

# LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

**DIEGO ALEXANDER  
ESCOBAR G.**

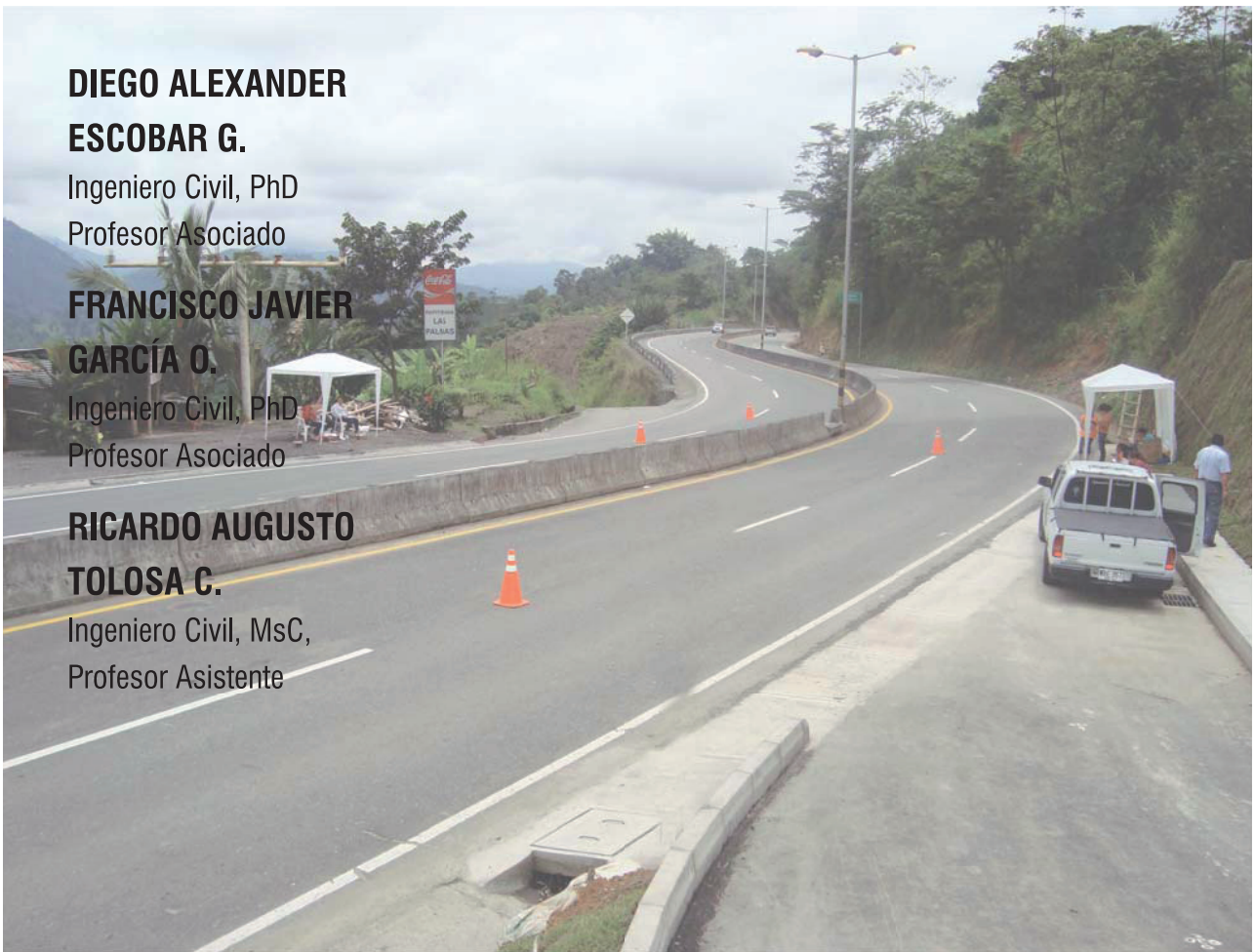
Ingeniero Civil, PhD  
Profesor Asociado

**FRANCISCO JAVIER  
GARCÍA O.**

Ingeniero Civil, PhD  
Profesor Asociado

**RICARDO AUGUSTO  
TOLOSA C.**

Ingeniero Civil, MsC,  
Profesor Asistente





# **LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**



# LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

**Diego Alexander Escobar G.**

Ingeniero Civil, PhD  
Profesor Asociado

**Francisco Javier García O.**

Ingeniero Civil, PhD  
Profesor Asociado

**Ricardo Augusto Tolosa C.**

Ingeniero Civil, MSc,  
Profesor Asistente



Manizales, 2013

# LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

© Universidad Nacional de Colombia  
Sede Manizales  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura

© Diego Alexander Escobar G., Francisco  
Javier García O., Ricardo Tolosa C.

ISBN:978-958-761-278-3

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad Nacional de Colombia, ni genera responsabilidad frente a terceros. El autor asume la responsabilidad por los derechos de autor y conexos contenidos en la obra, así como por la eventual información sensible publicada en ella.

Este libro o parte de él no puede ser reproducido por ningún medio sin autorización escrita de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Esta publicación es un producto del proyecto de extensión "Consultoría para realizar los estudios para el desarrollo del ordenamiento territorial y estudios técnicos para el sistema vial de la región centro - sur del departamento de Caldas" (Proyecto 30201005195), llevado a cabo por la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, para la Gobernación del departamento de Caldas.

Promotor:  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Nacional de Colombia, sede  
Manizales

Coordinación editorial:  
Carla F. Rojas Ríos

Diseño de carátula e ilustraciones:  
E. Sotelo Zúñiga.

Impresión:  
Editorial Blanecolor S.A.S.

Primera edición, 2013  
Impreso y hecho en Manizales, Colombia

## **AGRADECIMIENTOS**

*El proceso académico que ha llevado a la publicación de este libro no hubiera sido posible sin la participación decidida de un grupo de apoyo interdisciplinario conformado por profesionales de diferentes especialidades, en particular Ingenieros Civiles con especialización en vías y transportes y estudiantes de la Universidad Nacional de estas áreas. A todos ellos expresamos nuestros más sinceros agradecimientos.*

**AMGD.**

**Los autores**





# Tabla de contenido

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>INFORMACIÓN PRIMARIA. LOGÍSTICA DEL TRABAJO DE CAMPO, TRABAJO DE CAMPO Y TRABAJO DE OFICINA</b>	<b>3</b>
2.1.	LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES	3
2.2.	TRABAJO DE CAMPO	14
2.3.	OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE CAMPO DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA	22
<b>3.</b>	<b>INFORMACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>29</b>
3.1.	GENERALIDADES DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL	29
3.2.	DESCRIPCIÓN DE LA RED VIAL ESTUDIADA	29
<b>4.</b>	<b>SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO</b>	<b>37</b>
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA PARA EL ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO	38
4.2.	OBTENCIÓN DE LOS DATOS	39
4.3.	RELACIÓN DE LAS ESTACIONES DEL INVIAS ANALIZADAS	39
4.4.	ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO	41
4.5.	OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO	70

<b>5.</b>	<b>VOLÚMENES VEHICULARES</b>	<b>71</b>
5.1.	METODOLOGÍA APLICADA	71
5.2.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	72
5.3.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS	73
5.4.	VOLUMEN DEL TRÁNSITO EN VEHÍCULOS EQUIVALENTES	76
5.5.	COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO	80
5.6.	ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO	89
5.7.	TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO EQUIVALENTE	109
5.8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE VOLÚMENES	110
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO</b>	<b>113</b>
6.1.	TRABAJO DE CAMPO	113
6.2.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	121
6.3.	APLICACIÓN DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN	132
6.4.	MATRICES OBTENIDAS	132
6.5.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ORIGEN - DESTINO	134
<b>7.</b>	<b>VEHÍCULO FLOTANTE</b>	<b>145</b>
7.1.	PROCEDIMIENTO REALIZADO EN CADA RECORRIDO	146
7.2.	PRESENTACIÓN DE LOS DATOS	150
7.3.	RESULTADOS OBTENIDOS	150
7.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS VEHÍCULO FLOTANTE	151
7.5.	DATOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	152
<b>8.</b>	<b>MODELO DE TRÁNSITO</b>	<b>159</b>
8.1.	ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO CORREGIDAS	160
8.2.	DATOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	166

8.3.	DEFINICIÓN DEL MODELO DE TRÁNSITO	167
8.4.	PROSPECCIÓN Y PROYECCIONES FUTURAS	170
8.5.	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO	178
8.6.	MODELACIÓN	180
8.7.	CONCLUSIONES DEL MODELO DE TRÁNSITO	181
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>183</b>



# Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Relación de las estaciones con el personal dispuesto.	6
<b>Tabla 2.</b> Número de folios diligenciados por estación.	23
<b>Tabla 3.</b> Vías primarias de la zona en estudio.	31
<b>Tabla 4.</b> Vías secundarias de la zona en estudio.	32
<b>Tabla 5.</b> Vías terciarias, a cargo del Departamento, de la zona en estudio.	33
<b>Tabla 6.</b> Vías Terciarias, a cargo del INVIAS, de la zona en estudio.	34
<b>Tabla 7.</b> Tránsito promedio diario semanal de la regional Caldas para el año 2007.	38
<b>Tabla 8.</b> Estaciones de aforo INVIAS territorial Caldas.	40
<b>Tabla 9.</b> Estaciones de aforo INVIAS territorial Risaralda.	40
<b>Tabla 10.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 338 (Chinchiná – Manizales).	42
<b>Tabla 11.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 440 (Tres Puertas – Quiebra de Vélez).	44
<b>Tabla 12.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 441 (Manizales – Quiebra de Vélez).	46
<b>Tabla 13.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 697 (El Lago – El Trébol).	48
<b>Tabla 14.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 702 (Estación Uribe – La Manuela).	50
<b>Tabla 15.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 719 (Chinchiná - Palestina).	52
<b>Tabla 16.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 916 (Tres Puertas - Arauca).	54
<b>Tabla 17.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1084 (Tres Puertas - Irra).	56
<b>Tabla 18.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1092 (Palestina – La Rochela).	58
<b>Tabla 19.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1130 (Chinchiná – La Manuela).	60
<b>Tabla 20.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1131 (La Manuela – Tres Puertas).	62
<b>Tabla 21.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 336 (Santa Rosa - Dosquebradas).	64
<b>Tabla 22.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 337 (Santa Rosa - Chinchiná).	66
<b>Tabla 23.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1125 (Marsella – El Trébol).	68
<b>Tabla 24.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1181 (Chinchiná – El Pollo).	69
<b>Tabla 25.</b> Codificación utilizada para la clasificación de los vehículos.	72

<b>Tabla 26.</b> Resumen de resultados de las 13 estaciones para cada día de aforo sin considerar motos en el total de volúmenes vehiculares mixtos.	73
<b>Tabla 27.</b> Factores de conversión para ADEs.	77
<b>Tabla 28.</b> Resumen de volúmenes vehiculares en ADEs por estación.	77
<b>Tabla 29.</b> Resumen volumen horario de máxima demanda.	90
<b>Tabla 30.</b> Tránsito promedio diario equivalente en cada estación.	110
<b>Tabla 31.</b> Códigos de los departamentos y las capitales.	122
<b>Tabla 32.</b> Códigos de los municipios de Caldas.	123
<b>Tabla 33.</b> Códigos de los municipios de Risaralda.	124
<b>Tabla 34.</b> Códigos de los municipios de Quindío.	124
<b>Tabla 35.</b> Códigos de los municipios del Valle del Cauca.	125
<b>Tabla 36.</b> Volúmenes diarios en el sentido de la encuesta de OyD.	128
<b>Tabla 37.</b> Encuestas efectivas realizadas.	129
<b>Tabla 38.</b> Factores de expansión por tipo de vehículo, estación y día.	131
<b>Tabla 39.</b> Matriz OyD simplificada total.	133
<b>Tabla 40.</b> Matriz de OyD simplificada autos.	133
<b>Tabla 41.</b> Matriz de OyD simplificada buses.	133
<b>Tabla 42.</b> Matriz de OyD simplificada camiones.	133
<b>Tabla 43.</b> Resultados de velocidad en hora pico y hora valle sobre los corredores evaluados.	151
<b>Tabla 44.</b> Matriz de origen y destino diaria.	169
<b>Tabla 45.</b> Carga con origen Eje Cafetero (Ton).	171
<b>Tabla 46.</b> Carga con destino Eje Cafetero (Ton).	172
<b>Tabla 47.</b> Carga total (O y D) Eje Cafetero (Ton).	173
<b>Tabla 48.</b> Carga total nacional de Rionegro y Eje Cafetero (Ton).	174
<b>Tabla 49.</b> Carga total internacional de Rionegro y Eje Cafetero (Ton).	175
<b>Tabla 50.</b> Carga total nacional e internacional de Rionegro y Eje Cafetero (Ton).	176
<b>Tabla 51.</b> Producción potencial de los suelos de los municipios de Chinchiná y Palestina.	178
<b>Tabla 52.</b> Escenario bajo.	179
<b>Tabla 53.</b> Escenario medio.	180
<b>Tabla 54.</b> Escenario alto.	180
<b>Tabla 55.</b> Escenario optimista.	180

# Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Localización de las estaciones de aforo.	4
<b>Figura 2.</b> Formato aforo vehicular.	15
<b>Figura 3.</b> Formato aforo vehicular.	16
<b>Figura 4.</b> Formato aforo vehicular.	18
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de digitación de base de datos. Estudio en cordones.	24
<b>Figura 6.</b> Ejemplo de digitación de base de datos. Aforos vehiculares.	25
<b>Figura 7.</b> Ejemplo de digitación de base de datos. Aforos vehiculares.	25
<b>Figura 8.</b> Red vial analizada.	35
<b>Figura 9.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 338.	41
<b>Figura 10.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 44.	43
<b>Figura 11.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 441.	45
<b>Figura 12.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 697.	47
<b>Figura 13.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 70.	49
<b>Figura 14.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 719.	51
<b>Figura 15.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 916.	53
<b>Figura 16.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1084.	55
<b>Figura 17.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1092.	57
<b>Figura 18.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1130.	59
<b>Figura 19.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1131.	61
<b>Figura 20.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 336.	63
<b>Figura 21.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 337.	65
<b>Figura 22.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1125.	67
<b>Figura 23.</b> Serie histórica de tránsito. Estación 1181.	69
<b>Figura 24.</b> Composición vehicular Estación San Peregrino. Autopista del Café.	81
<b>Figura 25.</b> Composición vehicular Estación Tres Puertas – La Cabaña.	81
<b>Figura 26.</b> Composición vehicular Estación Tres Puertas – Km. 41.	82

<b>Figura 27.</b> Composición vehicular Estación Alto del Paisa (Fonda la Rochela).	82
<b>Figura 28.</b> Composición vehicular Estación Tarapacá 1 (Chinchiná – Santa Rosa).	83
<b>Figura 29.</b> Composición vehicular Estación Tarapacá 2 (Chinchiná – Santa Rosa).	84
<b>Figura 30.</b> Composición vehicular Estación Marsella.	85
<b>Figura 31.</b> Composición vehicular Estación La Siria.	86
<b>Figura 32.</b> Composición vehicular Estación Las Pavas.	86
<b>Figura 33.</b> Composición vehicular Estación San Bernardo del Viento.	87
<b>Figura 34.</b> Composición vehicular Estación Peaje Santágueda.	87
<b>Figura 35.</b> Composición vehicular Estación Palestina.	88
<b>Figura 36.</b> Composición vehicular Estación Cartagena.	88
<b>Figura 37.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Peregrino – Sentido Manizales.	91
<b>Figura 38.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Peregrino – Sentido Medellín.	91
<b>Figura 39.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas – La Cabaña. Sentido La Cabaña	92
<b>Figura 40.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas – La Cabaña. Sentido Tres Puertas.	93
<b>Figura 41.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas - sentido a Medellín.	94
<b>Figura 42.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas - sentido a Manizales.	94
<b>Figura 43.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Alto el Paisa - sentido a Manizales.	95
<b>Figura 44.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Alto el Paisa - sentido a Arauca.	96
<b>Figura 45.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 1 - sentido a Chinchiná.	97
<b>Figura 46.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 1 - sentido a Santa Rosa.	97
<b>Figura 47.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 2 - sentido a Chinchiná.	98
<b>Figura 48.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 2 - sentido a Santa Rosa.	99
<b>Figura 49.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Marsella - sentido a Marsella.	100
<b>Figura 50.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Marsella - sentido a Palestina.	100
<b>Figura 51.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación La Siria - sentido a Chinchiná.	101
<b>Figura 52.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación La Siria - sentido a Manizales.	102
<b>Figura 53.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Las Pavas - sentido a Chinchiná.	102
<b>Figura 54.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Las Pavas - sentido a Manizales.	103
<b>Figura 55.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Bernardo del Viento - sentido a La Manuela.	104
<b>Figura 56.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Bernardo del Viento - sentido a La Trinidad.	104
<b>Figura 57.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Peaje Santágueda - sentido a Chinchiná.	105



