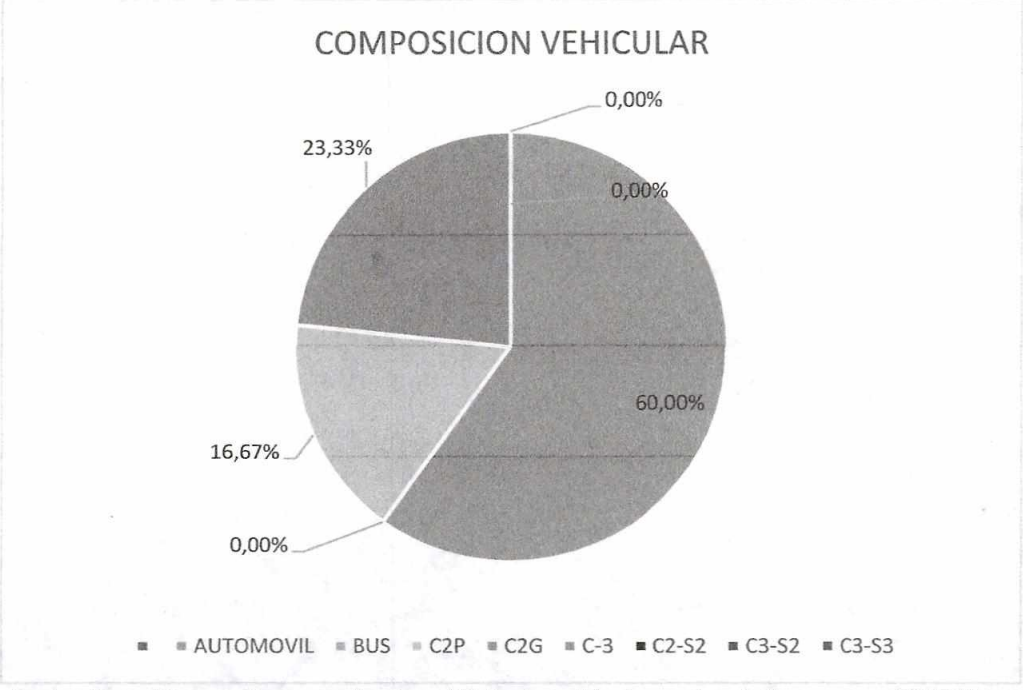


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 66.67%, seguido de camiones con un 22.22%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 49. Composición vehicular en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	17	17	20	18	60,00%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	3	4	6	5	16,67%
C2G	8	5	6	7	23,33%
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	**28**	**26**	**32**	**30**	**100%**

Gráfica 25. Composición vehicular en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

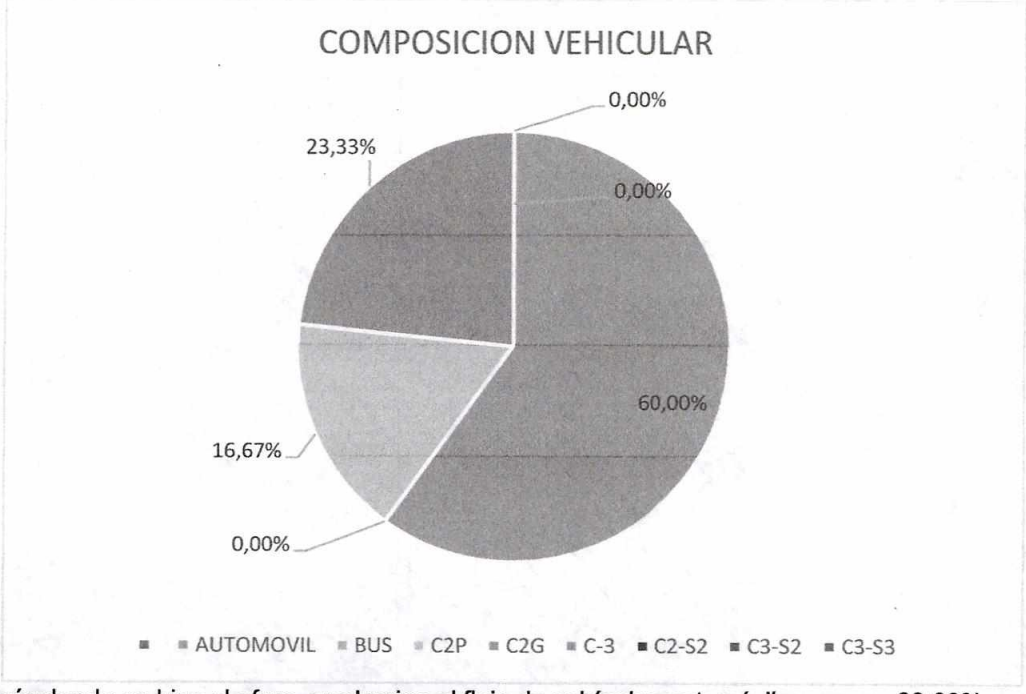


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 60.00%, seguido de camiones con un 23.33%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 50. Composición vehicular en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	17	17	20	18	60,00%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	3	4	6	5	16,67%
C2G	8	5	6	7	23,33%
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	**28**	**26**	**32**	**30**	**100%**

Gráfica 26. Composición vehicular en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.



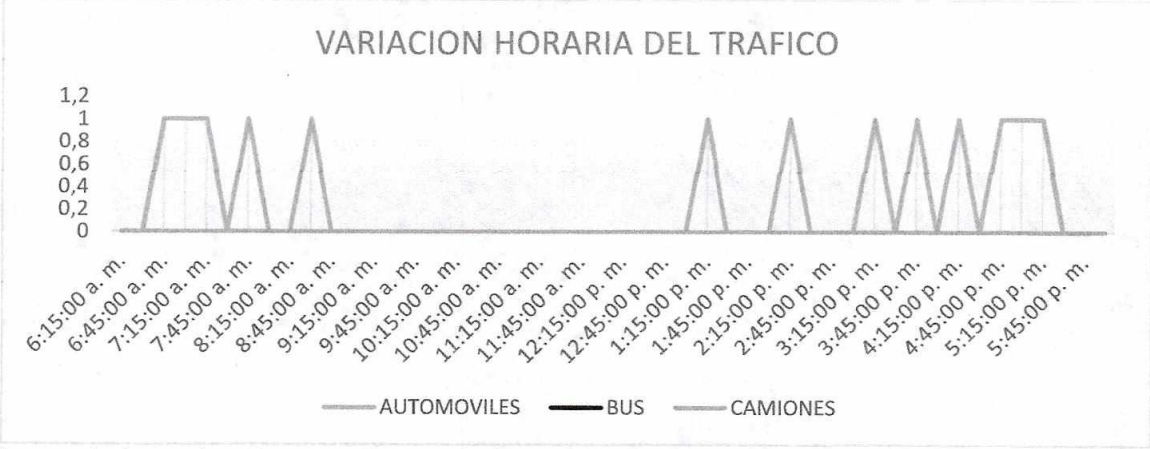
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 60.00%, seguido de camiones con un 23.33%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.2.2 *Variación horaria del volumen de tránsito de los barrios Chuchurubí, Chambacú. Balboa y Lacharme*

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, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24. fue el 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

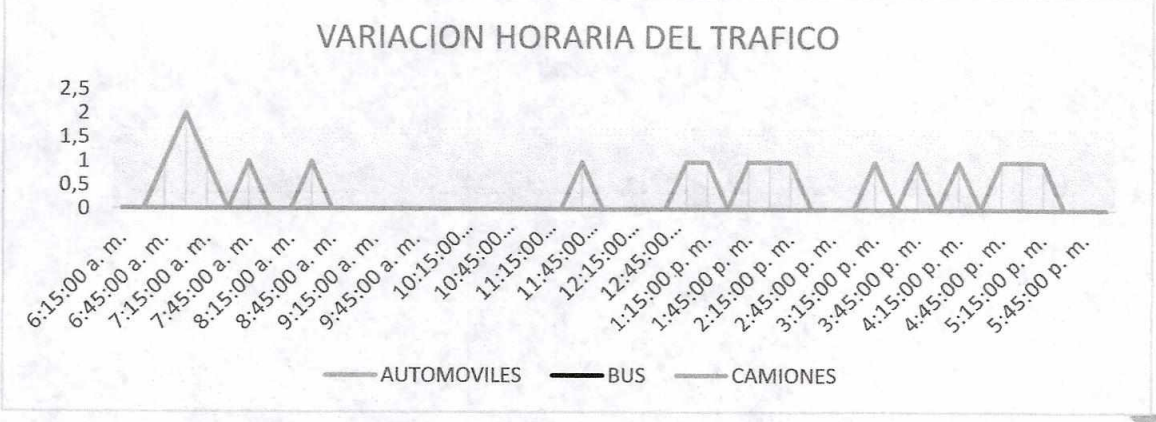
Gráfica 27. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 9A entre *calle 23 y calle 24.*



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C. fue el 7 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

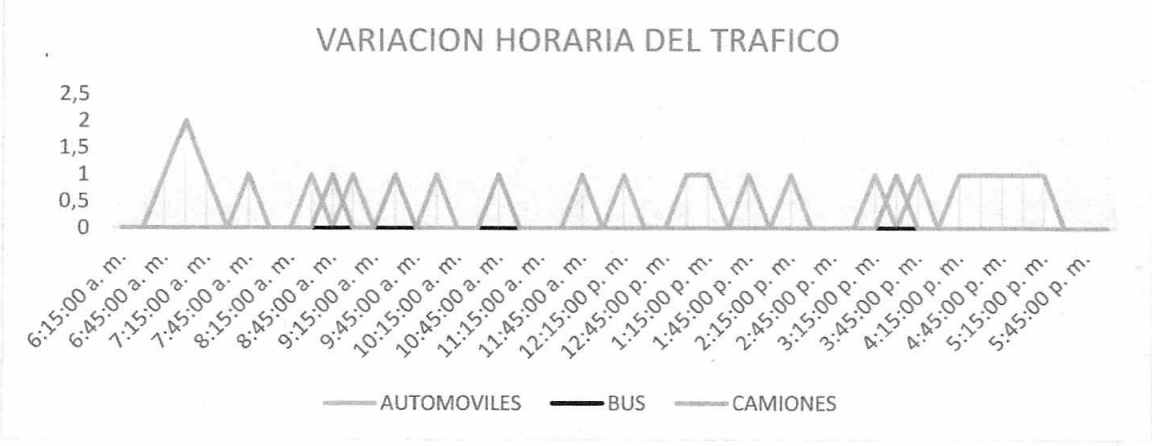
Gráfica 28. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.



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

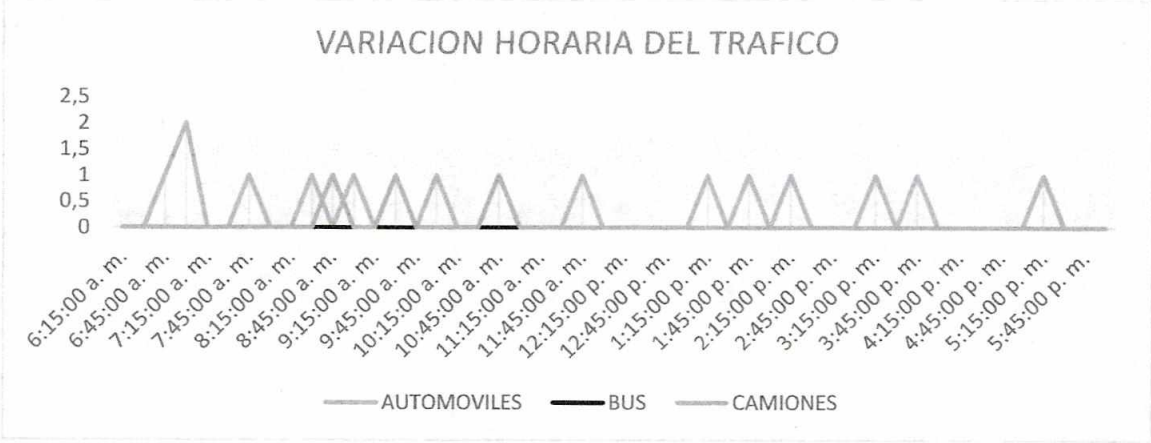
Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9. fue el 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 29. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.



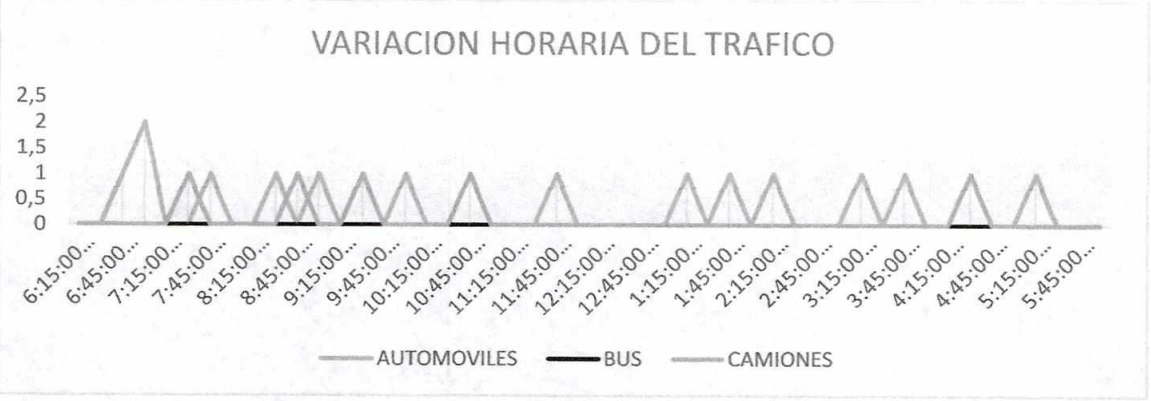
Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso el ya mencionado.
Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9. fue el 7 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 30. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.



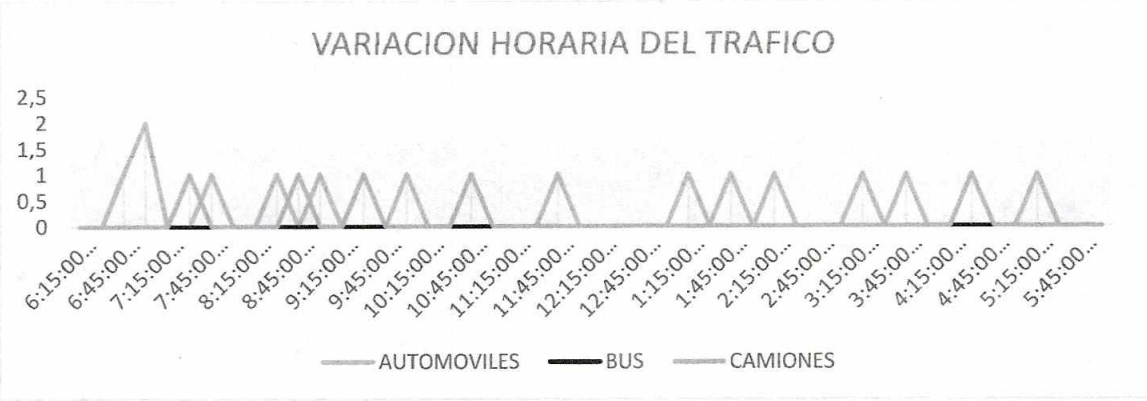
Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso el ya mencionado.
Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15. fue el 7 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 31. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso el ya mencionado.
Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D. fue el 7 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 32. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.



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

5.2.2.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme*

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.

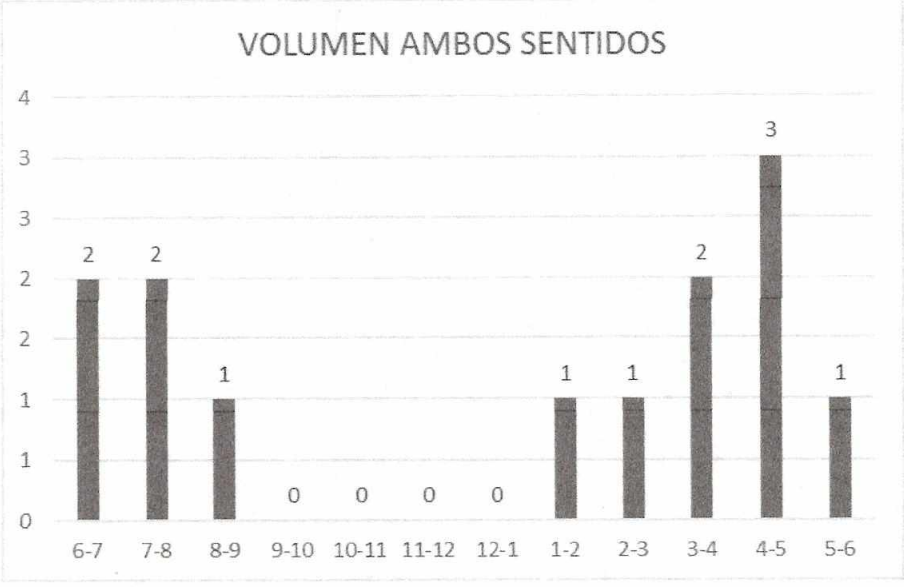
Matemáticamente esto se expresa como:

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

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 9A entre calle 23 y calle 24, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 33. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.



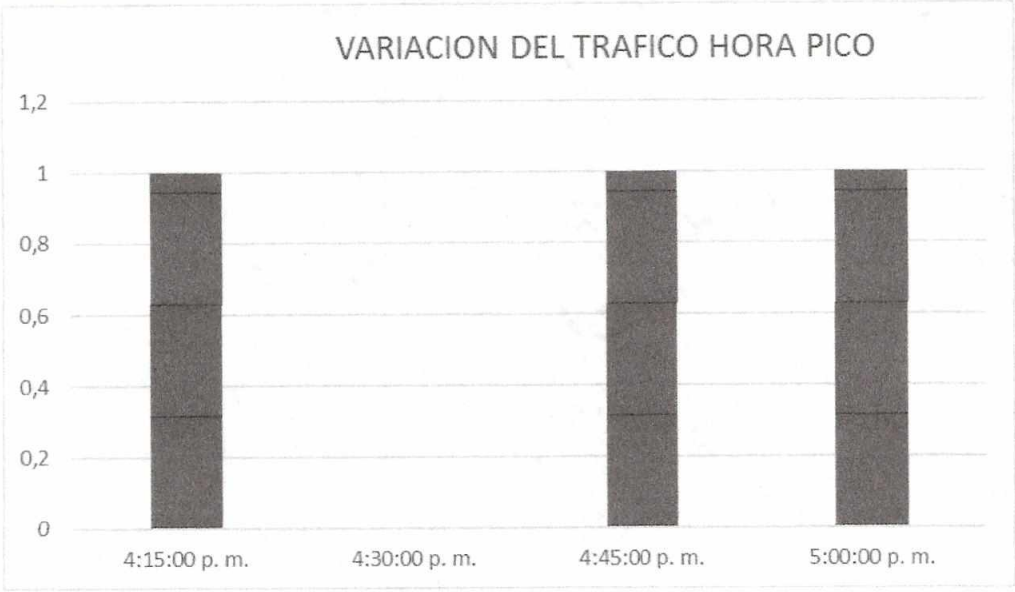
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 04:00 pm – 05:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 51. Demanda máxima en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

VHMD	3veh/hr
HORA	4-5

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

Gráfica 34. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.