<b>Figura 58.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Peaje Santágueda - sentido a La Manuela.	106
<b>Figura 59.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Palestina - sentido a Cartagena.	107
<b>Figura 60.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Palestina - sentido a Palestina.	107
<b>Figura 61.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Cartagena - sentido a Cartagena.	108
<b>Figura 62.</b> Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Cartagena - sentido a Palestina.	109
<b>Figura 63.</b> Tráfico nocturno atípico. Estación Peaje Santágueda - sentido a Chinchiná. Viernes 3 de abril.	111
<b>Figura 64.</b> Tráfico nocturno atípico. Estación Tres Puertas - sentido a Manizales. Viernes 3 de abril.	112
<b>Figura 65.</b> Localización de estaciones de origen y destino.	115
<b>Figura 66.</b> Formato encuesta de OyD.	119
<b>Figura 67.</b> Localización de códigos adicionales para simplificación de la matriz de OyD.	126
<b>Figura 68.</b> Líneas de deseo de viaje total general externos.	135
<b>Figura 69.</b> Líneas de deseo de viaje livianos externos.	137
<b>Figura 70.</b> Líneas de deseo de viaje buses externos.	138
<b>Figura 71.</b> Líneas de deseo de viaje camiones externos.	139
<b>Figura 72.</b> Líneas de deseo de viaje total general interno.	140
<b>Figura 73.</b> Líneas de deseo de viaje de livianos interno.	141
<b>Figura 74.</b> Líneas de deseo de viaje de buses interno.	142
<b>Figura 75.</b> Líneas de deseo de viaje de camiones interno.	143
<b>Figura 76.</b> Formato de campo del estudio de velocidad por el método del vehículo flotante.	147
<b>Figura 77.</b> Red vial estudiada según la categoría de la vía.	153
<b>Figura 78.</b> Red vial estudiada según el tipo de terreno.	154
<b>Figura 79.</b> Red vial estudiada según el tipo y estado de la superficie de rodadura.	155
<b>Figura 80.</b> Red vial estudiada según la velocidad de operación.	156
<b>Figura 81.</b> Serie histórica corregida Estación 338.	160
<b>Figura 82.</b> Serie histórica corregida Estación 702.	161
<b>Figura 83.</b> Serie histórica corregida Estación 916.	161
<b>Figura 84.</b> Serie histórica corregida Estación 1084.	162
<b>Figura 85.</b> Serie histórica corregida Estación 1092.	162
<b>Figura 86.</b> Serie histórica corregida Estación 1130.	163
<b>Figura 87.</b> Serie histórica corregida Estación 1131.	163
<b>Figura 88.</b> Serie histórica corregida Estación 336.	164
<b>Figura 89.</b> Serie histórica corregida Estación 337.	164

<b>Figura 90.</b> Serie histórica corregida Estación 1181.	165
<b>Figura 91.</b> Serie histórica corregida Estación 1192.	165
<b>Figura 92.</b> Estructura de la base de datos.	167
<b>Figura 93.</b> Grafica de dispersión de los datos del modelo vs aforos en campo.	170
<b>Figura 94.</b> Carga con origen Eje Cafetero (Ton).	171
<b>Figura 95.</b> Carga con destino Eje Cafetero (Ton).	172
<b>Figura 96.</b> Carga con origen y destino Eje Cafetero (Ton).	173
<b>Figura 97.</b> Carga total nacional con origen y destino en Rionegro y Eje Cafetero (Ton).	174
<b>Figura 98.</b> Carga internacional total con origen y destino Rionegro y Eje Cafetero (Ton).	175
<b>Figura 99.</b> Carga total nacional e internacional de Rionegro y Eje Cafetero (Ton).	176

# Lista de fotografías

<b>Fotografía 1.</b> Estación N°1. San Peregrino.	6
<b>Fotografía 2.</b> Estaciones N°2. Tres Puertas – Kilómetro 41 y Estación N°3. Tres Puertas – La Cabaña.	7
<b>Fotografía 3.</b> Estación N°4. Alto El Paisa (Fonda La Rochela).	8
<b>Fotografía 4.</b> Estaciones N°5 y N°6 Chinchiná – Santa Rosa (Tarapacá y Tarapacá 2).	9
<b>Fotografía 5.</b> Estación N°7. Marsella (Estación Policia Curazao).	10
<b>Fotografía 6.</b> Estación N°8. La Siria.	10
<b>Fotografía 7.</b> Estación N°9. La Trinidad – Chinchiná (Peaje Las Pavas).	11
<b>Fotografía 8.</b> Estación N°10. Trinidad – La Manuela (Peaje San Bernardo del Viento).	12
<b>Fotografía 9.</b> Estación N°11. Chinchiná – La Manuela (Peaje Santágueda).	12
<b>Fotografía 10.</b> Estación N°12. Palestina.	13
<b>Fotografía 11.</b> Estación N°13. Cartagena.	14



# 1. INTRODUCCIÓN

Es indudable que la mayoría de las actividades desarrolladas en áreas urbanas y suburbanas se encuentran relacionadas directamente con las facilidades de desplazamiento, de personas y mercancías y por lo tanto, con las posibilidades reales de comunicación existentes entre diferentes zonas geográficas. Generalmente, la forma en la cual se podría establecer dicho factor de comunicación física, es haciendo uso del sistema vial y de las infraestructuras disponibles para ello. Así mismo, es bien sabido que un sistema de transporte eficiente, adecuadamente gestionado y operado, conllevará a unos mejores índices de calidad de vida en las regiones y permitirá, seguramente, obtener una economía más creciente que decantada.

Al hacer un análisis de las infraestructuras de transporte existentes, para este caso en particular, infraestructuras viales, se hace posible detectar los principales problemas de planeamiento en los cuales posiblemente se ha incurrido; por otra parte, al conocer la situación de accesibilidad y comunicación actual de una región, se abre un abanico de diferentes alternativas de intervención. Ahora bien, lo anterior hace que los estudios de planificación de un sistema de transporte adquieran una importancia estratégica, buscando finalmente que las inversiones y políticas de gestión y operación se realicen de una forma más eficiente.

En los estudios de planificación regional y urbana, es necesario evaluar tanto la situación actual de las infraestructuras, en sus componentes geográfico y de servicialidad, con el fin de realizar las modificaciones y ampliaciones que el sistema de transporte en realidad requiere, no solamente solventando problemas de sobrecarga de tráfico y de excesivas demoras en los desplazamientos, sino también buscando potenciar zonas

que se encuentran literalmente en el olvido por falta o deficiencia en la comunicación.

Dado lo anterior, las actuaciones en infraestructuras del transporte, modifican ampliamente el marco territorial ya que propenden por reducción de los tiempos de desplazamiento y por ende, la concentración de diferentes tipos de actividades en el espacio; de esta forma, el espacio territorial, no se concibe como un todo absoluto, sino como un marco de análisis en el cual las condiciones de accesibilidad varían dependiendo de las actuaciones propuestas.

De forma general, el proceso de planificación regional también debe tener en cuenta el tráfico que soporta la red en análisis, entendiendo que se trata de un proceso evolutivo, explicado actualmente mediante métodos que involucran variables como la población presente y futura, su distribución en el territorio, la generación de viajes y su relación con las particularidades de cada zona.

En consecuencia este libro presenta un ejemplo de la planificación de la toma de información de campo, desde la localización de las estaciones de aforo, la planeación de los estudios a realizar como son los aforos vehiculares, encuestas de origen y destino, estudio en cordones y análisis de velocidad por el método del vehículo flotante. Posteriormente, se presenta el desarrollo del trabajo de campo, y se describe el sistemas de control que permite garantizar la calidad de la información obtenida. Luego se realiza el análisis de los volúmenes vehiculares tomados en campo en la zona analizada, así como el análisis de las series históricas de tránsito que por dicha zona geográfica se han presentado. También se hace el análisis de la prueba de vehículo flotante como soporte de las velocidades de operación vehicular. Se finaliza la toma de información de campo con el estudio de origen y destino de la zona de análisis, se describe el procesamiento y la obtención de resultados.

El libro concluye con la generación de los escenarios de análisis, el planteamiento de hipótesis para la modelación y la presentación de resultados, los cuales se analizan y se discuten en función del contexto de la investigación.

## **2. INFORMACIÓN PRIMARIA**

Un primer paso del trabajo de investigación, previo al desarrollo del trabajo de campo y una vez definida el área en la que se debía caracterizar la movilidad vehicular, consistió en ubicar las estaciones de control que eran necesarias. Para esto se hizo una labor de reconocimiento del territorio a fin de determinar el conjunto de los sitios en donde tales estaciones debían situarse, contemplando además la logística necesaria, los recursos financieros e incluso el número de aforadores estimado para cada uno de los tres tipos de información que era necesario recaudar. Todo se hizo conforme a los lineamientos establecidos en la reglamentación legal vigente y acogiendo las sugerencias señaladas en los manuales técnicos correspondientes. Además, fue necesario tomar las precauciones necesarias para desarrollar las actividades previstas en condiciones óptimas capaces de garantizar la seguridad del personal y la calidad de la información recopilada.

La información de campo fue tomada por personal previamente seleccionado y capacitado para tal fin, de concordancia con el tipo de información a adquirir, según fuera contar vehículos, leer y anotar placas de vehículos o entrevistar personas. Dicho personal fue contratado acatando todas las disposiciones legales vigentes para personal temporal.

### **2.1. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES**

La información de campo fue tomada a lo largo del perímetro que delimita los accesos a la zona de afectación del proyecto del aeropuerto Aerocafé, ubicado en el municipio de Palestina, haciendo énfasis en sus

inmediaciones y en las principales conexiones con los demás municipios de los departamentos de Caldas y Risaralda. Para lo anterior, fueron dispuestas trece (13) estaciones de conteo dentro de la zona de afectación del proyecto, con las cuales fue posible caracterizar la movilidad en el área objeto del estudio.

En la Figura 1 se presenta la ubicación de las estaciones: las que se encuentran en color verde incluyen encuesta de origen y destino, volúmenes vehiculares y estudio en cordones por el método de las placas; en el resto de las estaciones, en color amarillo, se realizaron solo los últimos dos procesos mencionados y no las encuestas de origen y destino.

**Figura 1.** Localización de las estaciones de aforo.



Fuente: Elaboración propia, a partir de archivo geográfico de *Plan Vial de Caldas 2008 – 2017* [4].

Dependiendo de la ubicación de cada una de las estaciones, se tomó la información de campo requerida para lograr determinar la composición vehicular y el tránsito promedio diario que se moviliza e ingresa a la



zona de influencia del proyecto, así como la información necesaria para la construcción de las matrices de origen y destino de los vehículos que por allí circulan. Buscando obtener una información primaria completa, dentro de los términos de referencia para la toma de la información, se estableció para periodo de aforo un lapso continuo de cinco días, sin ningún tipo de interrupciones, buscando conocer las variaciones que presentaba el flujo vehicular a lo largo de las 24 horas de un periodo típico de toma de información.

Aunque este estudio no pretendía determinar las necesidades de movilización del transporte público, tiene similitudes a lo establecido en la Resolución 3202 de diciembre 28 de 1999 del Ministerio de Transporte, Por la cual se establece el Manual de Formatos para determinar las necesidades de movilización de transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera, fijándose como periodo de toma de información desde el lunes 30 de marzo a las 19:00 horas hasta el sábado 04 de abril a las 19:00, cumpliendo así lo establecido en el numeral 4: Metodología para la toma de información de campo, del manual adoptado mediante este acto administrativo, en el cual se determina lo siguiente:

*Este trabajo de campo debe realizarse como mínimo, durante tres (3) días consecutivos, durante las 24 horas, en condiciones normales de demanda. En aquellos lugares donde se presenten alteraciones de orden público o la operación de transporte sea limitada, esta toma de información podrá realizarse como mínimo durante 12 horas por cada día, en los dos (2) sentidos de circulación.*

*Es importante tener en cuenta que las condiciones normales de la demanda se definen como la movilización regular de pasajeros que se genera en un corredor vial o en una ruta específica, para determinados periodos del año sin que esté afectada por factores externos al mismo servicio, como son las épocas de vacaciones, los periodos comprendidos entre el 15 de junio y el 31 de julio y entre el 15 de noviembre y el 15 de febrero, Semana Santa, días Festivos y las de obstrucción de una vía [10].*

En todas las estaciones de conteo se tomó información durante los cinco (5) días comprendidos entre el lunes 30 de marzo y el sábado 04 de abril de 2009, durante las 24 horas, teniendo en cuenta que en las ubicadas

en la parte interna del área de estudio se tomaron encuestas de origen y destino en la jornada diurna.

En la Tabla 1 se presenta la relación de las estaciones con el personal dispuesto en ellas, en cada una de las jornadas.

**Tabla 1.** Relación de las estaciones con el personal dispuesto.

ESTACIÓN	OyD	VOLÚMENES		PLACAS		SUPERVISORES	
		DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE
SAN PEREGRINO (AUTOPISTAS DEL CAFÉ)	4	2	2	4	4	1	1
TRES PUERTAS - LA CABAÑA	2	1	1	2	2	g	a
TRES PUERTAS-km 41	4	2	2	4	4	g	a
ALTO EL PAISA (FONDA LA ROCHELA)	2	1	1	2	2		a
CHINCHINÁ - STA ROSA DE CABAL (VÍA TARAPACA 1)	6	2	2	4	4	1	1
CHINCHINÁ - STA ROSA DE CABAL (AUTOPISTAS DEL CAFÉ - TARAPACA 2)	4	2	2	4	4	1	1
MARSELLA (ESTACIÓN DE POLICÍA CURAZAO)	1	1	1	1	1	b	c
LA SIRIA	4	2	2	4	4	1	1
LA TRINIDAD - CHINCHINÁ (PEAJE LAS PAVAS)	-	2	2	4	4	d	e
LA MANUELA - LA TRINIDAD (PEAJE SAN BERNARDO DEL VIENTO)	-	2	2	4	4	d	e
CHINCHINÁ - LA MANUELA (PEAJE SANTAGUEDA)	-	2	2	4	4	d	e
PALESTINA	-	1	1	1	1	b	c
CARTAGENA	-	1	1	2	2	b	c
SUBTOTAL	27	21	21	40	40	7	7
<b>TOTAL PERSONAL</b>	27	42		80		14	
						<b>163</b>	

Fuente: Elaboraron propia, planeación del trabajo de campo.

**Fotografía 1.** Estación N°1. San Peregrino.



Estación de conteo número 1. Autopiastas del Café acceso a la vereda San Peregrino, ambos sentidos.

Fuente: Elaboraron propia, trabajo de campo.

### 2.1.1. Estación N°1: San Peregrino

Esta estación (ver Fotografía 1) se ubicó sobre la Autopista del Café, entre el casco urbano de los municipios de Manizales y Chinchiná, en el acceso a la vereda San Peregrino, buscando contabilizar los vehículos que ingresan a la zona de estudio por esta vía provenientes de Manizales o de paso por ella a través de la vía al Magdalena.

### 2.1.2. Estación N°2: Tres puertas – La Cabaña

Esta estación (ver Fotografía 2) se situó en la estación de policía de Tres Puertas, para contabilizar los vehículos que por allí ingresan a la zona de estudio, provenientes de Manizales por el sector de La Cabaña y que pueden tomar alguna de las tres alternativas: el corredor vial Tres Puertas - Medellín, la vía que conduce al corregimiento de Arauca o la vía Tres Puertas – La Manuela.

### 2.1.3. Estación N°3: Tres Puertas – Kilómetro 41

La estación (ver Fotografía 2) se ubicó sobre la vía Panamericana en el sector de Tres Puertas, para tomar los vehículos que ingresan a la zona de estudio por la vía Manizales – Medellín y que pueden continuar el recorrido

**Fotografía 2.** Estaciones N°2. Tres Puertas – Kilómetro 41 y Estación N°3. Tres Puertas – La Cabaña.



Cruce Tres Puertas - vía Panamericana (Medellín) / Cruce Tres Puertas - vereda La Cabaña.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estaciones de conteo números 2 y 3.

hacia Manizales por las rutas La Manuela o La Cabaña, o desviarse hacia el corregimiento de Arauca.

#### **2.1.4. Estación N°4: Alto El Paisa (fonda La Rochela)**

Esta estación (ver Fotografía 3) se dispuso sobre la vía que conduce al corregimiento de Arauca en el sector de la fonda La Rochela, buscando observar los vehículos que ingresan a la zona de estudio desde el corregimiento de Arauca y que se dirigen hacia el sector de Tres Puertas o hacia las veredas La Plata y Cartagena y los municipios de Chinchiná y Palestina.