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

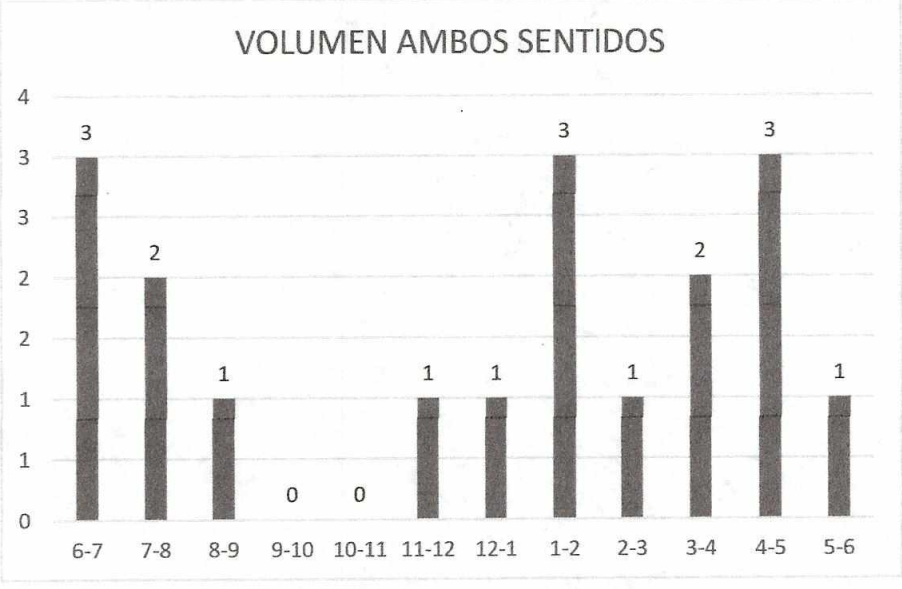
Tabla 52. Volumen horario máximo en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

HORA	VOLUMEN
4:15:00 p. m.	1
4:30:00 p. m.	0
4:45:00 p. m.	1
5:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25, 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 10 entre calle 22 y calle 22C, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 35. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.



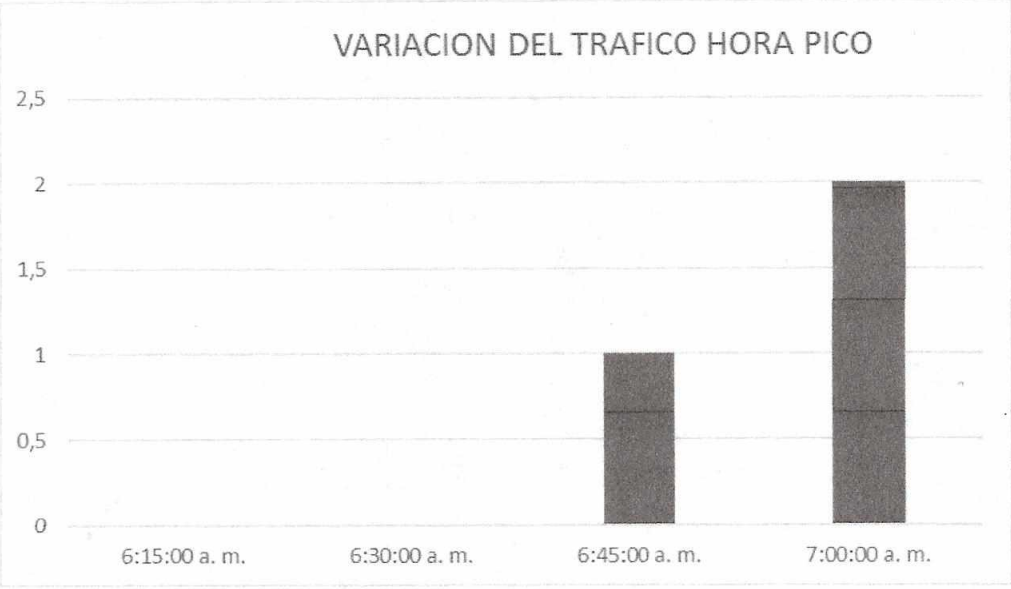
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 53. Demanda máxima en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

VHMD	3veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 36. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.



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

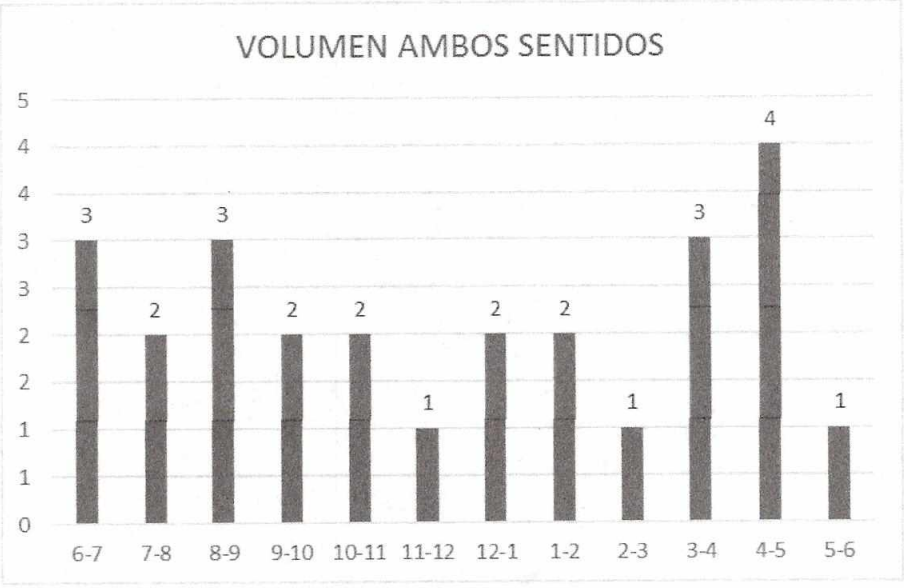
Tabla 54. Volumen horario máximo en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	0
6:30:00 a. m.	0
6:45:00 a. m.	1
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25, 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 Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 37. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.



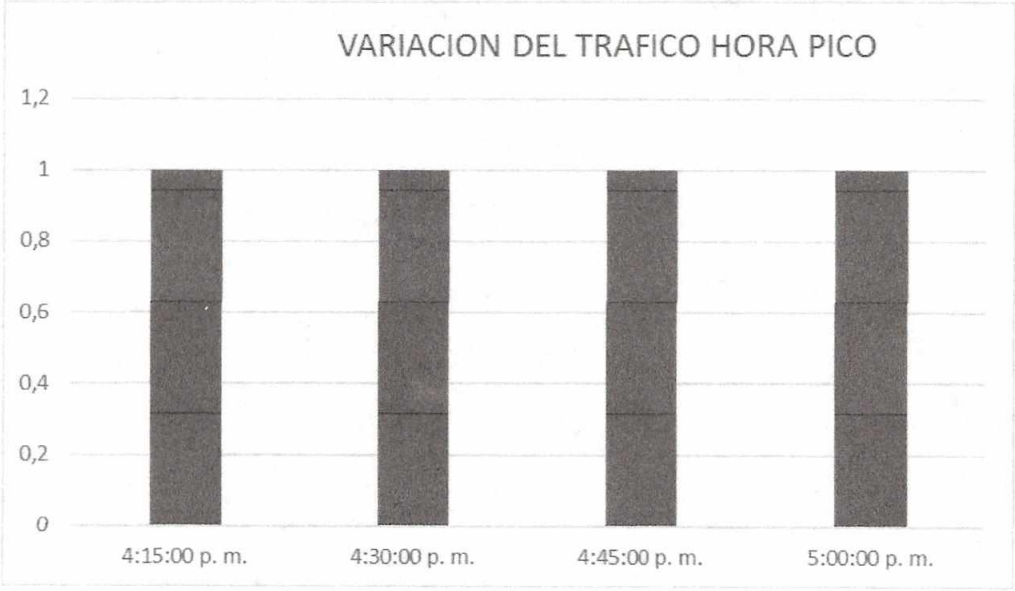
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 04:00 pm – 05:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 55. Demanda máxima en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

VHMD	4veh/hr
HORA	4-5

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

Gráfica 38. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.



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

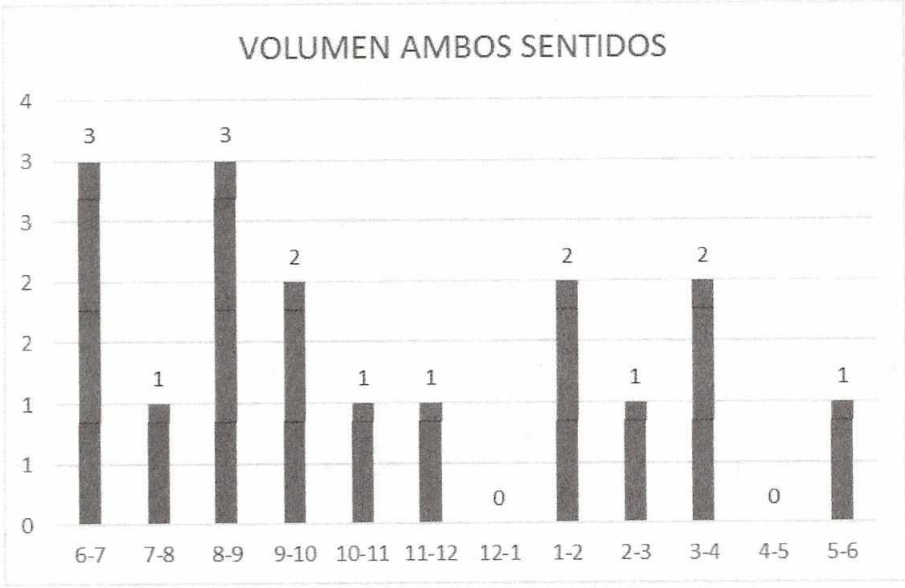
Tabla 56. Volumen horario máximo en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

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

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.33 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 Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 39. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.



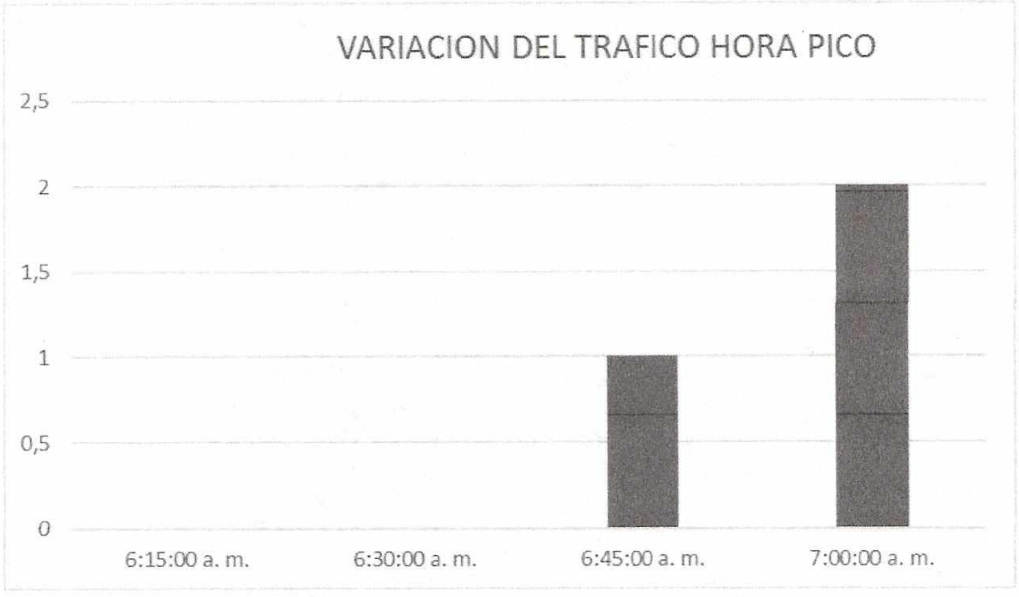
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 57. Demanda máxima en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

VHMD	3veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 40. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.



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

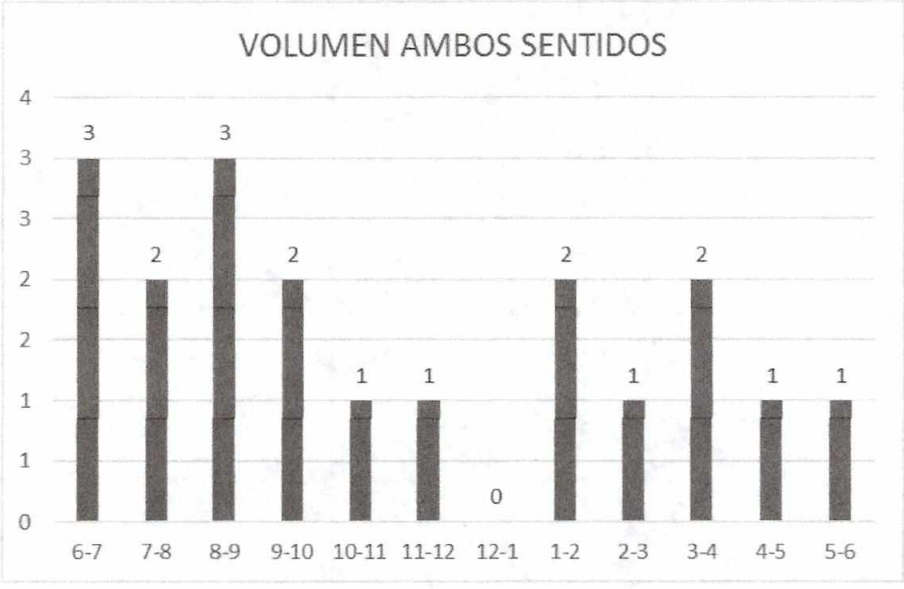
Tabla 58. Volumen horario máximo en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	0
6:30:00 a. m.	0
6:45:00 a. m.	1
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25 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 8C entre calle 14 y calle 15, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 41. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.



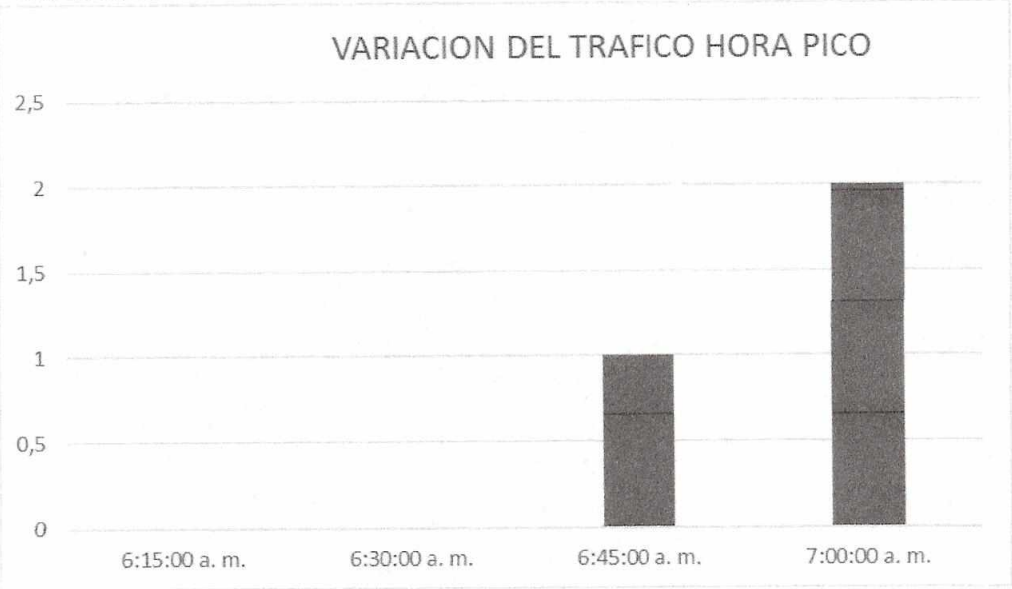
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 59. Demanda máxima en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

VHMD	3veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 42. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.



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

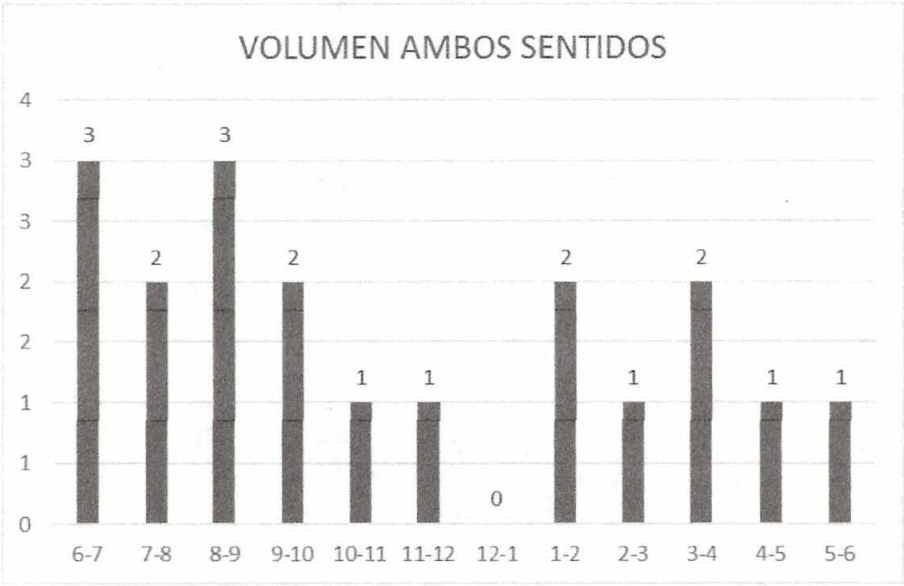
Tabla 60. Volumen horario máximo en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	0
6:30:00 a. m.	0
6:45:00 a. m.	1
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25 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 8C entre calle 14 y calle 15, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 43. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.



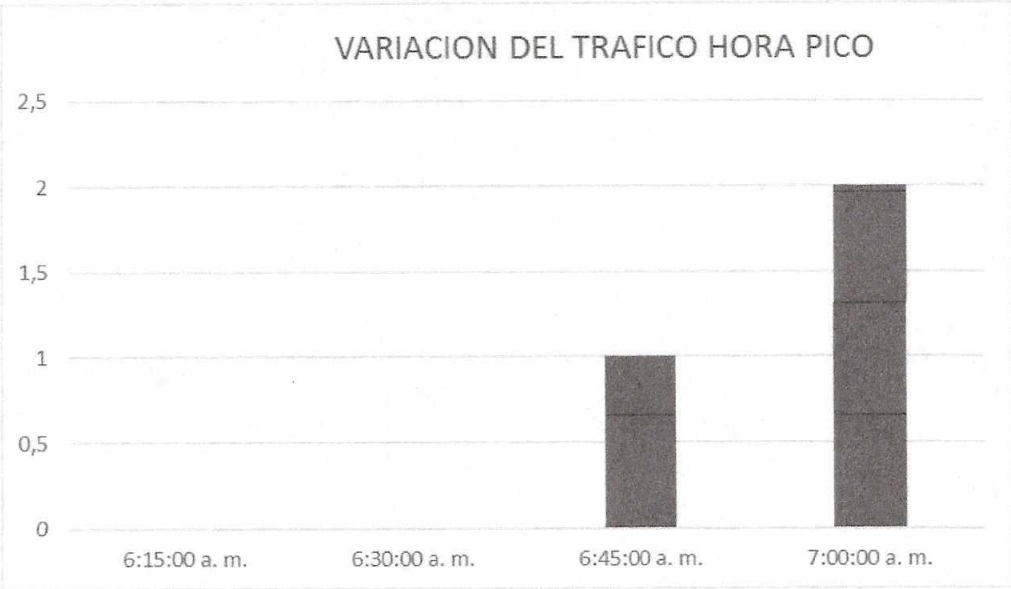
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 61. Demanda máxima en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

VHMD	3veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 44. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.



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

Tabla 62. Volumen horario máximo en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	0
6:30:00 a. m.	0
6:45:00 a. m.	1
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25 valores que indican que 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 los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía de los tramos viales a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda la Cra 9 y la calle 22, 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 para la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24:

Tabla 63. Tránsito inicial en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

Aforo Carrera 9A entre calle 23 y calle 24				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	15	4	1	20
T_i año base				**20**

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

Tabla 64. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**100,0%**	20
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**0,00%**	0
C2P	0,00%	0
C2G	0,00%	0
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 0.00%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 65. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 9A entre calle 23 y calle 24.

Transito diario (TPD)	20,0
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	**100,0%**	20	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**0,00%**	0			0	
C2P	0,00%	0	0,41	0	0	0
C2G	0,00%	0	4,396	0	0	0
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				#¡DIV/0!		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				0,00%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**#¡DIV/0!**	-	-

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

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C:

Tabla 66. Tránsito inicial en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

Aforo Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	22	6	1	29
T_i año base				**29**

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

Tabla 67. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**90,9%**	27
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**9,09%**	3
C2P	4,55%	1
C2G	4,55%	1
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 9.09%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 68. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 10 entre calle 22 y calle 22C.