**Fotografía 3.** Estación N°4. Alto El Paisa (Fonda La Rochela).



Cruce vía Tres Puertas – Arauca y La Rochela – Palestina.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 4.

#### **2.1.5. Estación N°5: Chinchiná – Santa Rosa (Tarapacá)**

Esta estación (ver Fotografía 4) se ubicó en el sector conocido como Guayabal, sobre la vía que comunica los municipios de Chinchiná y Santa Rosa, por la ruta que lleva al peaje de Tarapacá, para contabilizar los vehículos que llegan a la zona de estudio desde los municipios de Santa Rosa (Risaralda), Dosquebradas o de otros departamentos vecinos.

### 2.1.6. Estación N°6: Chinchiná – Santa Rosa (Tarapacá 2)

Esta estación (ver Fotografía 4) se instaló sobre la Autopista del Café, entre los municipios de Chinchiná y Santa Rosa en el cruce que conduce al Alto de La Paz, con el fin de tomar la información correspondiente a los vehículos provenientes de los municipios mencionados para la estación N°5.

**Fotografía 4.** Estaciones N°5 y N°6 Chinchiná – Santa Rosa (Tarapacá y Tarapacá 2).



Vía Chinchiná – Santa Rosa. Sector Guayabal - Autopista del Café vía Chinchiná – Santa Rosa cruce vía Alto de La Paz.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estaciones de conteo números 5 y 6.

### 2.1.7. Estación N°7: Marsella (estación de policía Curazao)

La estación (ver Fotografía 5) se dispuso en la intersección de las vías que comunican el municipio de Marsella (departamento de Risaralda), con el municipio de Chinchiná y la vía que conduce a la vereda Cartagena, en el lugar donde se encuentra ubicada la estación de policía de Curazao. En este sitio se registran los vehículos que ingresan a la zona de estudio por esta vía provenientes del municipio de Marsella (Risaralda).

### 2.1.8. Estación N°8: La Siria

Esta estación (ver Fotografía 6) se instaló sobre la vía que comunica con el municipio de Chinchiná, por la vía Manizales – La Violeta – Chinchiná, buscando tomar la información correspondiente a los vehículos que ingresan a la zona de estudio, provenientes de la capital del departamento de Caldas.

**Fotografía 5.** Estación N°7. Marsella (estación de policía Curazao).



Vía Chinchiná – Palestina – Marsella – Cruce estación de policía Curazao.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 7.

**Fotografía 6.** Estación N°8. La Siria



Vía Manizales – Chinchiná, sector La Siria.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 8.

### **2.1.9. Estación N°9: La Trinidad - Chinchiná (peaje Las Pavas)**

Esta estación (ver Fotografía 7) se instaló sobre la Autopista del Café, entre la vereda La Trinidad y la vereda Las Pavas, en el peaje Las Pavas, buscando tener un punto de control intermedio de los vehículos que circulan por esta vía entre los municipios de Manizales y Chinchiná.

**Fotografía 7.** Estacion N°9. La Trinidad – Chinchiná (peaje Las Pavas).



Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 9.

### **2.1.10. Estación N°10: La Manuela - La Trinidad (peaje San Bernardo)**

La estación (ver Fotografía 8) se dispuso sobre la vía Panamericana, entre la vereda La Trinidad y La Manuela, en el peaje San Bernardo del Viento, buscando tener un punto de control intermedio de los vehículos que circulan por esta vía entre el municipio de Manizales y la vía a Medellín.

### **2.1.11. Estación Nro. 11: Chinchiná - La Manuela (peaje Santágueda)**

Esta estación (ver Fotografía 9) se ubicó sobre la vía que comunica a los municipios de Medellín y Cali, entre la vereda Las Pavas y La Manuela, en el peaje de Santágueda, para registrar los vehículos que circulan por esta vía entre los mencionados municipios.

**Fotografía 8.** Estacion N°10. Trinidad – La Manuela (peaje San Bernardo del Viento).



Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 10.

**Fotografía 9.** Estacion N°11. Chinchiná – La Manuela (Peaje Santágueda).



Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 11.



### **2.1.12. Estación N°12: Palestina**

Se instaló la estación (ver Fotografía 10) sobre una de las vías de acceso al municipio de Palestina, la cual conecta el casco urbano con el sector de Santa Bárbara y las veredas de Cartagena y Curazao, buscando tener un punto de control intermedio de los vehículos que circulan por esta vía de acceso al municipio de Palestina.

**Fotografía 10.** Estación N°12. Palestina.



Acceso al municipio de Palestina vía Santa Bárbara.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 12.

### **2.1.13. Estación N°13: Cartagena**

La estación (ver Fotografía 11) se ubicó sobre una de las vías que conecta a Santágueda con el municipio de Palestina, pasando por la vereda La Plata y conectando también con el casco urbano de Chinchiná, buscando tener un punto de control intermedio de los vehículos que desde Arauca y Santágueda circulan por esta vía hacia los dos municipios mencionados.

**Fotografía 11.** Estación N°13. Cartagena.



Vía La Rochela – La Plata – Palestina, acceso Vereda Cartagena.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo. Estación de conteo número 13.

## **2.2. TRABAJO DE CAMPO**

Una vez llevado a cabo el proceso de planeación de la toma de información de campo y seleccionada por parte de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, la empresa a cargo de la logística y la coordinación del trabajo de campo de todos los recursos necesarios para la ejecución de la labor, se dio inicio a la actividad el día lunes 30 de marzo de 2009 en las trece (13) estaciones de control descritas anteriormente, cumpliendo con la cobertura proyectada de cinco (5) días continuos, en turnos de doce (12) horas cada uno.

A continuación se presenta una breve descripción del desarrollo de la toma de la información para cada uno de los estudios requeridos y algunos de los pormenores de la labor de coordinación del trabajo de campo.

### **2.2.1. Volúmenes vehiculares**

Con estos estudios se buscaba adquirir la información requerida para cuantificar la demanda del tránsito vehicular que pasa por una sección



de la vía, así como la variación horaria de los volúmenes del tránsito y su composición vehicular.

La información de campo fue recopilada en el formato correspondiente que se presenta en la Figura 2. En dicho formato se registró la información general del estudio y de la estación correspondiente, así como la cantidad de vehículos que circularon en cada sentido, en periodos de cinco (5) minutos, de acuerdo con la clasificación vehicular de los mismos.

La información correspondiente a los volúmenes vehiculares fue tomada a lo largo de los cinco (5) días en dos jornadas, teniendo en cuenta los sentidos de los movimientos vehiculares, para de esta manera, una vez digitados y procesados se pudiese llegar a determinar cuál era el volumen vehicular, con su respectiva composición, que ingresaba y salía del área del estudio; así como tener unos puntos de control internos para caracterizar los desplazamientos que se dieron al interior de la zona de afectación determinada.

Los volúmenes vehiculares fueron tomados en todos los tipos de vehículos automotores, teniendo en cuenta motocicletas, vehículos livianos (autos) y camiones, estos últimos discriminados de acuerdo con su número de ejes.

**Figura 2.** Formato aforo vehicular.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES		ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y ESTUDIOS TÉCNICOS PARA EL SISTEMA VIAL DE LA REGIÓN CENTRO-SUR DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS ESTUDIO EN CORDONES POR EL MÉTODO DE LAS PLACAS					 GOBERNACIÓN DE CALDAS NUESTRA MEJOR EMPRESA		
		ESTACIÓN:	SENTIDO:	FECHA: (D.M.A.):	DÍA:	Hoja			
AFORADOR:		SUPERVISOR:			de				
OBSERVACIONES:									
PERÍODO	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6
07:00 - 07:05									
07:05 - 07:10									
07:10 - 07:15									
07:15 - 07:20									
07:20 - 07:25									
07:25 - 07:30									



Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2. Estudio en cordones por el método de las placas

Con este estudio, se determinó el trazado del viaje que realizó cada uno de los vehículos que ingresó al área de análisis, una vez cruzó como mínimo dos de las estaciones ubicadas para la toma de información. Con este estudio se buscaba determinar la matriz origen–destino de los viajes de los vehículos que entraban y salían de la zona delimitada por las estaciones de aforo, obteniéndose también información correspondiente a los tiempos de recorrido entre los orígenes y destinos y sus velocidades promedio de recorrido.

La información de campo fue recopilada en el formato correspondiente que se presenta en la Figura 3. En dicho formato se registró la información general del estudio y de la estación correspondiente, así como el registro alfanumérico de las placas de los vehículos que pasaron por la estación para cada sentido del flujo vehicular, el tipo de vehículo respectivo (automóvil / liviano – bus – camión) y el periodo de cinco (5) minutos en el cual cruzó el vehículo.

Figura 3. Formato aforo vehicular.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES		ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y ESTUDIOS TÉCNICOS PARA EL SISTEMA VIAL DE LA REGIÓN CENTRO-SUR DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS <b>ESTUDIO EN CORDONES POR EL MÉTODO DE LAS PLACAS</b>				 GOBERNACIÓN DE CALDAS INDUSTRIA MEDIO ENTORNO								
ESTACIÓN:		SENTIDO:		FECHA: (D.M.A.):		DÍA:		PERÍODO: De:						
AFORADOR:				SUPERVISOR:				A:						
OBSERVACIONES:								Hoja ____ de ____						
Número placa	Tipo Vehículo			Hora hh:mm	Número placa	Tipo Vehículo			Hora hh:mm	Número placa	Tipo Vehículo			Hora hh:mm
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	
	A	B	C			A	B	C			A	B	C	

Fuente: Elaboración propia.

La información correspondiente al estudio en cordones por el método de las placas fue tomada a lo largo de los cinco días en las dos jornadas, teniendo en cuenta los sentidos de los movimientos vehiculares, para poder determinar las matrices de origen y destino de los vehículos que ingresaban y salían del área del estudio, con unos puntos de control internos para caracterizar los desplazamientos al interior del anillo de la zona de afectación determinada.

Las placas fueron tomadas de todos los tipos de vehículos automotores que circularon por las trece (13) estaciones, con excepción de las motocicletas, discriminando para cada uno de ellos su tipología: vehículos livianos (A) buses (B) y camiones en general (C).

Dentro de la información tomada, es importante hacer mención especial a las dificultades presentadas al momento de tomar la información en horas de la noche, en aquellas estaciones en las cuales la iluminación general del lugar donde fue ubicada la estación fue muy escasa y los vehículos se desplazaban a velocidades altas. Este caso particular se presentó en las estaciones N°5 y N°6, las cuales se encontraban ubicadas sobre los dos corredores que comunican a los municipios de Chinchiná y Santa Rosa, por las rutas de Tarapacá, o vereda Guayabal, y por la Autopista del Café o ruta al peaje de Tarapacá 2.

Es importante aclarar que en la fase de planeación del proyecto se analizaron todas las variables y dificultades similares que podían llegar a presentarse, como la que se acaba de describir, y la conclusión final que se obtuvo fue que en los lugares donde se ubicaron las estaciones se tenían las condiciones de seguridad para el personal y podía tomarse una cantidad considerable de información que permitiera realizar el análisis de tránsito adecuado en las condiciones reales que se presentaron en horas de la noche.

### **2.2.3. Encuestas origen y destino**


Con estas encuestas, se buscaba indagar directamente a los conductores de todos los vehículos que pasaban por una estación el origen y el destino de su viaje, así como la hora de inicio del desplazamiento.

Al igual que el estudio en cordones, su finalidad era la de construir matrices de origen y destino que permitiesen caracterizar la movilidad en el área estudiada, para lo cual se requería expandir la muestra tomada con respecto a los conteos vehiculares realizados en la misma estación, en vista que las encuestas no siempre pueden llevarse a cabo a la totalidad de los vehículos que circulan por la estación, debido a altos volúmenes de vehículos o a la imposibilidad de detenerlos a todos.

Para la ejecución de las encuestas de origen y destino, se tomaron todas las medidas preventivas del caso para ocasionar el menor número de demoras al flujo vehicular y evitar la ocurrencia de accidentes.

La información de campo fue recopilada en el formato correspondiente que se presenta en la Figura 4. En dicho formato se registraba la información general del estudio y de la estación correspondiente, así como el registro alfanumérico del periodo de cinco minutos en el cual pasó el vehículo, su clase, la empresa de transporte donde se encontraba afiliado el vehículo o si correspondía al servicio particular, los caracteres alfanuméricos de las placas, la hora de inicio del viaje, su origen y su destino.

**Figura 4.** Formato aforo vehicular.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES		<b>ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL                  Y ESTUDIOS TÉCNICOS PARA EL SISTEMA VIAL DE LA REGIÓN CENTRO-SUR                  DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS</b> <b>ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO</b>															
ESTACIÓN: _____		FECHA: _____		Día: _____		Periodo: De _____		A: _____		AFORADOR: _____		HOJA: _____					
SENTIDO: _____		D		D		M		M		A		A					
CLASE DE VEHÍCULO:		B. Bus.		Bt. Busetó.		M. Microbus.		K. Camioneta.		C. Campero.		A. Automóvil.					
		Cm. Camión		Vt. Mito.													
HORPAS : Hora de Paso		HORDES : Hora de Despacho															
HORPAS		CLASE DE VEHÍCULO						EMPRESA		PLACA		HORDES		ORIGEN		DESTINO	
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W								

Fuente: Elaboración propia.

La toma de la información correspondiente a las encuestas de origen y destino, cuya actividad fue realizada únicamente en el horario diurno, se efectuó en las primeras ocho (8) estaciones de aforo:

- Autopistas del Café - vereda San Peregrino.
- Vía Manizales - Medellín intersección Tres Puertas - La Cabaña.
- Vía Manizales - Medellín intersección Tres Puertas – Kilómetro 41.
- Vía Tres Puertas – Arauca sector Alto El Paisa (fonda La Rochela).
- Vía Chinchiná - Sta Rosa de Cabal (Tarapaca 1).
- Autopista del Café Chinchiná - Sta Rosa de Cabal (Tarapaca 2).
- Vía Chinchiná - Marsella estación de policía Curazao.
- Vía Manizales – Chinchiná sector La Siria.

A pesar de haberse desarrollado un proceso previo de planeación y teniendo en cuenta los parámetros que establecen los manuales para estudios de tránsito, se presentaron algunos inconvenientes particulares en el transcurso de todos los días de trabajo, los cuales fueron solucionados de manera oportuna por el personal a cargo.

#### **2.2.4. Vehículo flotante**

Previo al inicio de las labores en campo fueron establecidos los corredores viales de la zona de influencia de la región centro-sur del departamento de Caldas, a lo largo de los cuales se realizaría el estudio. Tales corredores se relacionan a continuación:

- Estación Uribe – San Peregrino – La Trinidad – La Manuela – Tres Puertas – Km 41.
- Estación Uribe – San Peregrino – La Trinidad – peaje Las Pavas – Club campestre – Chinchiná.
- Estación Uribe – La Siria – La Violeta – Chinchiná.
- Chinchiná – Guayabal – peaje Tarapacá I.
- Chinchiná – variante Chinchiná – peaje Tarapacá I.

- Km 41 – Tres Puertas – fonda La Rochela – Arauca.
- La Manuela – Palestina.
- La Manuela – Club campestre.
- Curazao – La Capilla – Cartagena –fonda La Rochela.
- Curazao – Alto La Paz – variante Chinchiná.
- Curazao – vía hacia Marsella.
- Manizales – Quebra de Vélez – La Cabaña – Tres Puertas.
- La Capilla – Palestina.
- Palestina – Chinchiná.

Para realizar la medición de las variables requeridas, fueron empleados vehículos livianos en óptimas condiciones mecánicas y cuyo odómetro y velocímetro funcionaban correctamente y que fueron previamente calibrados para el estudio. Los primeros recorridos fueron realizados durante las siguientes fechas:

- Miércoles 29 de abril de 2009.
- Jueves 30 de abril de 2009.

No obstante, el proceso de toma de información fue suspendido de manera temporal, en razón a que durante ese periodo de tiempo se presentaba a nivel nacional el paro de transportadores de carga, condiciones estas que incidían directamente en el comportamiento normal del tránsito, y en especial afectaban en forma directa la variable objeto del estudio como es la velocidad. Por lo tanto, y una vez superada esta situación y normalizadas las condiciones del tráfico en la zona y en el país, los estudios fueron reanudados durante los siguientes días:

- Martes 12 de mayo de 2009.
- Miércoles 13 de mayo de 2009.



- Jueves 14 de mayo de 2009
- Viernes 15 de mayo de 2009.

### **2.2.5. Observaciones, recomendaciones y conclusiones del trabajo de campo de la información primaria**

Para la ejecución de proyectos de toma de información de campo, en los cuales se requiera la participación de un número considerable de aforadores, el apoyo de una firma especializada en la organización logística de eventos, es prenda de garantía para el éxito de la actividad, pues tal como sucedió en la toma de datos realizada, se pudo contar con un suministro de implementos, bienes consumibles, recursos varios y transportes, con un buen desempeño, que permitió garantizar unas óptimas condiciones de trabajo del personal en la vía, lo cual contribuye al éxito de un estudio de estas características.