Transito diario (TPD)	30,0
Factor sentido	0,5
Factor carril	1,0
Tasa de crecimiento	4,0
Periodo de diseño	20,0

CONVIAL

MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

NIT 901847594-7

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	**90,9%**	27	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**9,09%**	3			0	
C2P	4,55%	1	0,41	1	3099	7558
C2G	4,55%	1	4,396	6	33225	7558
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				2,40		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				9,09%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**36.323,39**	**36.323,39**	**15.115,85**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
7.557,93		7.557,93				
	7.557,93		7.557,93			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
7.558	**7.558**	**7.558**	**7.558**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9:

Tabla 69. Tránsito inicial en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

Aforo Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	35	9	2	46
T_i año base				**46**

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

Tabla 70. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**71,4%**	33
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**28,57%**	13
C2P	14,29%	7
C2G	14,29%	7
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 28.57%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 71. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 17A entre carrera 8B y carrera 9.

Transito diario (TPD)	46,0
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	**71,4%**	33	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**28,57%**	13			0	
C2P	14,29%	7	0,41	3	14933	36422
C2G	14,29%	7	4,396	29	160111	36422
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				2,40		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				28,57%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**175.044,15**	**175.044,15**	**72.844,01**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
36.422,00		36.422,00				
	36.422,00		36.422,00			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
36.422	**36.422**	**36.422**	**36.422**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9:

Tabla 72. Tránsito inicial en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

Aforo Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	27	7	1	35
T_i año base				**35**

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

Tabla 73. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**66,7%**	24
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**33,33%**	12
C2P	11,11%	4
C2G	22,22%	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 33.33%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 74. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 18 entre carrera 8B y carrera 9.

Transito diario (TPD)	36,0
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	**66,7%**	24	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**33,33%**	12			0	
C2P	11,11%	4	0,41	2	9090	22170
C2G	22,22%	8	4,396	35	194918	44340
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				3,07		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				33,33%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**204.007,56**	**204.007,56**	**66.509,75**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
22.169,92		22.169,92				
	44.339,83		44.339,83			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
22.170	**44.340**	**22.170**	**44.340**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15:

Tabla 75. Tránsito inicial en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

Aforo Carrera 8C entre calle 14 y calle 15				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	30	8	2	40
T_i año base				**40**

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

Tabla 76. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**60,0%**	24
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**40,00%**	16
C2P	16,67%	7
C2G	23,33%	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 40.00%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 77. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 8C entre calle 14 y calle 15.

Transito diario (TPD)	40,0
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	**60,0%**	24	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**40,00%**	16			0	
C2P	16,67%	7	0,41	3	15149	36950
C2G	23,33%	9	4,396	41	227404	51730
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				2,74		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				40,00%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**242.553,65**	**242.553,65**	**88.679,66**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
36.949,86		36.949,86				
	51.729,80		51.729,80			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
36.950	**51.730**	**36.950**	**51.730**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D:

Tabla 78. Tránsito inicial en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

Aforo Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	30	8	2	40
T_i año base				**40**

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

Tabla 79. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**60,0%**	24
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**40,00%**	16
C2P	16,67%	7
C2G	23,33%	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 40.00%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 80. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 14 entre carrera 8C y carrera 8D.

Transito diario (TPD)	40,0
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	**60,0%**	24	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**40,00%**	16			0	
C2P	16,67%	7	0,41	3	15149	36950
C2G	23,33%	9	4,396	41	227404	51730
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				2,74		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				40,00%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**242.553,65**	**242.553,65**	**88.679,66**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
36.949,86		36.949,86				
	51.729,80		51.729,80			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
36.950	**51.730**	**36.950**	**51.730**	**-**	**-**	**-**

5.2.3 Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 81. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	74	77	74	75
BUS	0	0	0	0
C2P	3	4	6	5
C2G	8	9	8	9
C-3	1	2	2	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	**86**	**92**	**90**	**91**

Luego tenemos:
TPDs= 91 veh/día.

Tabla 82. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	52	55	49	52
BUS	0	0	0	0
C2P	5	5	6	6
C2G	6	5	4	5
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	**63**	**65**	**59**	**63**

Luego tenemos:
TPDs= 63 veh/día.

Tabla 83. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	48	47	49	48
BUS	0	0	0	0
C2P	10	10	9	10
C2G	6	5	6	6
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	**66**	**64**	**65**	**66**

Luego tenemos:
TPDs= 66 veh/día.

Tabla 84. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	48	47	49	48
BUS	0	0	0	0
C2P	10	10	9	10
C2G	6	5	6	6
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	**66**	**64**	**65**	**66**

Luego tenemos:
TPDs= 66 veh/día.

Tabla 85. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	16	16	19	17
BUS	0	0	0	0
C2P	0	0	0	0
C2G	0	0	0	0
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	**16**	**16**	**19**	**17**

Luego tenemos:
TPDs= 17 veh/día.

Tabla 86. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	57	56	54	56
BUS	0	0	0	0
C2P	11	11	8	10
C2G	5	6	3	5
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	**73**	**73**	**65**	**71**

Luego tenemos:
TPDs= 71 veh/día.

Tabla 87. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	94	104	100	100
BUS	0	0	0	0
C2P	19	16	17	18
C2G	8	10	9	9
C-3	3	4	4	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**124**	**134**	**130**	**131**

Luego tenemos:
TPDs= 131 veh/día.

Tabla 88. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	94	104	100	100
BUS	0	0	0	0
C2P	19	22	23	22
C2G	8	8	5	7
C-3	5	5	7	6
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**126**	**139**	**135**	**135**

Luego tenemos:
TPDs= 135 veh/día.

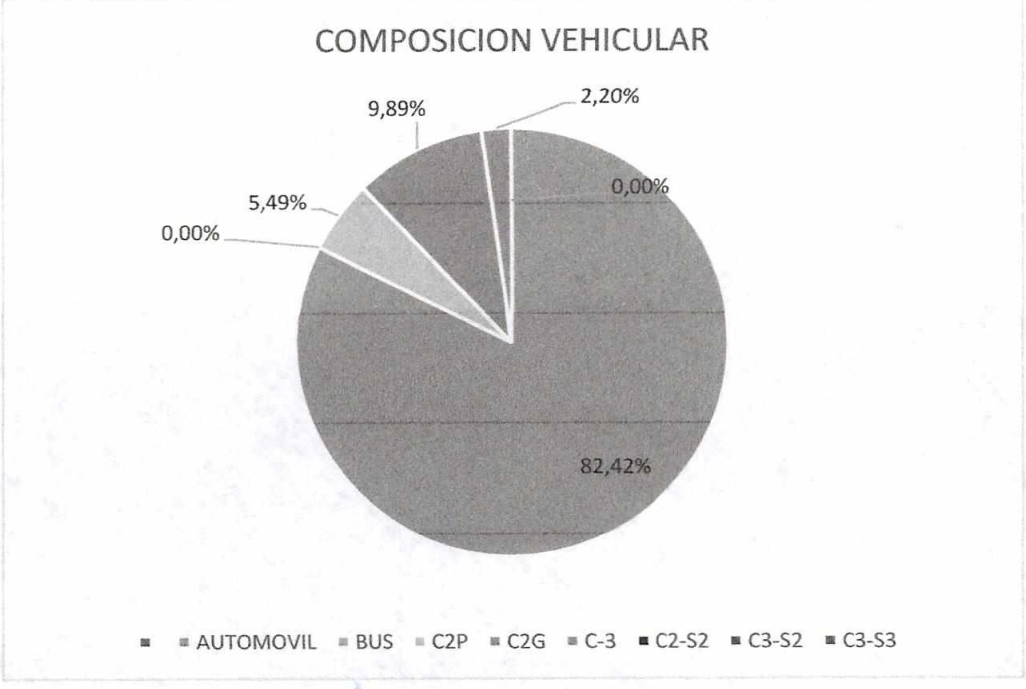
5.2.3.1 *Composición vehicular de los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina.*

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, la composición vehicular de los tramos correspondientes:

Tabla 89. Composición vehicular en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	74	77	74	75	82,42%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	3	4	6	5	5,49%
C2G	8	9	8	9	9,89%
C-3	1	2	2	2	2,20%
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	**86**	**92**	**90**	**91**	**100%**

Gráfica 45. Composición vehicular en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

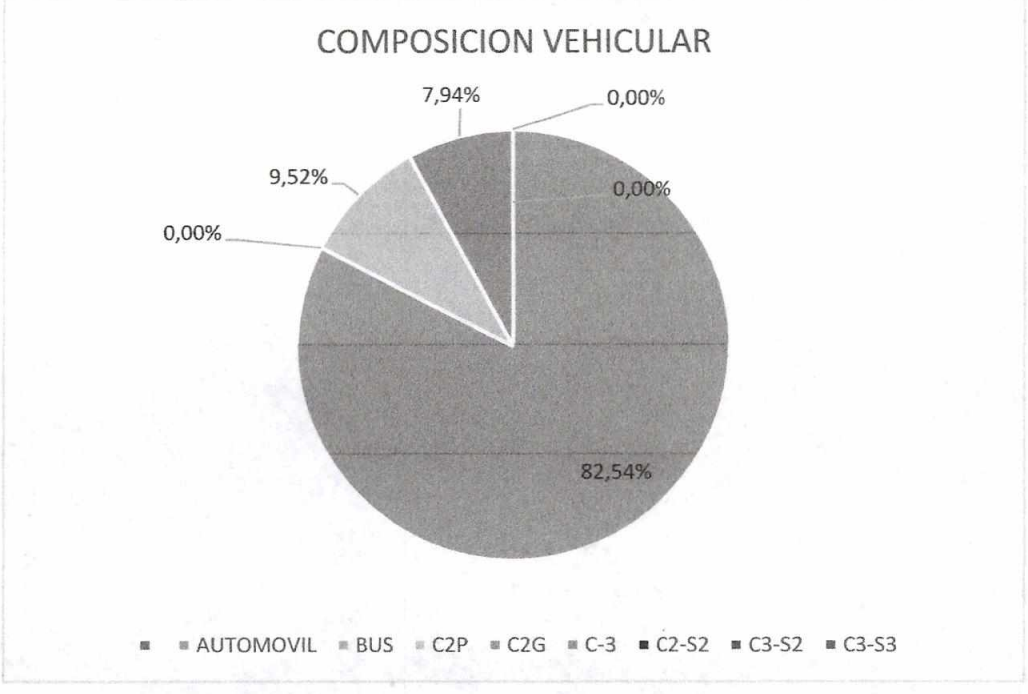


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 82.42%, seguido de camiones con un 9.89%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 90. Composición vehicular en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	52	55	49	52	82,54%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	5	5	6	6	9,52%
C2G	6	5	4	5	7,94%
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	**63**	**65**	**59**	**63**	**100%**

Gráfica 46. Composición vehicular en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

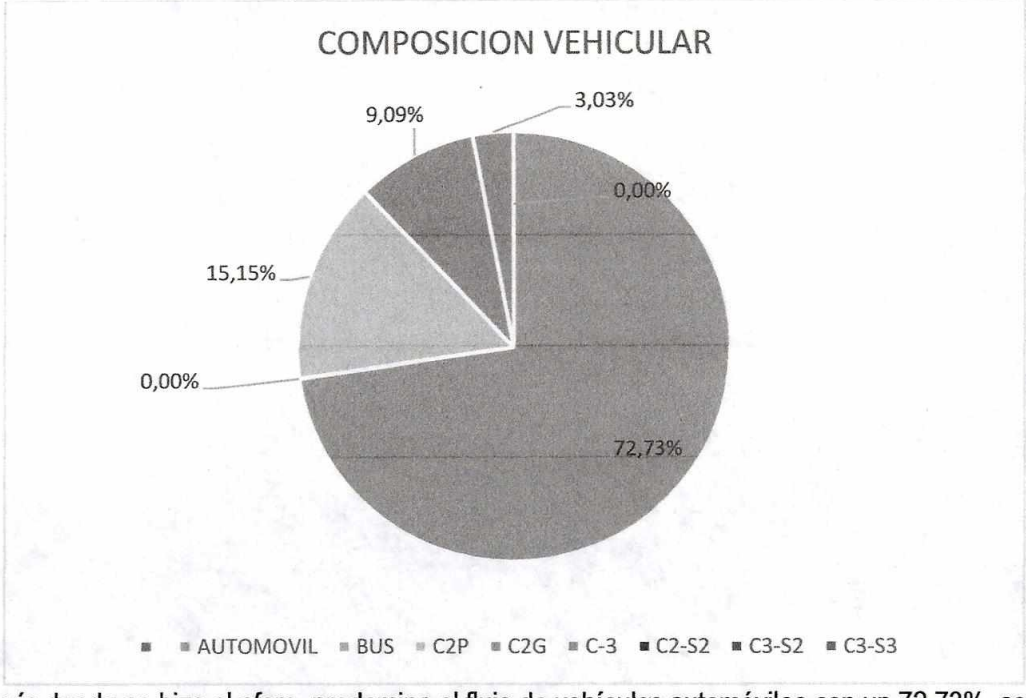


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 82.54%, seguido de camiones con un 9.52%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 91. Composición vehicular en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	48	47	49	48	72,73%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	10	10	9	10	15,15%
C2G	6	5	6	6	9,09%
C-3	2	2	1	2	3,03%
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	**66**	**64**	**65**	**66**	**100%**

Gráfica 47. Composición vehicular en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

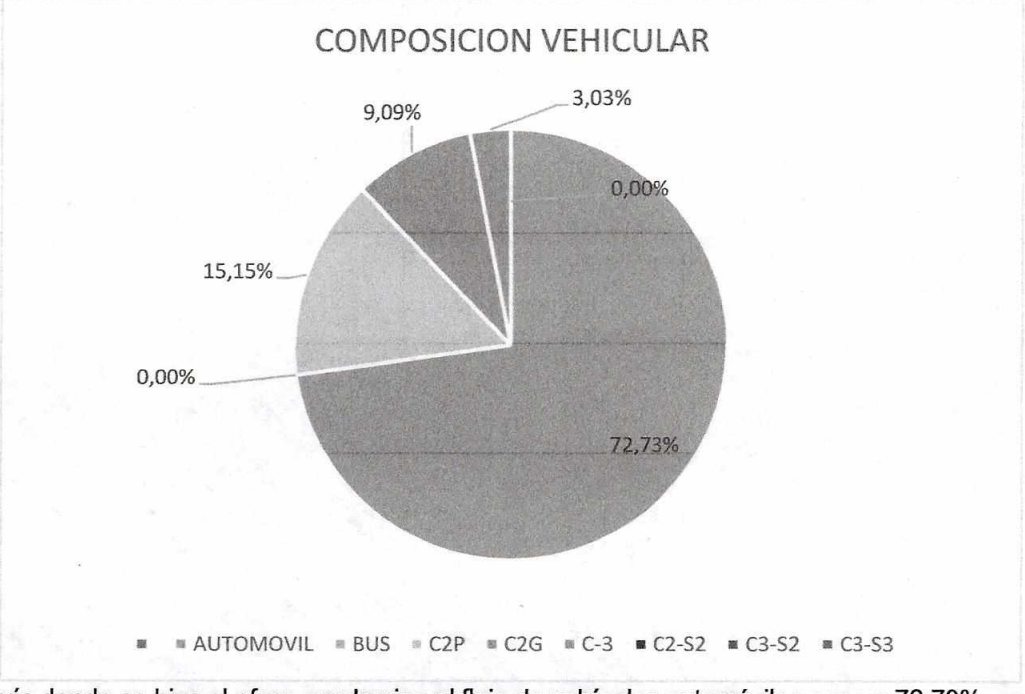


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 72.73%, seguido de camiones con un 15.15%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 92. Composición vehicular en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	48	47	49	48	72,73%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	10	10	9	10	15,15%
C2G	6	5	6	6	9,09%
C-3	2	2	1	2	3,03%
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	**66**	**64**	**65**	**66**	**100%**

Gráfica 48. Composición vehicular en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

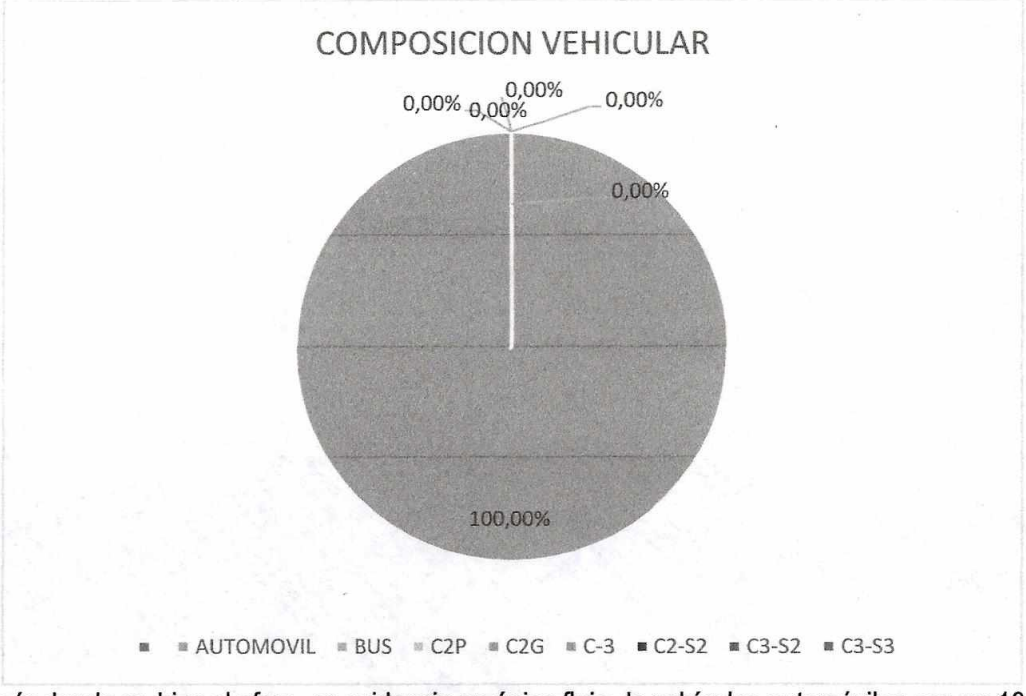


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 72.73%, seguido de camiones con un 15.15%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 93. Composición vehicular en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	16	16	19	17	100,00%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	0	0	0	0	0,00%
C2G	0	0	0	0	0,00%
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	**16**	**16**	**19**	**17**	**100%**

Gráfica 49. Composición vehicular en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

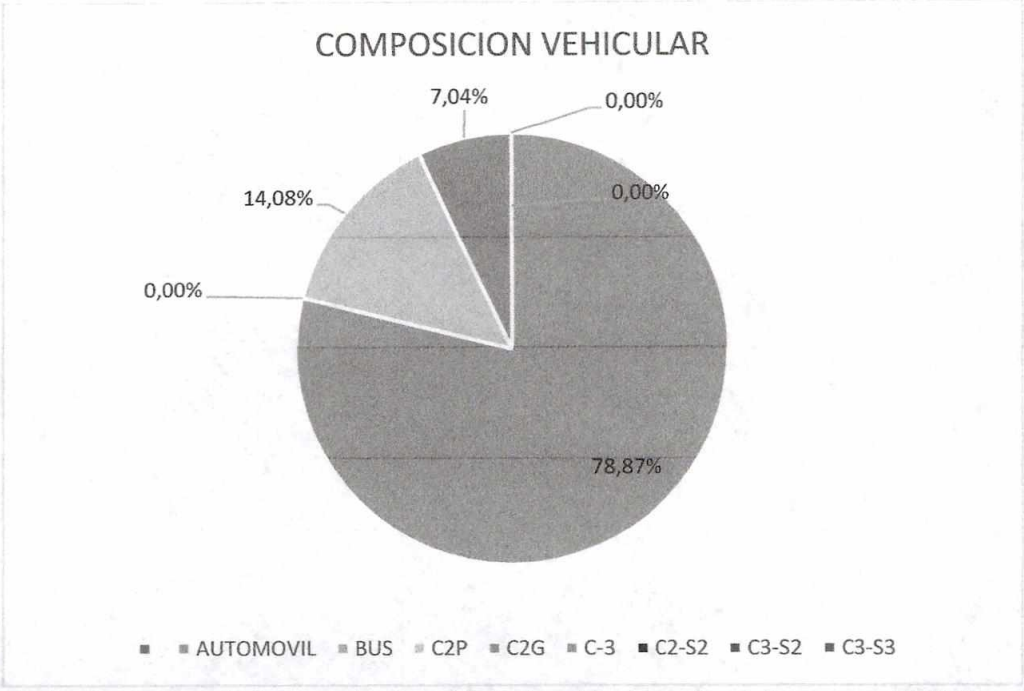


En la vía donde se hizo el aforo, se evidencia un único flujo de vehículos automóviles con un 100%.