Mediante la disposición de los recursos humanos y técnicos por parte de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, y gracias a la vasta experiencia en ejecución y coordinación de estudios de tránsito y transporte del personal a cargo de la dirección se pudo garantizar tanto la calidad de la información tomada en campo como la veracidad de la misma.

Como consecuencia de un previo y completo proceso de planeación del estudio, la fase inicial de toma de información de campo se constituye en el primer insumo para la caracterización del tránsito y la movilidad dentro de la región centro - sur del departamento de Caldas. Con la disposición de todas las estaciones de control fueron tenidas en cuenta todas y cada una de las alternativas de movilidad para acceder a la zona de afectación del proyecto.

Gracias al apoyo brindado por la fuerza pública de manera permanente en la jornada diurna en ocho (8) estaciones, y al acompañamiento e inspección de todas las estaciones en el horario nocturno, se pudo garantizar tanto la seguridad del personal en la vía como la efectiva labor de los aforadores, quienes siempre contaron con el apoyo institucional que garantizara la seguridad para el desarrollo de las funciones asignadas.

A raíz del apoyo incondicional entregado por el concesionario Autopistas del Café y la empresa encargada del manejo y supervisión de las estaciones de peaje, quienes permitieron la ubicación de estaciones de toma de datos dentro del área de influencia de los peajes de San Bernardo del Viento, Las Pavas y Santágueda, se facilitó la captura de los datos y también se pudo garantizar un alto porcentaje de eficiencia en la calidad de la misma, así como unas condiciones óptimas para todos los aforadores que fueron dispuestos en estos lugares.

Con la participación en el proyecto de la empresa de empleos temporales, se logró tener una cobertura y cumplimiento con todo el personal vinculado a la toma de información de campo, garantizando la cobertura de la seguridad social integral de todas las personas y el pago oportuno por su servicio.

### **2.3. OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE CAMPO DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA**

Una vez realizada la toma de la información de campo, se dispuso de personal de digitación vinculado al proyecto, quienes realizaron la transcripción de todos los registros que fueron obtenidos en las trece estaciones anteriormente mencionadas.

#### **2.3.1. Revisión de los formatos de campo**

Contando con toda la información de campo recopilada, esta fue remitida por el ingeniero coordinador del trabajo de campo a la Universidad Nacional de Colombia, y posteriormente, el personal a cargo procedió a revisar la información general de los formatos y su correcto diligenciamiento, determinando la cantidad real de formatos y registros que debían ser digitados por el personal encargado de dicha labor.

Con toda la información física revisada y debidamente organizada, se procedió a distribuir equitativamente la digitación de todos los registros iniciando con los formatos correspondientes al estudio en cordones por el método de las placas, continuando con los aforos vehiculares y las encuestas de origen y destino, respectivamente.

### 2.3.2. Proceso de digitación

De manera simultánea con la toma de información de campo, se inició la selección del personal correspondiente para la digitación de estos registros, arrojando dicho proceso la preselección de cinco (5) digitadores quienes comenzaron su labor el día miércoles 01 de abril de 2009.

Una vez evaluados los rendimientos y la calidad de la información digitada, se efectuaron algunos cambios en el personal, hasta obtener un grupo calificado para adelantar estas labores.

Para la ejecución de dicha labor se contó con seis estaciones de trabajo ubicadas en la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Campus Palogrande), acompañadas de la supervisión permanente de tres (03) estudiantes auxiliares y el ingeniero encargado.

Se implementó un sistema de seguimiento personalizado de la labor de digitación, con el cual se conocía el número de folios y registros que eran digitados diariamente por cada uno de los digitadores, así como un control de la calidad de la información capturada, de tal forma que se pudiesen garantizar unos porcentajes de error admisibles, garantizando la calidad de los resultados. En la Tabla 2 se relaciona la información correspondiente al número de folios diligenciados en cada una de las trece (13) estaciones.

**Tabla 2.** Número de folios diligenciados por estación.

No.	ESTACIÓN	DÍA			NOCHE		TOTAL			TOTAL
		ENCUESTAS	AFOROS DÍA	PLACAS DÍA	AFOROS NOCHE	PLACAS NOCHE	ENCUESTAS	AFOROS	PLACAS	
1	SAN PEREGRINO (AUTOPISTAS DEL CAFÉ)	443	40	139	40	52	443	80	191	714
2	TRES PUERTAS - LA CABAÑA	83	40	34	36	20	83	76	54	213
3	TRES PUERTAS - KILÓMETRO 41	307	40	104	40	61	307	80	165	552
4	ALTO EL PAISA (FONDA LA ROCHELA)	138	40	52	40	20	138	80	72	290
5	CHINCHINÁ - STA ROSA DE CABAL (VÍA TARAPACÁ 1)	330	40	76	42	44	330	82	120	532
6	CHINCHINÁ - STA ROSA DE CABAL (AUTOPISTA DEL CAFÉ -TARAPACÁ 2)	336	40	136	46	42	336	86	178	600
7	MARSELLA (ESTACION DE POLICIA CURAZAO)	94	40	39	36	22	94	76	61	231
8	LA SIRIA	488	40	127	40	60	488	80	187	755
9	LA TRINIDAD - CHINCHINÁ (PEAJE LAS PAVAS)	-	40	69	40	37	-	80	106	186
10	LA MANUELA - LA TRINIDAD (PEAJE SAN BERNARDO DEL VIENTO)	-	40	81	40	35	-	80	116	196
11	CHINCHINÁ - LA MANUELA (PEAJE SANTAGUEDA)	-	40	78	40	53	-	80	131	211
12	PALESTINA	-	40	20	36	20	-	76	40	116
13	CARTAGENA	-	40	39	40	20	-	80	59	139
TOTAL		2.219	520	994	516	486	2.219	1.036	1.480	4.735

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3. Estudio en cordones por el método de las placas

La información obtenida en campo, en el estudio en cordones por el método de las placas, está compuesta por tres (3) columnas para cada registro tomado, diferenciando por sentido de movimiento en cada estación de conteo. En la primera columna se registró, en carácter alfanumérico, la placa del vehículo en cuestión, en la segunda columna se consignó el tipo de vehículo (A, B, C), y en la última, se consignó la hora de paso del vehículo (ver Figura 5).

**Figura 5.** Ejemplo de digitación de base de datos. Estudio en cordones.

Número placa	Tipo Vehículo	Hora hh:mm
TMY005	C	00:00
SNN990	C	
TMU197	C	00:05
TGA204	C	
VLH136	C	
TMU921	C	
BUR178	C	00:10
WRD344	C	
WHM943	C	
KUK464	C	00:15
WBE217	B	00:20
KUL165	C	
VMJ930	C	
WHM281	C	
KUL775	C	
PEH618	A	
TJA706	C	00:25

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.4. Aforos vehiculares

La información obtenida (ver Figura 6) para el estudio de aforos vehiculares se compone de once (11) columnas para cada una de las filas del formato de captura. En las dos (02) primeras se señala el periodo de tiempo en intervalos de cinco (5) minutos en el que pasaron los vehículos y las restantes corresponden al volumen total de vehículos que pasaron durante el intervalo correspondiente por la estación de conteo, especificando la dirección del movimiento y discriminado según el tipo de vehículo (motos, autos, buses, C2P, C2G, C3, C4, C5, C6).

**Figura 6.** Ejemplo de digitación de base de datos. Aforos vehiculares.

PERÍODO	Motos	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6
00:00 00:05		1							
00:05 00:10									1
00:10 00:15									
00:15 00:20					2		1	1	1
00:20 00:25									1
00:25 00:30		1			1				
00:30 00:35					1		1		
00:35 00:40		1	2						
00:40 00:45					1				
00:45 00:50		1							
00:50 00:55		1			1				
00:55 01:00									1
01:00 01:05									
01:05 01:10					1				1
01:10 01:15									
01:15 01:20									
01:20 01:25		1		1				1	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.5. Encuestas origen y destino (OyD)

En los formatos de captura de las encuestas OyD (ver Figura 7) o entrevistas a un lado de la vía, se registró la hora de paso del vehículo en la primera columna, la clase de vehículo en la segunda columna (B: Bus, Bt: Buseta, M: Microbus, K: Camioneta, C: Campero, A: Automóvil, Cm: Camión, W: Mixto), la empresa a la cual se encontraba vinculado el vehículo, para el caso de los vehículos de servicio público, o el servicio al cual correspondía (particular - público), los caracteres alfanuméricos de la placa, la hora de despacho o inicio del viaje, y su origen y destino en las dos últimas.