Tabla 94. Composición vehicular en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	57	56	54	56	78,87%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	11	8	10	14,08%
C2G	5	6	3	5	7,04%
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	**73**	**73**	**65**	**71**	**100%**

Gráfica 50. Composición vehicular en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

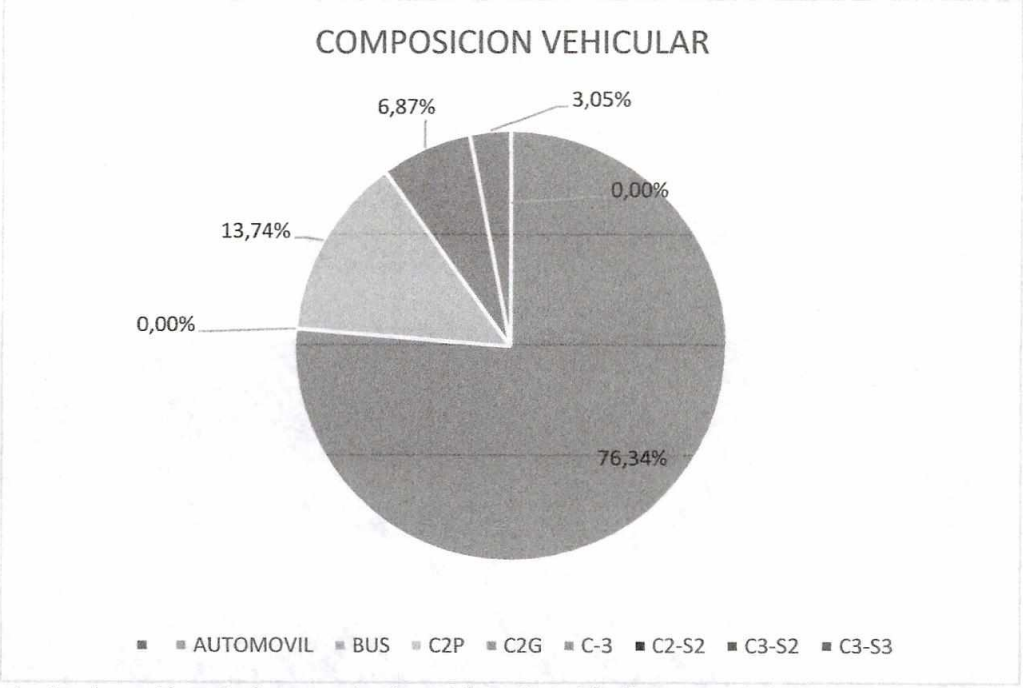


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 78.87%, seguido de camiones con un 14.08%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 95. Composición vehicular en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	94	104	100	100	76,34%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	19	16	17	18	13,74%
C2G	8	10	9	9	6,87%
C-3	3	4	4	4	3,05%
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	**124**	**134**	**130**	**131**	**100%**

Gráfica 51. Composición vehicular en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

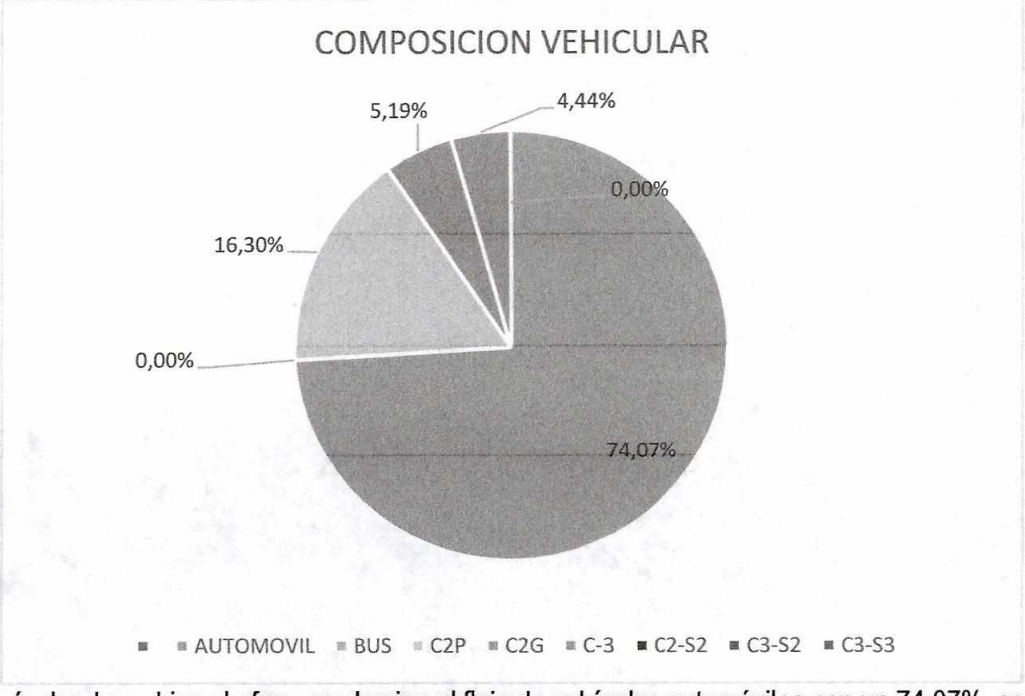


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 76.34%, seguido de camiones con un 13.74%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 96. Composición vehicular en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	94	104	100	100	74,07%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	19	22	23	22	16,30%
C2G	8	8	5	7	5,19%
C-3	5	5	7	6	4,44%
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	**126**	**139**	**135**	**135**	**100%**

Gráfica 52. Composición vehicular en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.



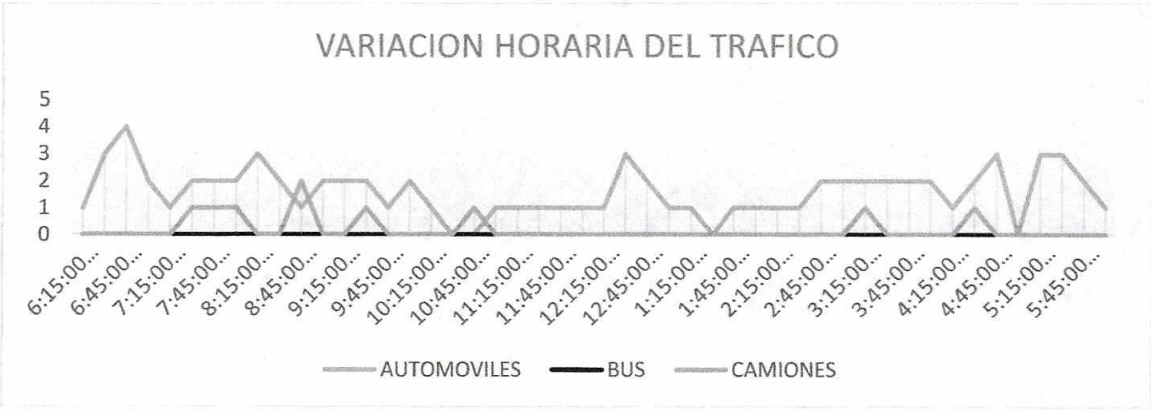
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 74.07%, seguido de camiones con un 16.30%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.3.2 *Variación horaria del volumen de tránsito de los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina*

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, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B. fue el 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

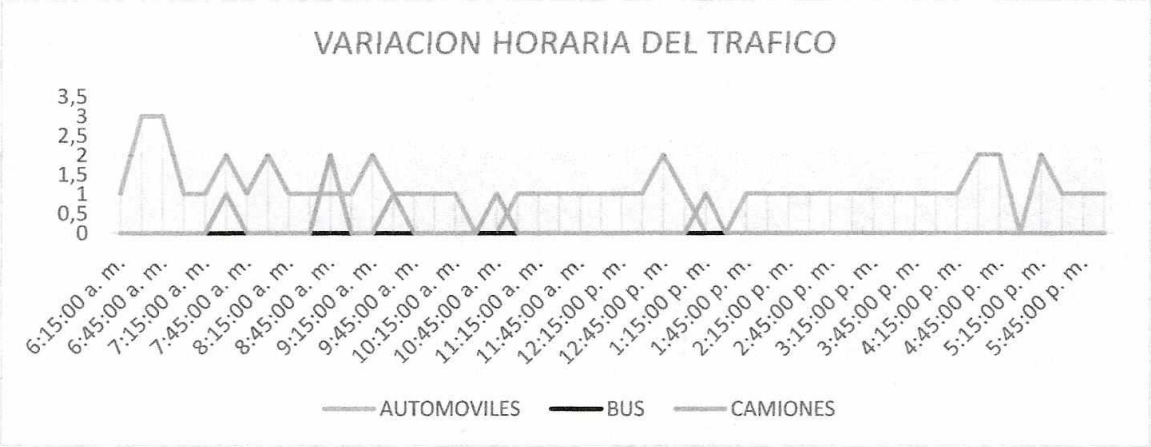
Gráfica 53. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A. fue el 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

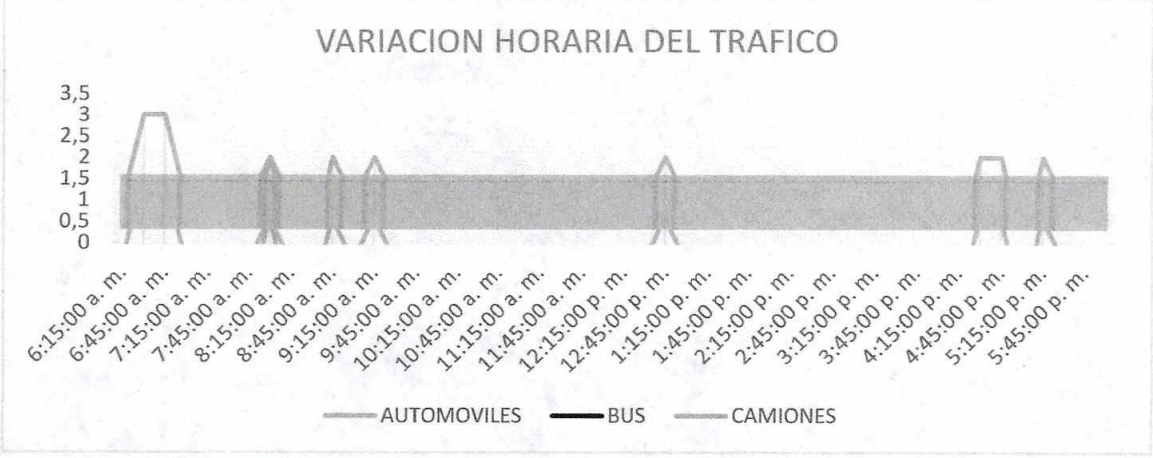
Gráfica 54. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12. fue el 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

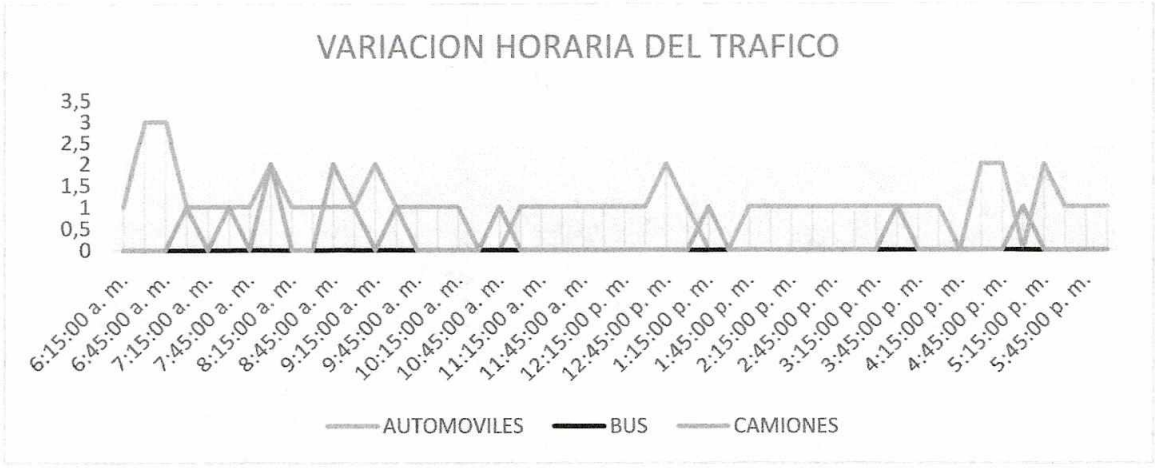
Gráfica 55. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14. fue el 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

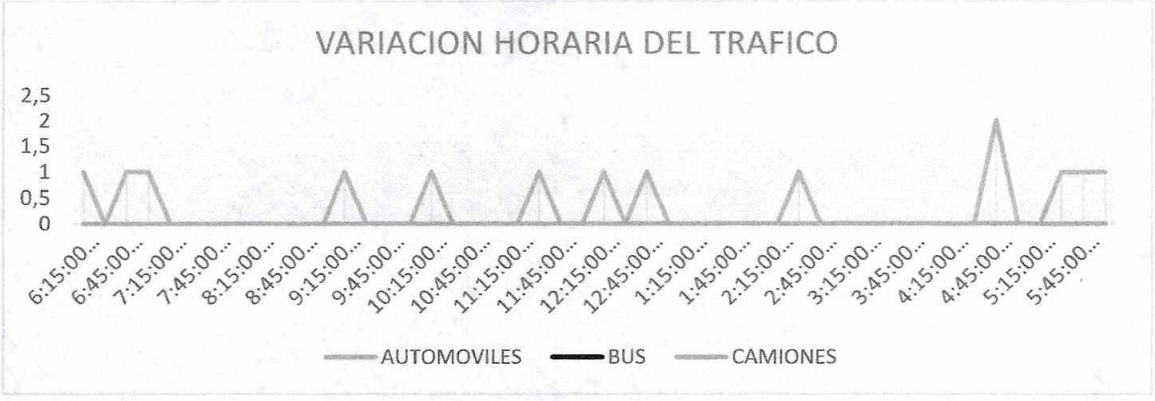
Gráfica 56. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14. fue el 7 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

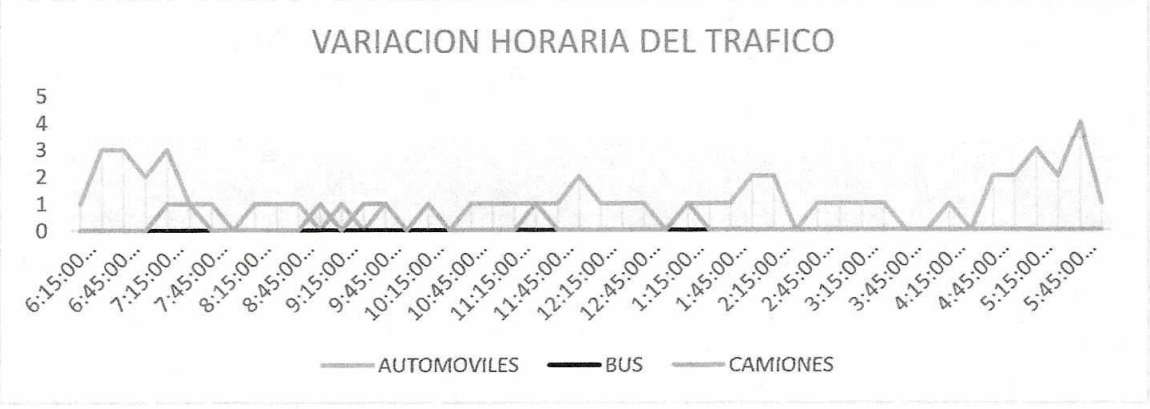
Gráfica 57. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15. fue el 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

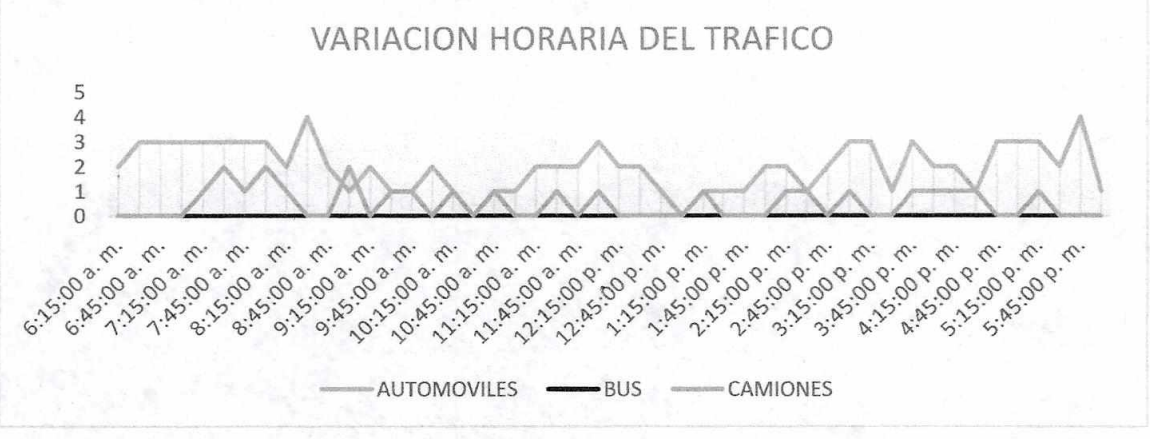
Gráfica 58. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14. fue el 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

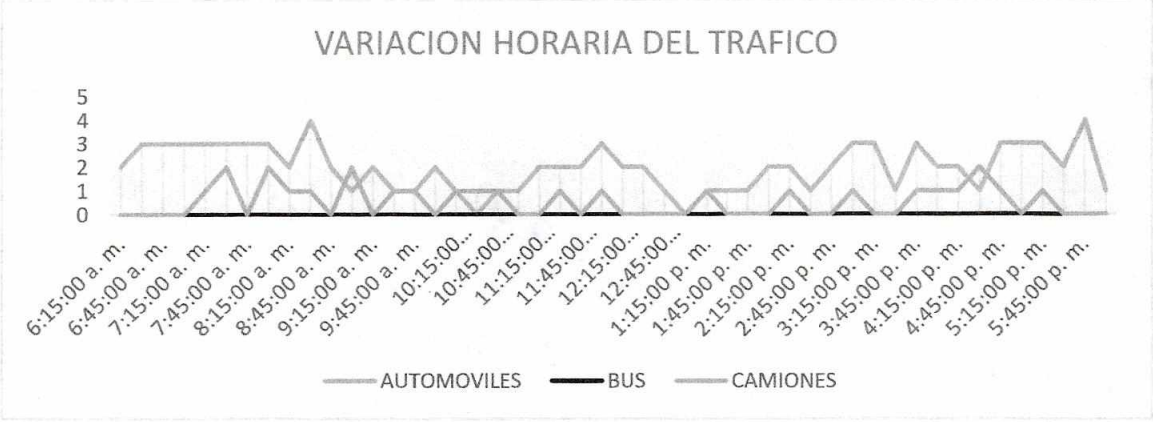
Gráfica 59. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A. fue el 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 60. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los automóviles y camiones, 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 de los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina*

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:

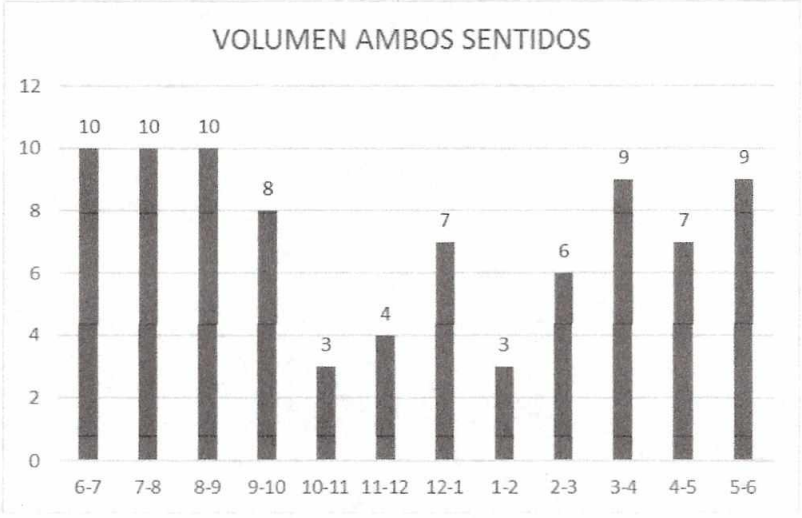
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (5)$$

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 Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 61. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.



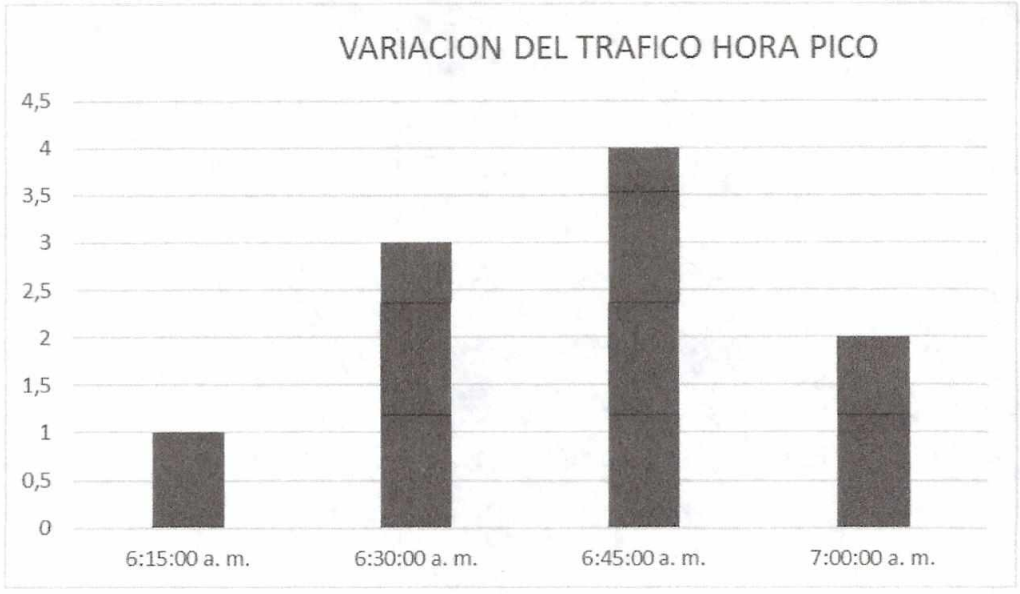
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 97. Demanda máxima en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

VHMD	10veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 62. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.



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

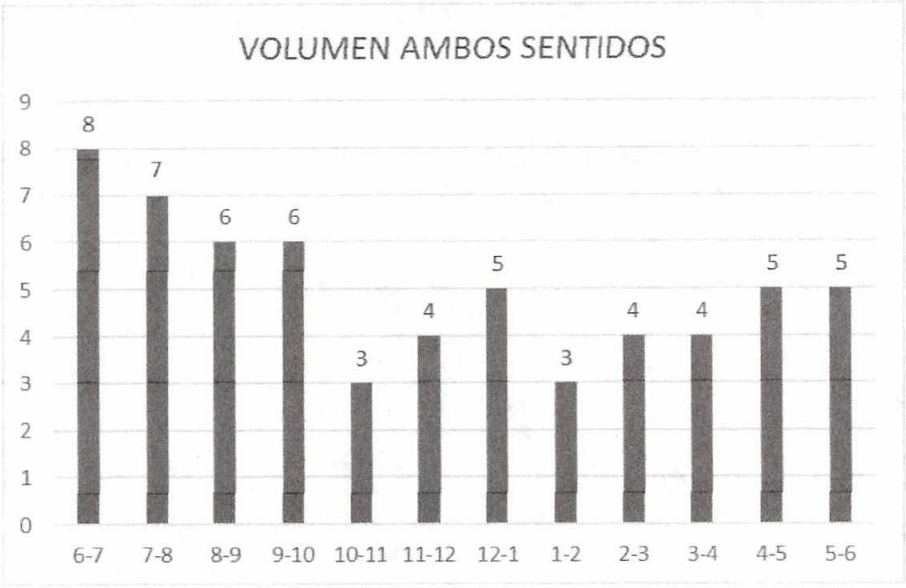
Tabla 98. Volumen horario máximo en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	1
6:30:00 a. m.	3
6:45:00 a. m.	4
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.83 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 12 entre calle 16 y calle 16A, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 63. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.



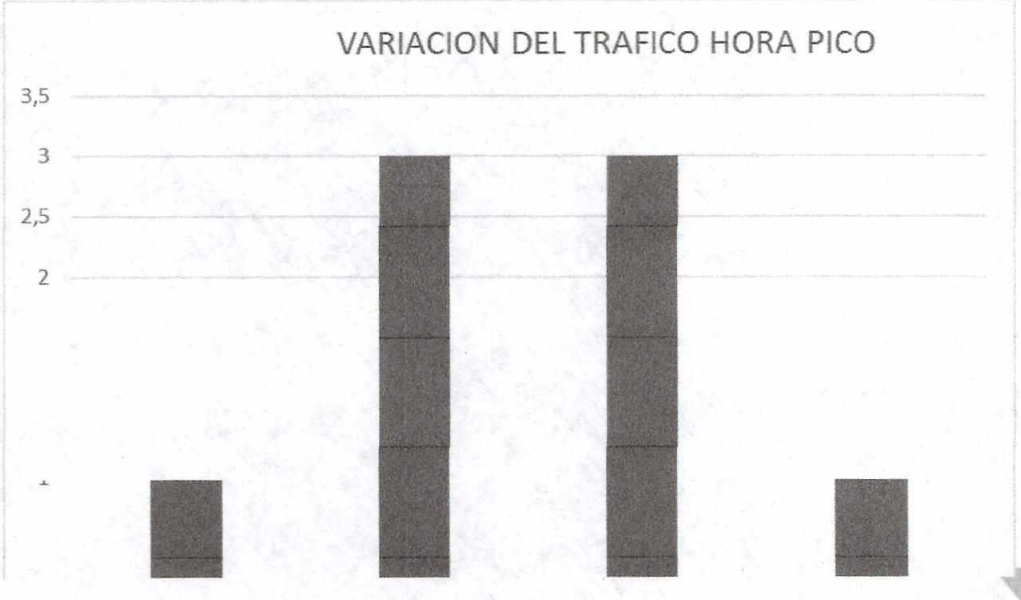
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 99. Demanda máxima en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

VHMD	8veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 64. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.



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

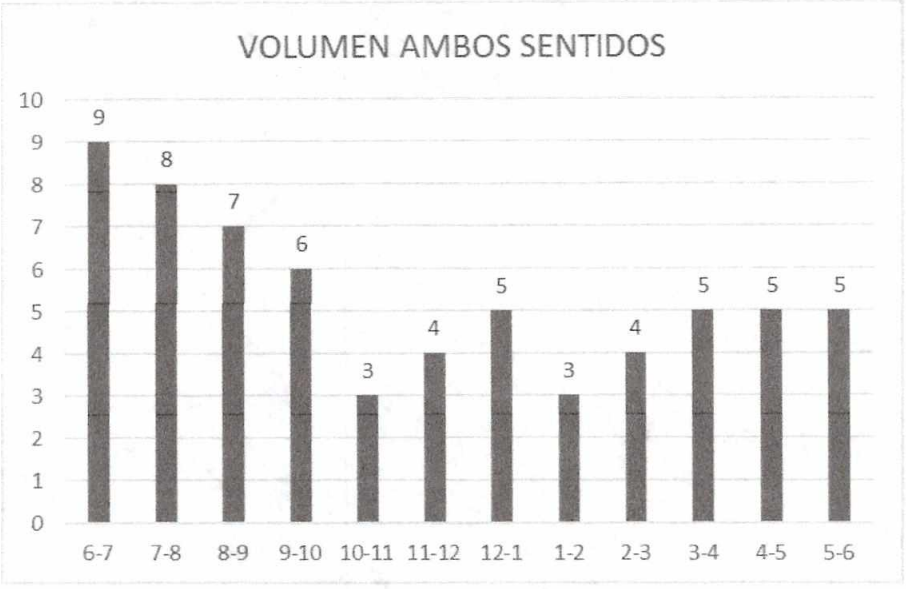
Tabla 100. Volumen horario máximo en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	1
6:30:00 a. m.	3
6:45:00 a. m.	3
7:00:00 a. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.67 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 Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 65. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.



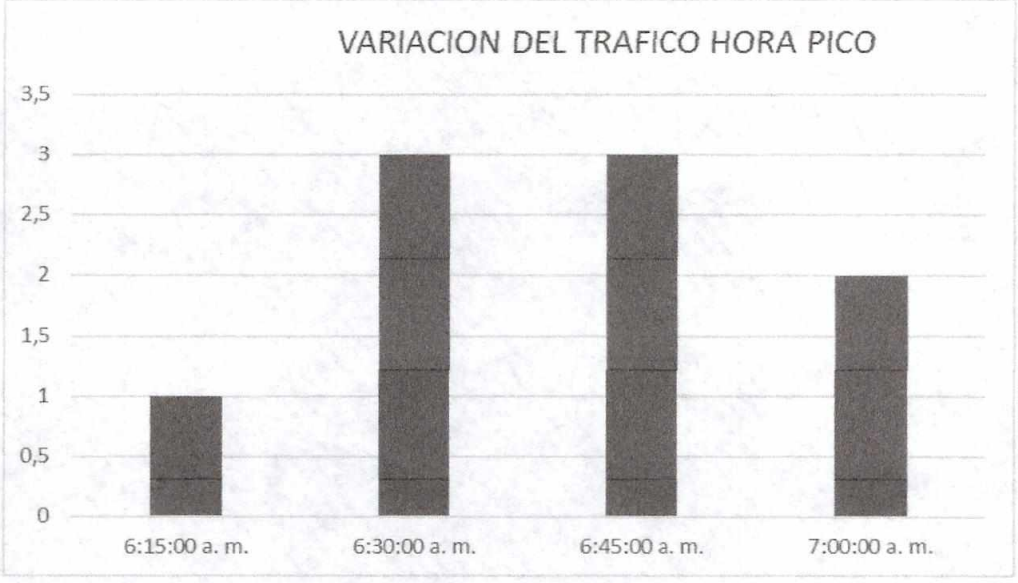
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 101. Demanda máxima en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

VHMD	9veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 66. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.



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

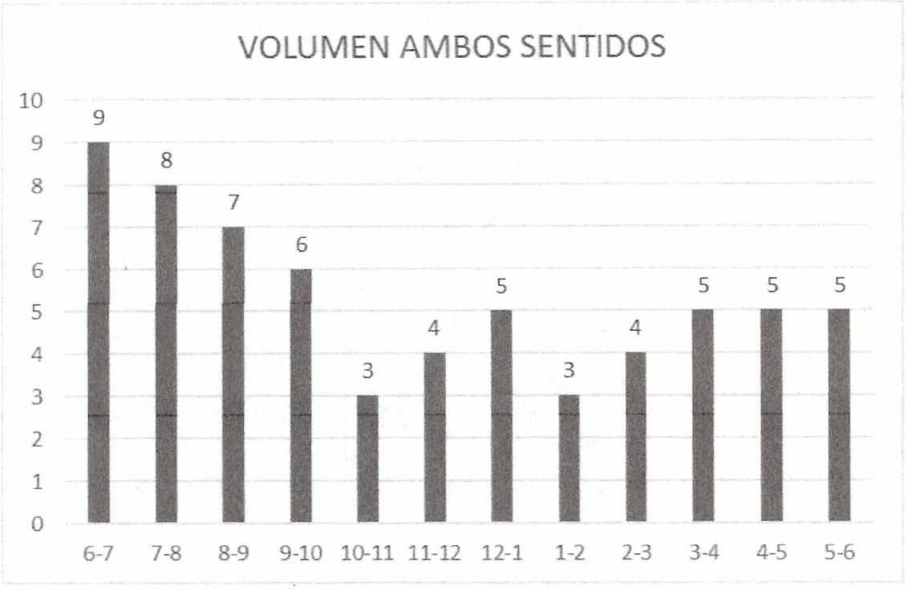
Tabla 102. Volumen horario máximo en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	1
6:30:00 a. m.	3
6:45:00 a. m.	3
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75 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 12 entre avenida circunvalar y calle 14, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 67. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.



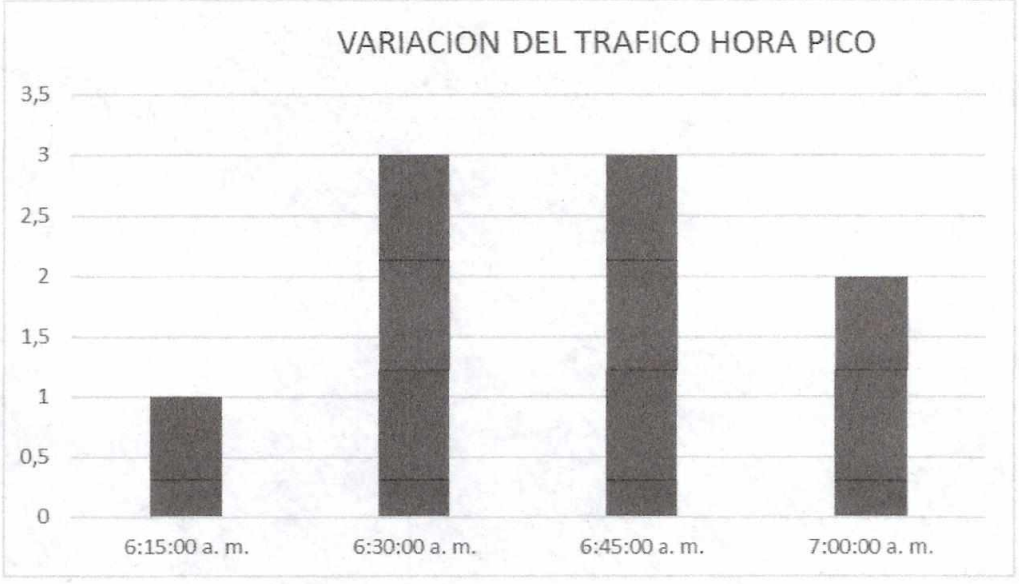
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 103. Demanda máxima en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

VHMD	9veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 68. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.



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

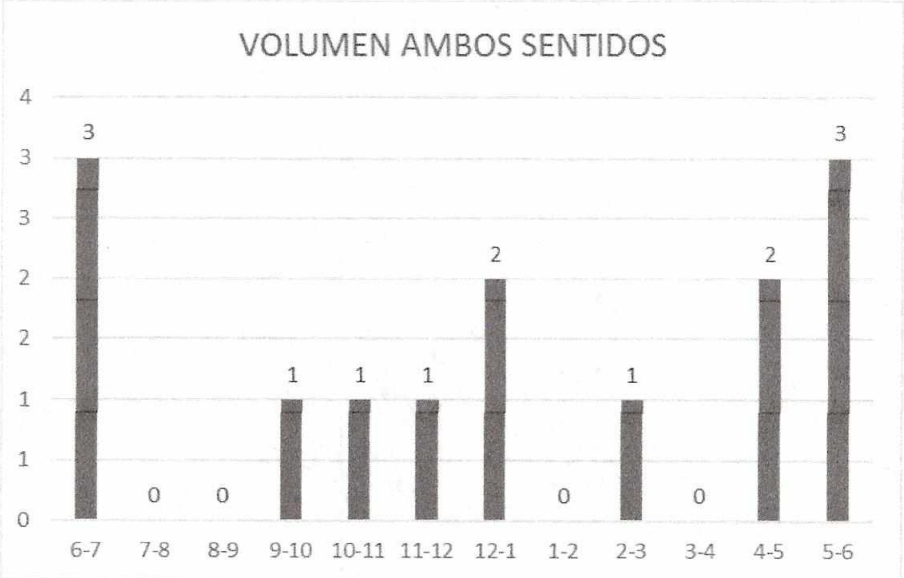
Tabla 104. Volumen horario máximo en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	1
6:30:00 a. m.	3
6:45:00 a. m.	3
7:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75 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 11 entre avenida circunvalar y calle 14, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 69. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.



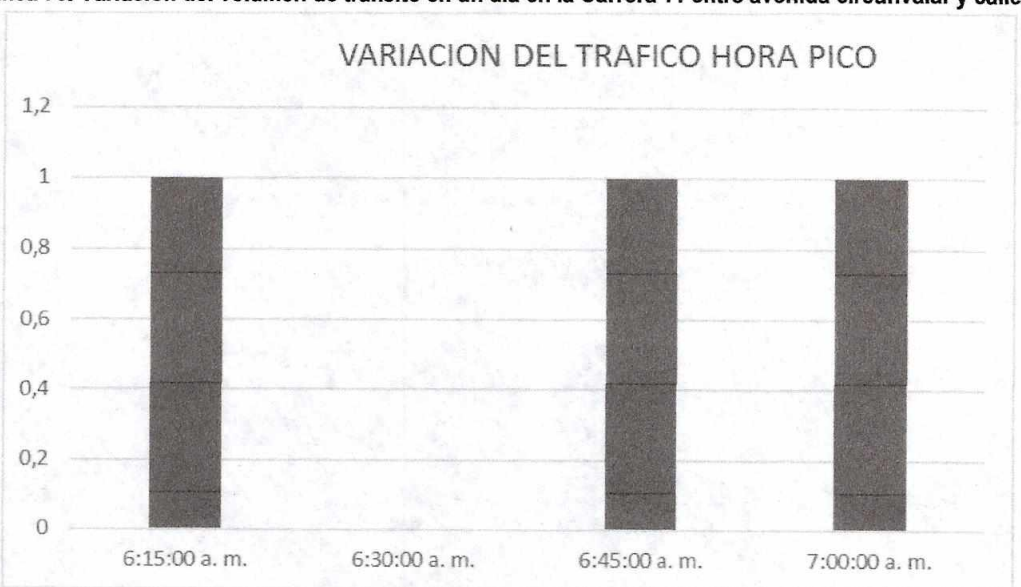
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 06:00 am – 07:00 am y su volumen horario es:

Tabla 105. Demanda máxima en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

VHMD	3veh/hr
HORA	6-7

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

Gráfica 70. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.



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

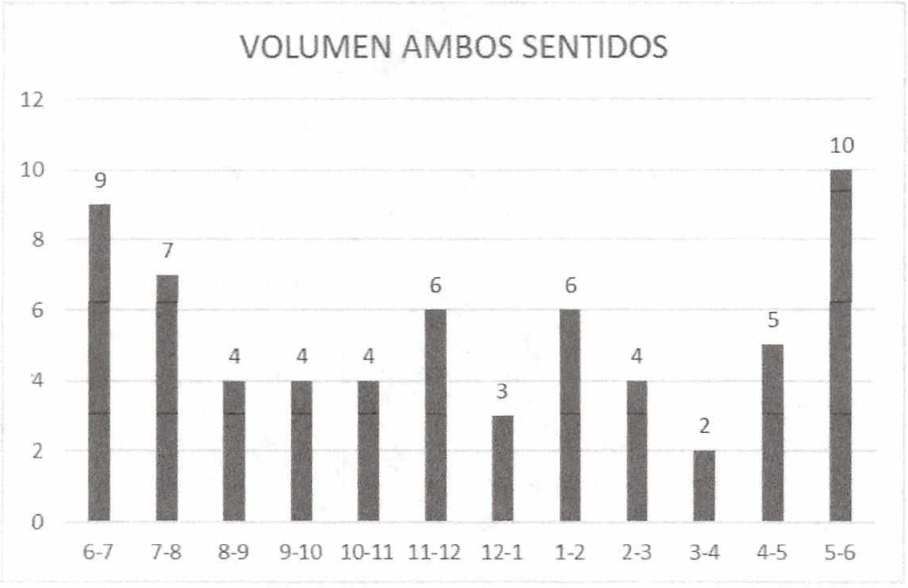
Tabla 106. Volumen horario máximo en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

HORA	VOLUMEN
6:15:00 a. m.	1
6:30:00 a. m.	0
6:45:00 a. m.	1
7:00:00 a. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25 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 Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 71. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.



Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 107. Demanda máxima en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

VHMD	10veh/hr
HORA	5-6

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

Gráfica 72. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.



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

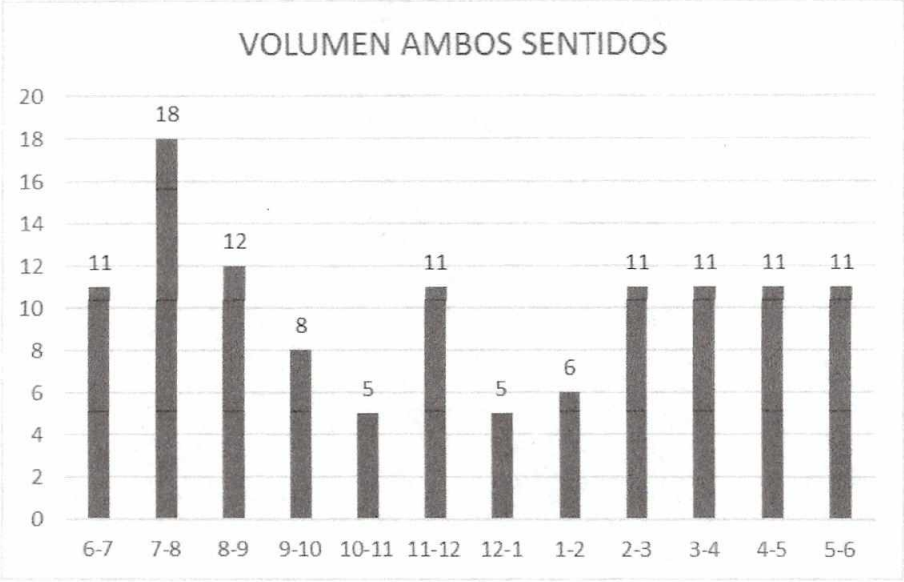
Tabla 108. Volumen horario máximo en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	3
5:30:00 p. m.	2
5:45:00 p. m.	4
6:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.83 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 Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 73. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.



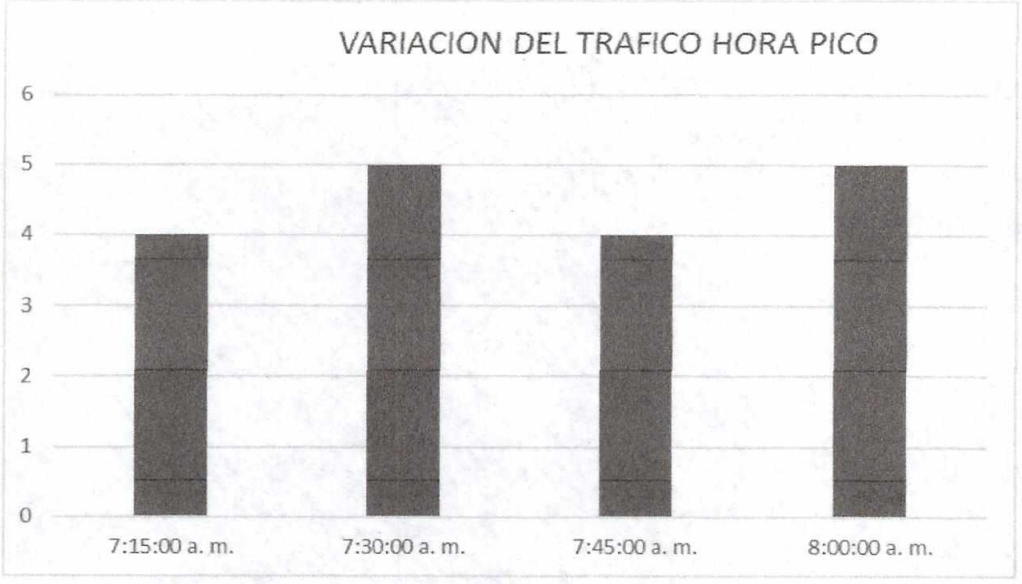
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 109. Demanda máxima en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

VHMD	18veh/hr
HORA	7-8

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

Gráfica 74. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.



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

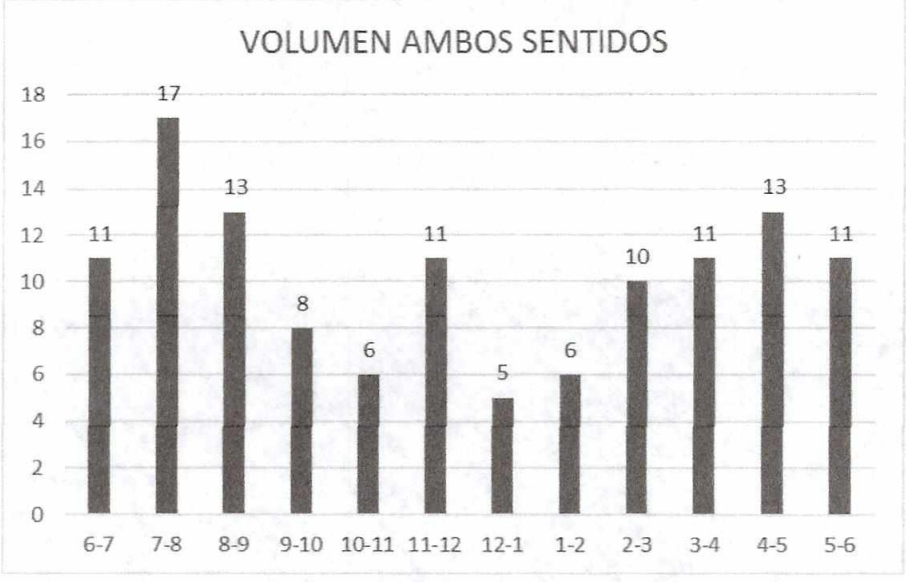
Tabla 110. Volumen horario máximo en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

HORA	VOLUMEN
7:15:00 a. m.	4
7:30:00 a. m.	5
7:45:00 a. m.	4
8:00:00 a. m.	5

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.50 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 14B entre calle 13 y calle 15A, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 75. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.



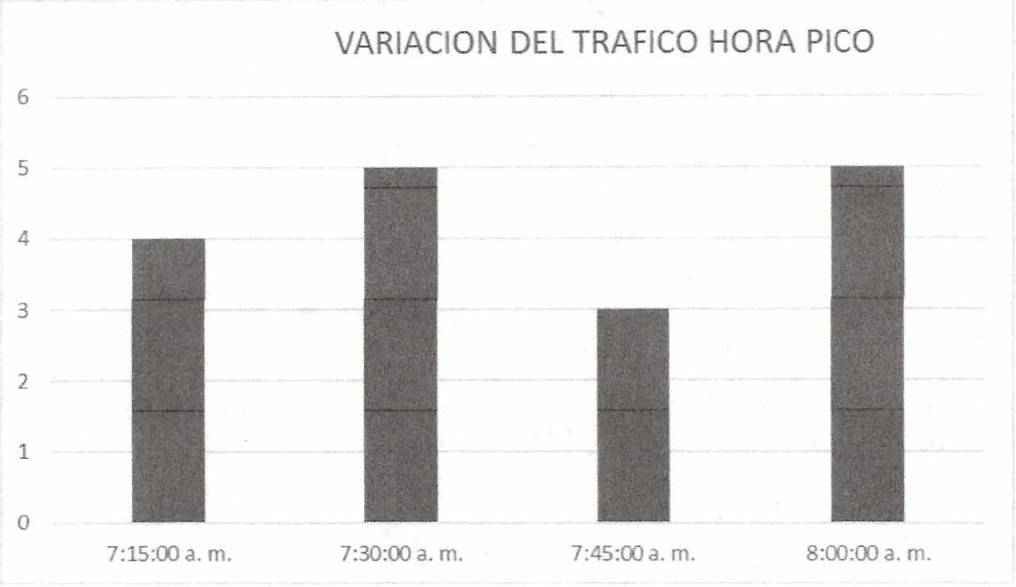
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 111. Demanda máxima en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

VHMD	17veh/hr
HORA	7-8

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

Gráfica 76. Variación del volumen de tránsito en un día en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.



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

Tabla 112. Volumen horario máximo en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

HORA	VOLUMEN
7:15:00 a. m.	4
7:30:00 a. m.	5
7:45:00 a. m.	3
8:00:00 a. m.	5

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.

5.2.3.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía de los tramos viales a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la Cra 9 y la Av Circunvalar, 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 para la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

Tabla 113. Tránsito inicial en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

Aforo Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B				
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 114. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**82,4%**	98
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**17,58%**	21
C2P	5,49%	7
C2G	9,89%	12
C3	2,20%	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 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 la 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 115. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 11 entre calle 15 y calle 16B.

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	5,49%	7	0,41	3	14858	36239
C2G	9,89%	12	4,396	52	286754	65231
C3	2,20%	3	8,763	23	127026	14496
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				3,70		
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				**428.638,26**	**428.638,26**	**115.965,71**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
36.239,28		36.239,28				
	65.230,71		65.230,71			
	14.495,71				14.495,71	
	-			-		
	-				-	-
36.239	**79.726**	**36.239**	**65.231**	**-**	**14.496**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

Tabla 116. Tránsito inicial en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

Aforo Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	63	16	3	82
T_i año base				**82**

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

Tabla 117. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**82,5%**	69
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**17,46%**	14
C2P	9,52%	8
C2G	7,94%	7
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 17.46%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 118. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 12 entre calle 16 y calle 16A.

Transito diario (TPD)	83,0
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	**82,5%**	69	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**17,46%**	14			0	
C2P	9,52%	8	0,41	3	17963	43812
C2G	7,94%	7	4,396	29	160498	36510
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				2,22		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				17,46%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**178.460,78**	**178.460,78**	**80.321,96**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
43.811,98		43.811,98				
	36.509,98		36.509,98			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
43.812	**36.510**	**43.812**	**36.510**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

Tabla 119. Tránsito inicial en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

Aforo Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	66	17	3	86
T_i año base				**86**

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

Tabla 120. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**72,7%**	63
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**27,27%**	24
C2P	15,15%	13
C2G	9,09%	8
C3	3,03%	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 27.27%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 121. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 14 entre carrera 9 y carrera 12.

Transito diario (TPD)	87,0
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	**72,7%**	63	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**27,27%**	24			0	
C2P	15,15%	13	0,41	5	29955	73060
C2G	9,09%	8	4,396	35	192703	43836
C3	3,03%	3	8,763	23	128045	14612
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,67		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				27,27%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**350.702,37**	**350.702,37**	**131.507,91**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
73.059,95		73.059,95				
	43.835,97		43.835,97			
	14.611,99				14.611,99	
	-			-		
	-				-	-
73.060	**58.448**	**73.060**	**43.836**	**-**	**14.612**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

Tabla 122. Tránsito inicial en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

Aforo Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	66	17	3	86
T_i año base				**86**

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

Tabla 123. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**72,7%**	63
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**27,27%**	24
C2P	15,15%	13
C2G	9,09%	8
C3	3,03%	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 27.27%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 124. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14.

Transito diario (TPD)	87,0
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	**72,7%**	63	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**27,27%**	24			0	
C2P	15,15%	13	0,41	5	29955	73060
C2G	9,09%	8	4,396	35	192703	43836
C3	3,03%	3	8,763	23	128045	14612
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,67		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				27,27%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**350.702,37**	**350.702,37**	**131.507,91**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
73.059,95		73.059,95				
	43.835,97		43.835,97			
	14.611,99				14.611,99	
	-			-		
	-				-	-
73.060	**58.448**	**73.060**	**43.836**	**-**	**14.612**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

Tabla 125. Tránsito inicial en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

Aforo Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	17	4	1	22
T_i año base				**22**

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

Tabla 126. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**100,0%**	23
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	***0,00%***	0
C2P	0,00%	0
C2G	0,00%	0
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 0.00%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 127. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14.

Transito diario (TPD)	23,0
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	**100,0%**	23	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**0,00%**	0			0	
C2P	0,00%	0	0,41	0	0	0
C2G	0,00%	0	4,396	0	0	0
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				#¡DIV/0!		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				0,00%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**#¡DIV/0!**	-	-

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

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

Tabla 128. Tránsito inicial en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

Aforo Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15				
objeto	**TPDS**	T_{at}	**TG**	T_i
Transito	71	18	4	93
T_i año base				**93**

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

Tabla 129. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**78,9%**	73
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**21,13%**	20
C2P	14,08%	13
C2G	7,04%	7
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 21.13%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 130. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15.

Transito diario (TPD)	93,0
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	**78,9%**	73	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**21,13%**	20			0	
C2P	14,08%	13	0,41	5	29765	72599
C2G	7,04%	7	4,396	29	159572	36299
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				1,74		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				21,13%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**189.337,32**	**189.337,32**	**108.898,00**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
72.598,67		72.598,67				
	36.299,33		36.299,33			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
72.599	**36.299**	**72.599**	**36.299**	**-**	**-**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

Tabla 131. Tránsito inicial en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

Aforo Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_j**
Transito	131	33	7	171
T_i año base				**171**

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

Tabla 132. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**76,3%**	131
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	***23,66%***	40
C2P	13,74%	23
C2G	6,87%	12
C3	3,05%	5
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 23.66%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 133. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 15A entre carrera 13 y carrera 14.

Tránsito diario (TPD)	171,0
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	**76,3%**	131	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**23,66%**	40			0	
C2P	13,74%	23	0,41	10	53393	130227
C2G	6,87%	12	4,396	52	286239	65114
C3	3,05%	5	8,763	46	253596	28939
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,65		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				23,66%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**593.227,84**	**593.227,84**	**224.280,00**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
130.227,10		130.227,10				
	65.113,55		65.113,55			
	28.939,36				28.939,36	
	-			-		
	-				-	-
130.227	**94.053**	**130.227**	**65.114**	**-**	**28.939**	**-**

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

Tabla 134. Tránsito inicial en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

Aforo Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	135	34	7	176
T_i año base				**176**

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

Tabla 135. Distribución porcentual del tránsito en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**74,1%**	130
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**25,93%**	46
C2P	16,30%	29
C2G	5,19%	9
C3	4,44%	8
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 25.93%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 136. Número de ejes equivalentes según PCA en la Carrera 14B entre calle 13 y calle 15A.

Transito diario (TPD)	176,0
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	**74,1%**	130	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**25,93%**	46			0	
C2P	16,30%	29	0,41	12	65176	158967
C2G	5,19%	9	4,396	40	222351	50580
C3	4,44%	8	8,763	69	379915	43355
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,64		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				25,93%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**667.442,55**	**667.442,55**	**252.901,26**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	**6**	**6,6**	**11**	**21**	**22**	**24**
	-		-			
158.966,50		*158.966,50*				
	50.580,25		50.580,25			
	43.354,50				43.354,50	
	-			-		
	-				-	-
158.967	**93.935**	**158.967**	**50.580**	**-**	**43.355**	**-**

5.2.4 Barrios Mocarí e Inem

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Mocarí e Inem. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 137. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	14	11	9	12
BUS	0	0	0	0
C2P	5	3	4	4
C2G	5	5	5	5
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	**24**	**19**	**18**	**21**

Luego tenemos:
TPDs= 21 veh/día.

Tabla 138. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	23	26	26	25
BUS	0	0	0	0
C2P	16	14	12	14
C2G	7	7	6	7
C-3	0	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	**46**	**48**	**45**	**47**

Luego tenemos:
TPDs= 47 veh/día.

Tabla 139. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	32	35	37	35
BUS	0	0	0	0
C2P	16	14	12	14
C2G	7	8	7	8
C-3	2	3	5	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**57**	**60**	**61**	**61**

Luego tenemos:
TPDs= 61 veh/día.

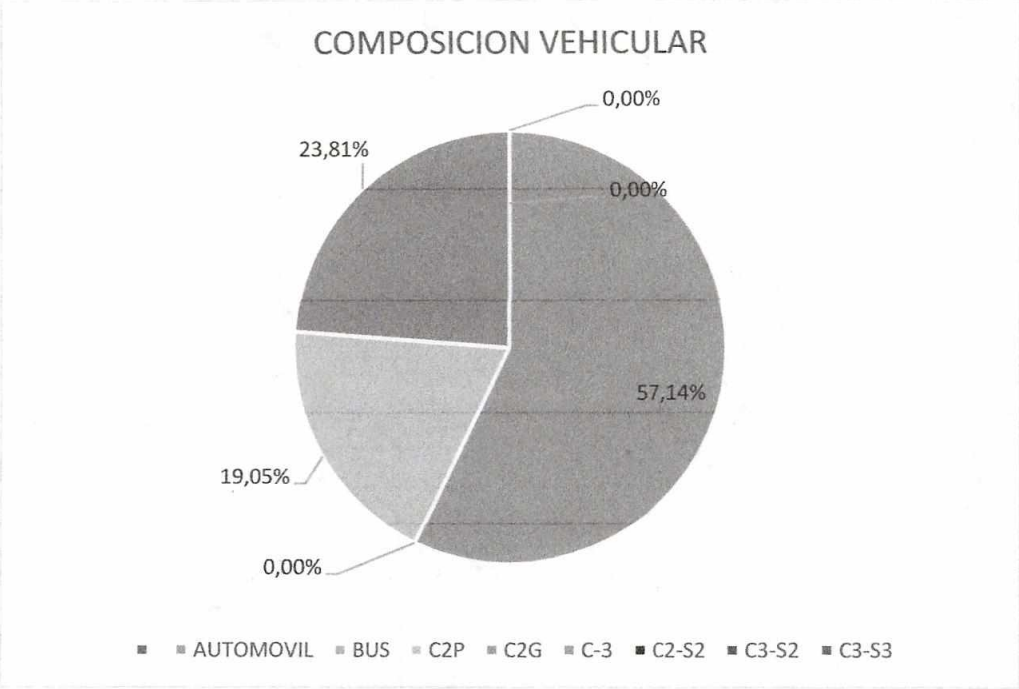
5.2.4.1 *Composición vehicular de los barrios Mocarí e Inem*

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, la composición vehicular de los tramos correspondientes:

Tabla 140. Composición vehicular en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	14	11	9	12	57,14%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	5	3	4	4	19,05%
C2G	5	5	5	5	23,81%
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	**24**	**19**	**18**	**21**	**100%**

Gráfica 77. Composición vehicular en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

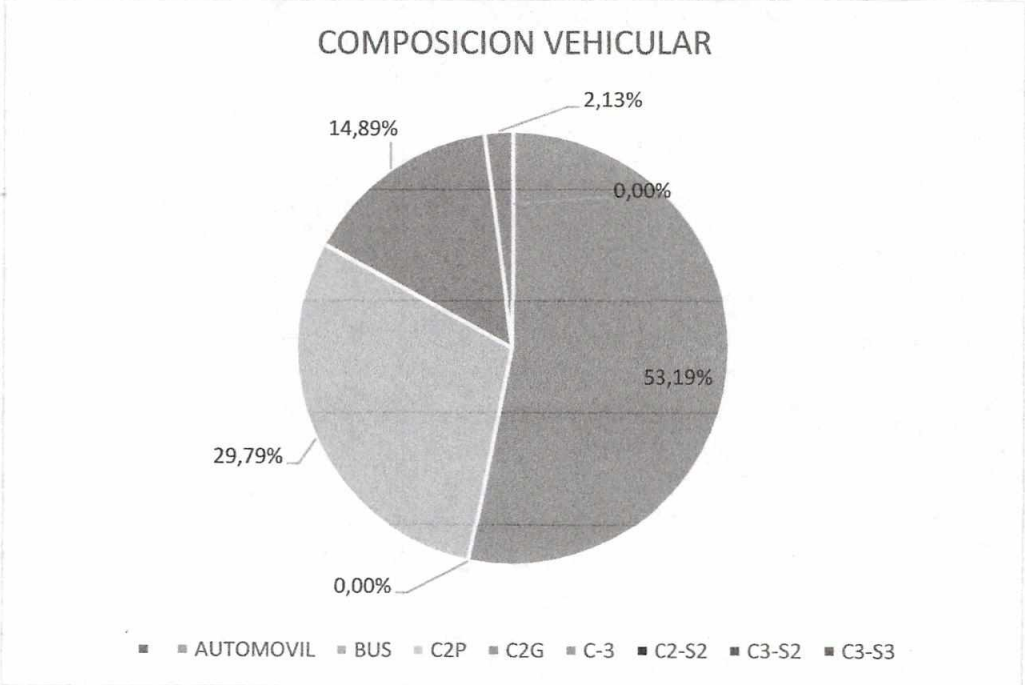


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 57.14%, seguido de camiones con un 23.81%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 141. Composición vehicular en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	23	26	26	25	53,19%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	16	14	12	14	29,79%
C2G	7	7	6	7	14,89%
C-3	0	1	1	1	2,13%
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	**46**	**48**	**45**	**47**	**100%**

Gráfica 78. Composición vehicular en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

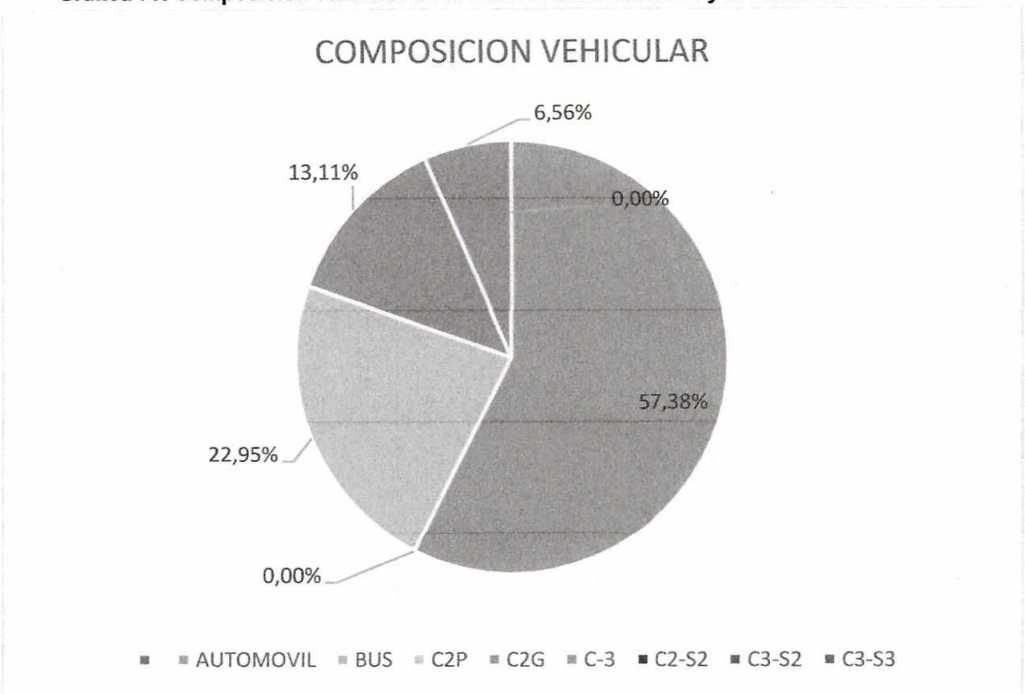


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 53.19%, seguido de camiones con un 29.79%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 142. Composición vehicular en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	32	35	37	35	57,38%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	16	14	12	14	22,95%
C2G	7	8	7	8	13,11%
C-3	2	3	5	4	6,56%
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	**57**	**60**	**61**	**61**	**100%**

Gráfica 79. Composición vehicular en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.



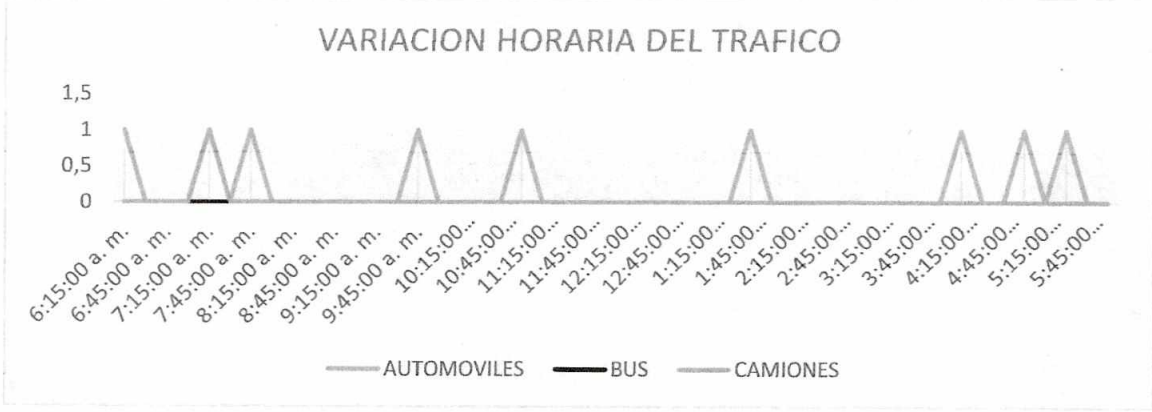
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 57.38%, seguido de camiones con un 22.95%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.4.2 *Variación horaria del volumen de tránsito de los barrios Mocarí e Inem*

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, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté. fue el 5 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

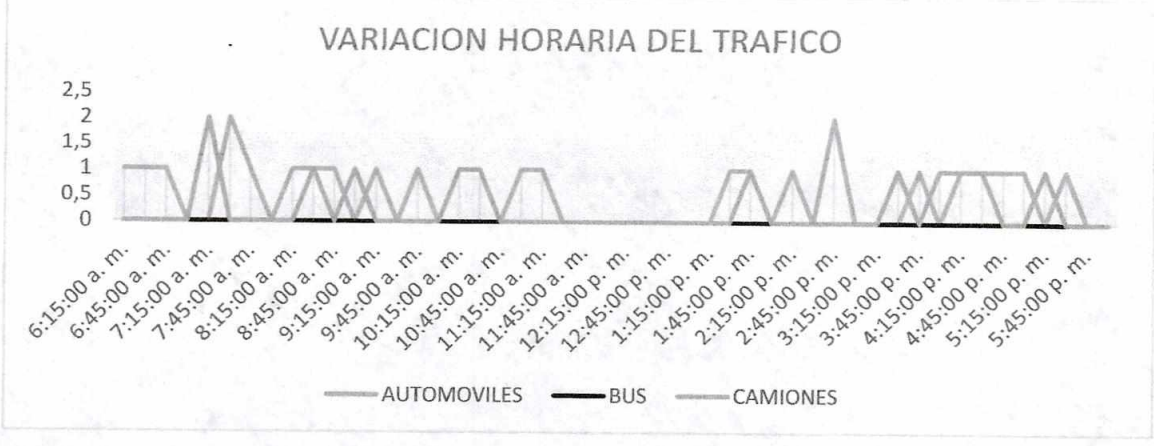
Gráfica 80. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A. fue el 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

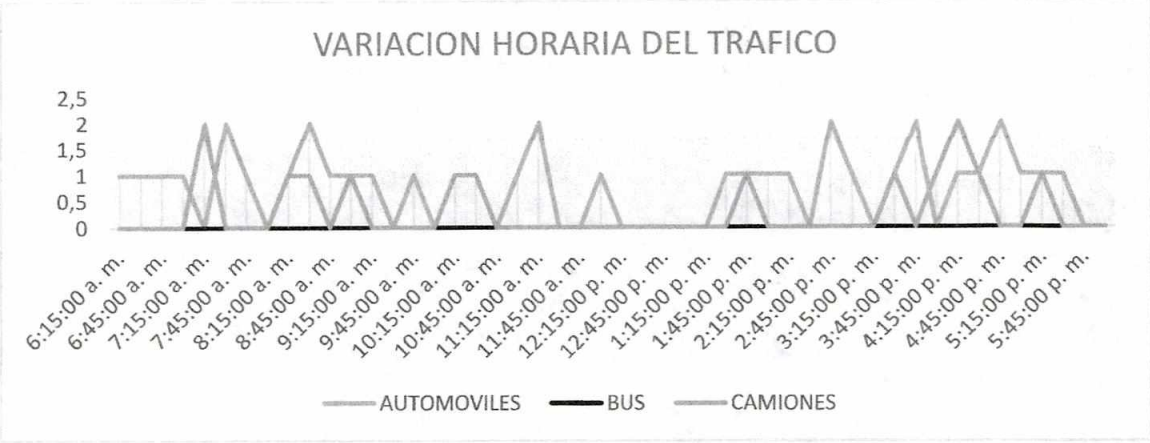
Gráfica 81. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté. fue el 6 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 82. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los automóviles y camiones, 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 Mocarí e Inem*

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:

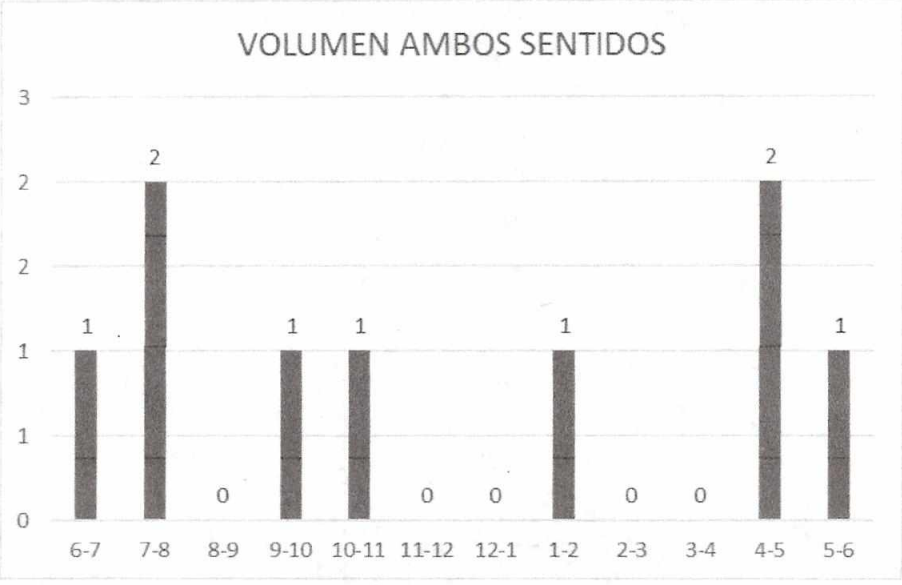
$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (6)$$

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 Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 83. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.



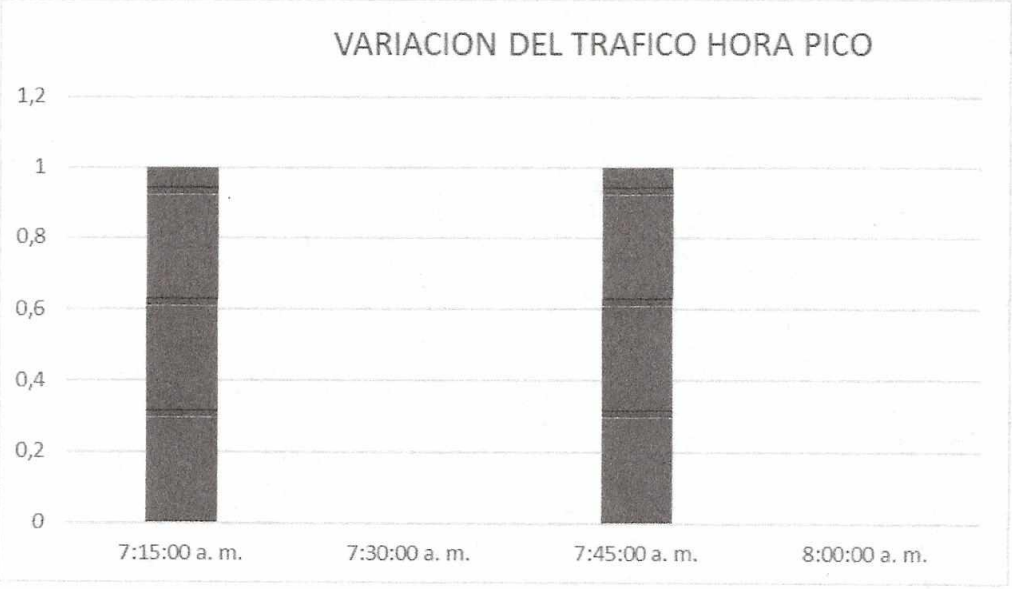
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 143. Demanda máxima en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

VHMD	2veh/hr
HORA	7-8

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

Gráfica 84. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.



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

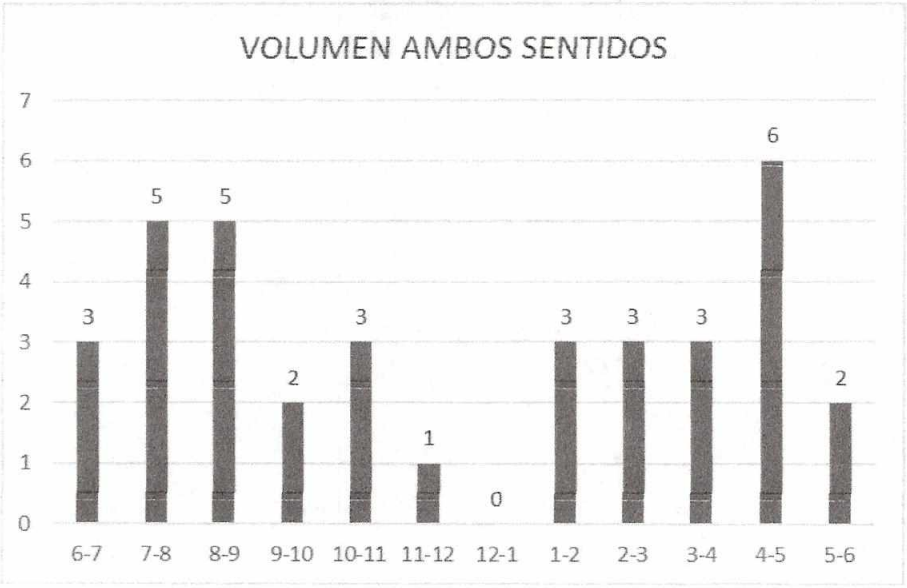
Tabla 144. Volumen horario máximo en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

HORA	VOLUMEN
7:15:00 a. m.	1
7:30:00 a. m.	0
7:45:00 a. m.	1
8:00:00 a. m.	0

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.17 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 Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 85. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.



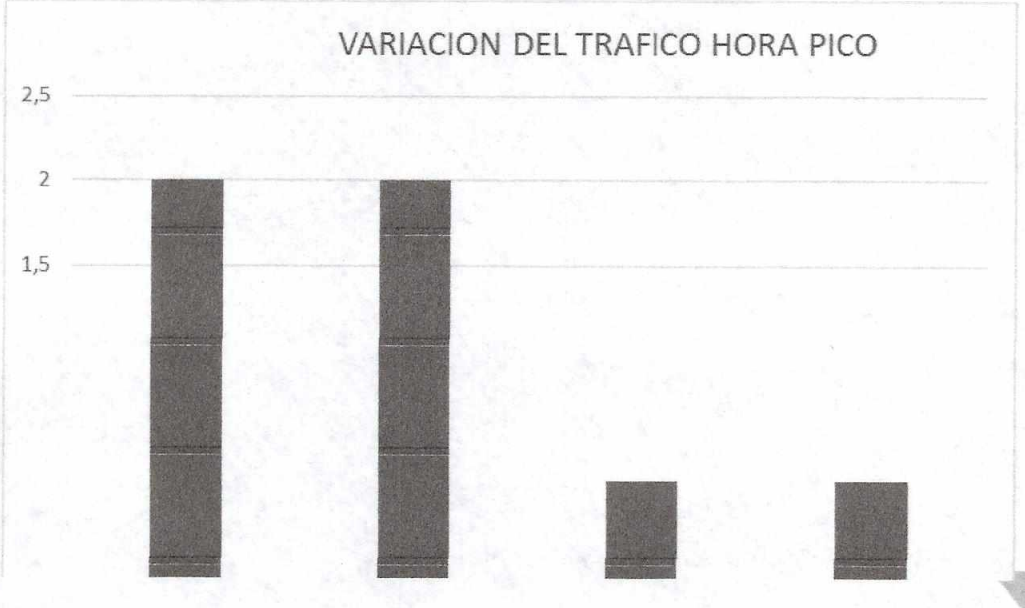
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 04:00 pm – 05:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 145. Demanda máxima en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

VHMD	6veh/hr
HORA	4-5

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

Gráfica 86. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.



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

Tabla 146. Volumen horario máximo en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

HORA	VOLUMEN
4:15:00 p. m.	2
4:30:00 p. m.	2
4:45:00 p. m.	1
5:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.50 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 Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 87. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.



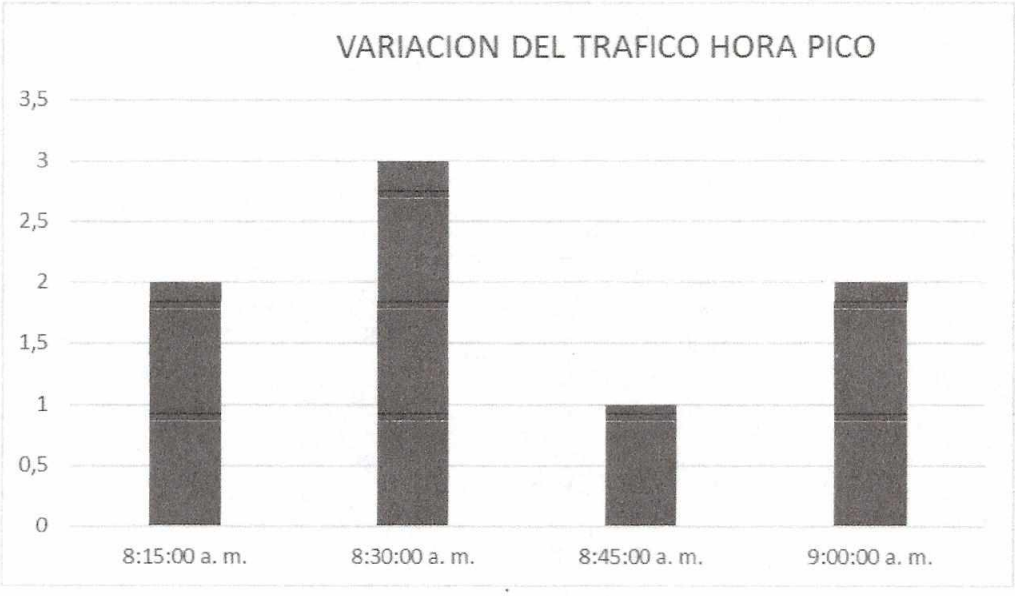
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 08:00 am – 09:00 am y su volumen horario es:

Tabla 147. Demanda máxima en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.

VHMD	8veh/hr
HORA	8-9

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

Gráfica 88. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.



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

Tabla 148. Volumen horario máximo en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.

HORA	VOLUMEN
8:15:00 a. m.	2
8:30:00 a. m.	3
8:45:00 a. m.	1
9:00:00 a. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.67 valores que indican que 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 Mocarí e Inem*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía de los tramos viales a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la vía Cereté-Montería, 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 para la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté:

Tabla 149. Tránsito inicial en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

Aforo Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	21	5	1	27
T_i año base				**27**

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

Tabla 150. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**57,1%**	17
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**42,86%**	12
C2P	19,05%	6
C2G	23,81%	7
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 42.86%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 151. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 1 entre carrera 2 y la vía Montería - Cereté.

Transito diario (TPD)	29,0
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	**57,1%**	17	*0,00*	*0*	*0*	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**42,86%**	12			0	
C2P	19,05%	6	0,41	2	12552	30616
C2G	23,81%	7	4,396	30	168233	38269
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				2,62		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				42,86%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**180.785,10**	**180.785,10**	**68.885,09**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
30.615,60		30.615,60				
	38.269,50		38.269,50			
	-				-	
	-			-		
	-				-	-
30.616	38.269	30.616	38.269	-	-	-

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A:

Tabla 152. Tránsito inicial en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

Aforo Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	47	12	2	61
T_i año base				**61**

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

Tabla 153. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**53,2%**	33
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**46,81%**	29
C2P	29,79%	18
C2G	14,89%	9
C3	2,13%	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 46.81%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 154. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

Transito diario (TPD)	62,0
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	**53,2%**	33	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**46,81%**	29			0	
C2P	29,79%	18	0,41	8	41967	102359
C2G	14,89%	9	4,396	41	224985	51179
C3	2,13%	1	8,763	12	64069	7311
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,06		
Factor de proyección				30,37		
% Vehículos comerciales				46,81%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**331.021,60**	**331.021,60**	**160.849,81**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
102.358,97		102.358,97				
	51.179,49		51.179,49			
	7.311,36				7.311,36	
	-			-		
	-				-	-
102.359	58.491	102.359	51.179	-	7.311	-

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté:

Tabla 155. Tránsito inicial en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.

Aforo Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	61	15	3	79
T_i año base				**79**

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

Tabla 156. Distribución porcentual del tránsito en la Calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté.

VEHÍCULOS	%	Número de vehículos diarios
Autos	**57,4%**	46
Buses	**0,00%**	0
Bus	0,00%	0
Camiones	**42,62%**	35
C2P	22,95%	19
C2G	13,11%	11

C3	6,56%	5
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 42.62%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la 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 157. Número de ejes equivalentes según PCA en la Calle 94 entre calle 93 y carrera 2A.

Transito diario (TPD)	81,0
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	**57,4%**	46	0,00	0	0	
Buses	**0,00%**	0				
Bus	0,00%	0	0,41	0	0	0
Camiones	**42,62%**	35			0	
C2P	22,95%	19	0,41	8	42245	103036
C2G	13,11%	11	4,396	47	258825	58877
C3	6,56%	5	8,763	47	257972	29439
C3S2	0,00%	0	13,819	0	0	0
C3S3	0,00%	0	11,645	0	0	0
Factor Camión				2,92		
Factor de proyección				*30,37*		
% Vehículos comerciales				42,62%		
% Vehículos carril de diseño				50,00%		
Número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño				**559.041,68**	**559.041,68**	**191.351,81**

Eje simple direccional		Eje simple rueda doble		Eje tándem		Eje trídem
3,1	6	6,6	11	21	22	24
	-		-			
103.035,59		103.035,59				
	58.877,48		58.877,48			
	29.438,74				29.438,74	
	-			-		
	-				-	-
103.036	**88.316**	**103.036**	**58.877**	**-**	**29.439**	**-**

5.2.5 Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos y Nueva Esperanza

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 De Septiembre, Los Araujos Y Nueva Esperanza. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 158. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	13	11	12	12
BUS	0	0	0	0
C2P	0	2	2	2
C2G	0	0	0	0
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	**13**	**13**	**14**	**14**

Luego tenemos:
TPDs= 14 veh/día.

Tabla 159. Resumen de aforo vehicular realizado en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	24	25	26	25
BUS	0	0	0	0
C2P	8	6	7	7
C2G	2	1	2	2
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	**34**	**32**	**35**	**34**

Luego tenemos:
TPDs= 34 veh/día.

Tabla 160. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	
AUTOMOVIL	24	25	26	25
BUS	0	0	0	0
C2P	12	11	13	12
C2G	8	7	8	8
C-3	1	3	3	3
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**45**	**46**	**50**	**48**

Luego tenemos:
TPDs= 48 veh/día.

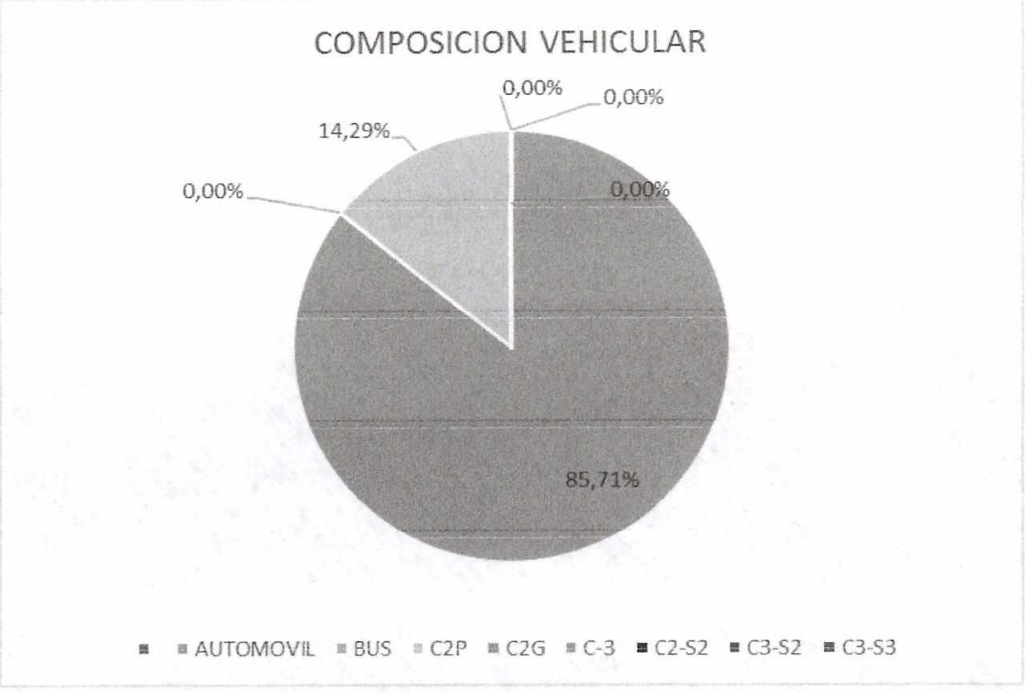
5.2.5.1 *Composición vehicular de los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos y Nueva Esperanza*

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, la composición vehicular de los tramos correspondientes:

Tabla 161. Composición vehicular en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	13	11	12	12	85,71%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	0	2	2	2	14,29%
C2G	0	0	0	0	0,00%
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	**13**	**13**	**14**	**14**	**100%**

Gráfica 89. Composición vehicular en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.

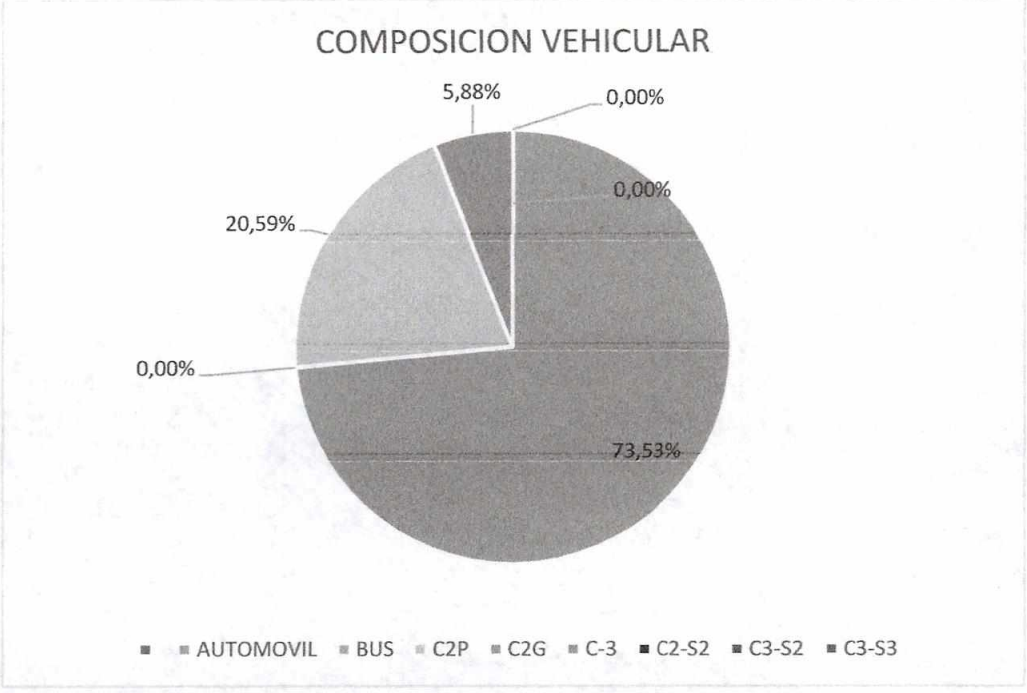


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 85.71%, seguido de camiones con un 14.29%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 162. Composición vehicular en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	24	25	26	25	73,53%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	8	6	7	7	20,59%
C2G	2	1	2	2	5,88%
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	**34**	**32**	**35**	**34**	**100%**

Gráfica 90. Composición vehicular en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9.

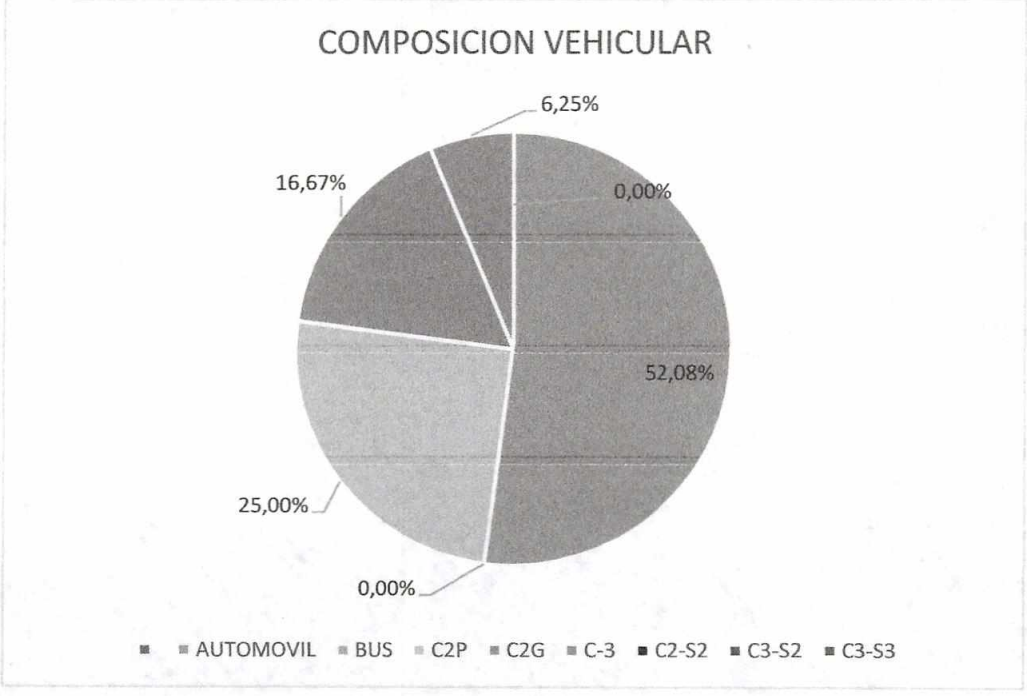


En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 73.53%, seguido de camiones con un 20.59%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

Tabla 163. Composición vehicular en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	05/09/2024	06/09/2024	07/09/2024		
AUTOMOVIL	24	25	26	25	52,08%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	12	11	13	12	25,00%
C2G	8	7	8	8	16,67%
C-3	1	3	3	3	6,25%
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	**45**	**46**	**50**	**48**	**100%**

Gráfica 91. Composición vehicular en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G



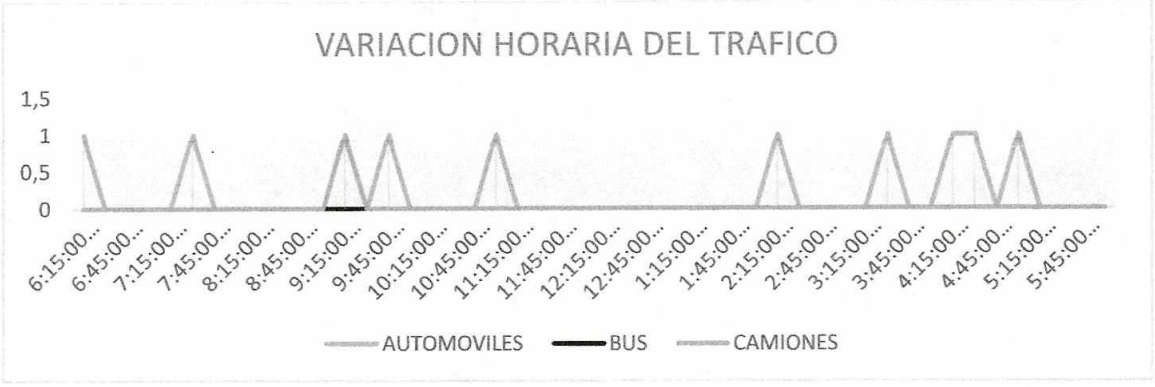
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de vehículos automóviles con un 52.08%, seguido de camiones con un 25.00%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.5.2 *Variación horaria del volumen de tránsito de los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos y Nueva Esperanza*

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, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G. fue el 31 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

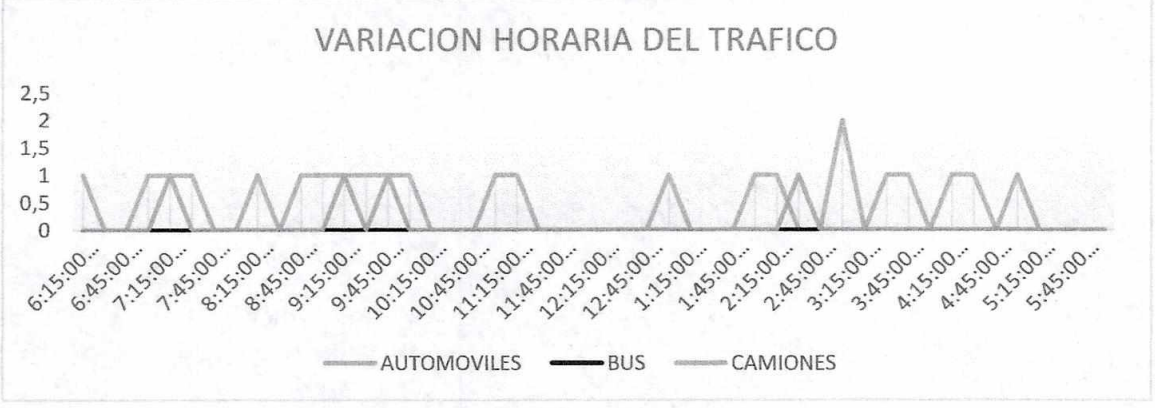
Gráfica 92. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9. fue el 31 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

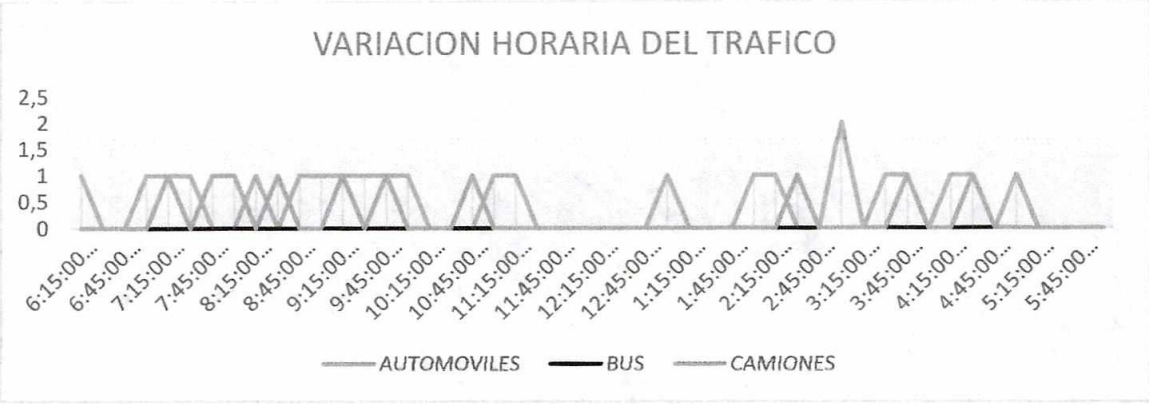
Gráfica 93. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Carrera 8G entre calla 4 y carrera 9



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

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G. fue el 31 de septiembre, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 94. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la Calle 6A sur entre carrera 8F y carrera 8G.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los automóviles y camiones, 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 de los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araujos y Nueva Esperanza*

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.

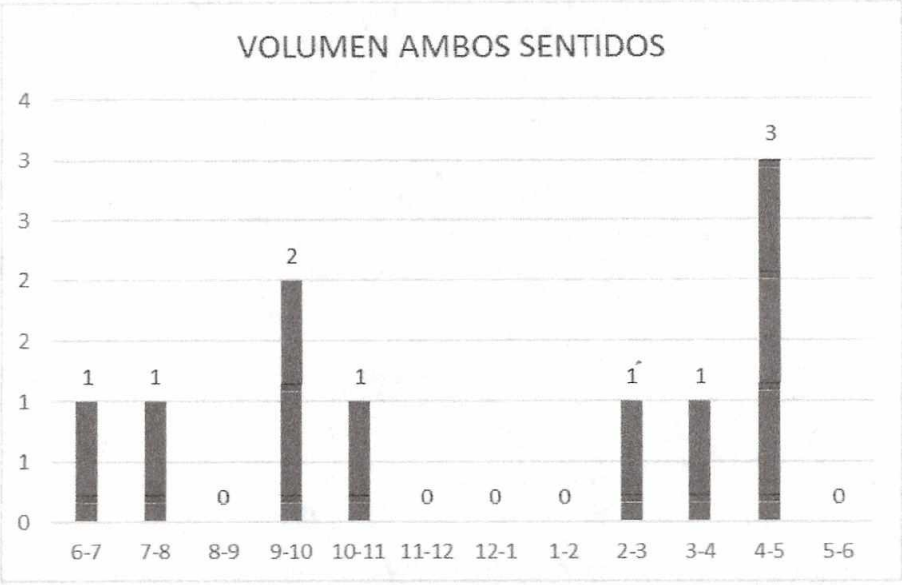
Matemáticamente esto se expresa como:

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

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 Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 95. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.



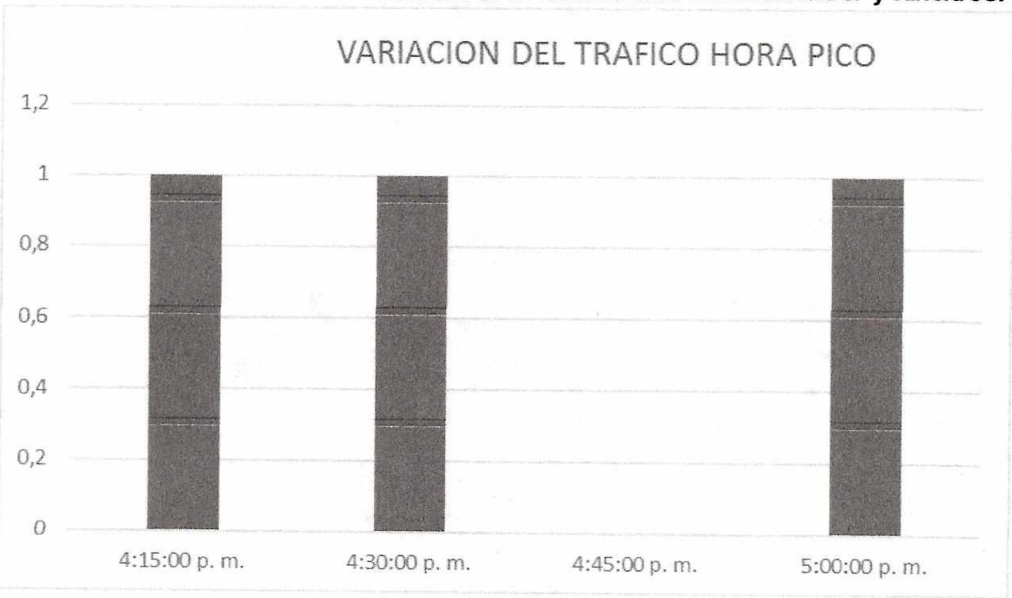
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 04:00 pm – 05:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 164. Demanda máxima en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.

VHMD	3veh/hr
HORA	4-5

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

Gráfica 96. Variación del volumen de tránsito en un día en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.



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

Tabla 165. Volumen horario máximo en la Calle 4 entre carrera 8F y carrera 8G.

HORA	VOLUMEN
4:15:00 p. m.	1
4:30:00 p. m.	1
4:45:00 p. m.	0
5:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25, 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 8G entre calla 4 y carrera 9, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.