**Figura 7.** Ejemplo de digitación de base de datos. Aforos vehiculares.

HOR PAS	CLASE DE VEHÍCULO	EMPRESA	PLACA	HOR DES	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
08:50	A	PARTICULAR	VLG062	07:30	PEREIRA	CHINCHINA	
08:55	A	PARTICULAR	CMR644	04:30	CALI	CARTAGENA	
09:00	CM	PARTICULAR	SJT144	08:00	PEREIRA	MANIZALES	
09:00	CM	PARTICULAR	TJA681	02:00	BOGOTA	CHINCHINA	
09:00	CM	PARTICULAR	VX4450	07:00	PEREIRA	PUERTO PARRA	
09:00	CM	PARTICULAR	WBG430	07:45	PEREIRA	MANIZALES	
09:05	CM	PARTICULAR	VCE565	08:00	PEREIRA	MANIZALES	
09:05	BT	COLECTIVOS DEL CAFÉ	WHI928	08:30	PEREIRA	MANIZALES	
09:10	CM	SAFERBO	SOW324	08:30	PEREIRA	MANIZALES	
09:10	A	PARTICULAR	OHH330	09:00	PEAJE	MANIZALES	
09:15	C	PARTICULAR	WAI031	09:00	PEAJE	CHINCHINA	

Fuente: Elaboración propia.

### **2.3.6. Revisión y depuración de la información digitada**

Una vez fueron digitados todos los formatos de campo de los cuatro (4) estudios en ejecución, se procedió a realizar la revisión de todas y cada una de las hojas de cálculo generadas dentro del proceso de digitación, con el fin de depurar la información registrada y maximizar la calidad de la información obtenida, encontrando y corrigiendo algunos errores.

De los errores más significativos que fueron encontrados en el proceso de revisión y depuración de la información, se pueden destacar los siguientes:

- La ausencia del tipo de vehículo para una placa correspondiente.
- Nomenclatura errónea de las placas.
- Caracteres alfanuméricos de las placas de los vehículos incompletas.
- Uso erróneo del separador de horas y minutos.

Estas equivocaciones, algunas producto de errores en campo en el momento de la toma de información o inconvenientes en la digitación de los mismos, fueron revisados uno a uno, de manera particular para cada estudio, estación, sentido y día, de tal forma que haciendo una revisión simultánea de las estaciones relacionadas con los posibles recorridos y los horarios de paso, fue posible esclarecer un número considerable de los registros faltantes o erróneos, ajustando muchos de los datos faltantes iniciales del proceso de digitación.

Es importante mencionar, que una vez construida la base de datos, se realizan mejores ajustes, de tal forma que aquellos errores o inconsistencias que no hayan sido corregidos en la depuración inicial o los registros que no satisfagan las necesidades de la base construida, son eliminados para disponer de un arreglo de registros óptimo, consolidado y veraz.

### **2.3.7. Control de calidad**

Una vez iniciado el proceso de digitación de los formatos de campo, y buscando garantizar una buena calidad en el registro de la información

y en el rendimiento de digitación, se realizó una prueba piloto como seguimiento particular a cada una de las personas vinculadas, de tal forma que quienes presentaban un porcentaje de error superior al 1,5% fueron objeto de un seguimiento particular para determinar su continuidad en la labor.

Es importante resaltar que de acuerdo con el monitoreo realizado al proceso, fue posible mantener un porcentaje de error inferior al 1.5% del total de registros digitados. Dicho error fue determinado mediante la verificación con los formatos físicos del 10% del total de formatos digitados en el momento.

### **2.3.8. Observaciones, recomendaciones y conclusiones del trabajo de oficina de la información primaria**

Para llevar a cabo la digitación de información con personal contratado para tal actividad, es importante realizar una prueba piloto al personal y hacer un seguimiento constante a su labor, implementando un sistema de control que permita garantizar un porcentaje de error mínimo y un rendimiento aceptable en el proceso.

A pesar de haber realizado capacitaciones generales y específicas a todo el personal que fue dispuesto para la toma de la información de campo y del seguimiento y control que se realizó durante el proceso por parte de los supervisores y coordinadores del estudio, una vez realizada la revisión y depuración de la información digitada, se encontró un número considerable de registros faltantes, los cuales hacen necesaria una depuración detallada y dispendiosa de todos los registros obtenidos.

Una vez digitada, revisada y depurada la información correspondiente a los estudios de aforos vehiculares, cordones por el método de las placas y encuestas Origen y Destino, en hojas de cálculo, se puede proceder con la construcción de la base de datos objeto del estudio, que se constituye en el insumo primordial para la caracterización del tránsito y la movilidad dentro de la región centro - sur del departamento de Caldas.





## **3. INFORMACIÓN SECUNDARIA**

### **3.1. GENERALIDADES DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL**

La movilización de carga en el departamento de Caldas corresponde a los insumos y mercancías de las empresas industriales existentes en la zona, así como también de los productos agrícolas y pecuarios que se producen en los distintos municipios del Departamento. El movimiento de la carga en el Departamento, se realiza principalmente por carretera (99,98% del volumen total de carga) [4].

Debido a la complicada topografía de la región, los diferentes modos de transporte sufren múltiples afectaciones, destacándose los frecuentes deslizamientos que bloquean las carreteras, debiendo sumar la variable estado de la superficie de rodadura, lo que en conjunto dificultan el tráfico normal de los pasajeros y de los bienes generados en el Departamento.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED VIAL ESTUDIADA**

En este numeral se presenta la red primaria o nacional que cruza el departamento de Caldas, así como la discriminación entre las vías secundarias y terciarias a cargo del Departamento y de las vías terciarias a cargo del Instituto nacional de vías.

Las vías primarias que atraviesan el Departamento son de vital importancia para el territorio, pues actúan como canales principales para el flujo de mercancías y personas que dinamizan la economía regional. La red vial primaria comunica los principales centros urbanos del Departamento, se une con numerosas vías secundarias articulando la movilidad.

En la Tabla 3 se presentan las vías primarias que atraviesan el Departamento, identificando la longitud que cruza el territorio, el estado de su superficie de rodadura y la conectividad con vías de la red secundaria y terciaria sin discriminar su jurisdicción. Toda la red primaria a cargo de la Nación se encuentra pavimentada, por lo cual no se detalla un reporte sobre superficie en afirmado.

La red vial a cargo del departamento de Caldas (1.833,2 Km., entre vías secundarias y terciarias) conecta los centros productivos con los de comercio, proveyendo la movilidad tanto de personas como de mercancías, productos y servicios por todo el territorio caldense.

En la Tabla 4 se presentan las vías secundarias que han hecho parte del análisis que se aborda, así mismo, en la Tabla 5 se presentan las vías terciarias, a cargo del Departamento, que han hecho parte también del análisis; en ambos casos, se muestra el tipo de superficie de rodadura y el estado de esta; en la Tabla 6 se presentan las vías terciarias a cargo del INVIAS y que hacen parte del análisis.

*La red vial secundaria departamental tiene una longitud de 1,170.3 kilómetros. El 42% (492.9 Km.) de la red se encuentra pavimentada y el 58% (677.3 Km.) en afirmado. En las vías pavimentadas, el 37% de la longitud está en buen estado, el 35% en regular estado y el 28% en mal estado. En las vías en afirmado, el 8% de la longitud está en buen estado, el 39% está en regular condición y el 53% se reporta como malo. La longitud de la red terciaria en el departamento de Caldas es de 662.9 kilómetros. El 97% (643.0 Km.) de esta red está en afirmado y su condición es predominantemente regular o mala (94%)*

Respecto a la red terciaria a cargo del INVIAS, el 100% de esta red (549.7 Km.) se encuentra en afirmado y en mala condición [4] y:

*La subregión Centro–Sur tiene una red vial en condiciones aceptables de serviciabilidad ya que sus vías, tanto pavimentadas como en afirmado, cumplen marginalmente con los requisitos básicos para dar un buen servicio a la población. Los Municipios que se sirven de estas vías son Manizales, Chinchiná, Palestina, Villamaría y Neira y, por el volumen concentrado de población en estas cabeceras, son rutas con un tráfico alto y han sufrido un deterioro progresivo...[4]*

Tabla 3. Vías primarias de la zona en estudio.

Código de la vía primaria	Municipios	Tramo	Longitud sobre el departamento	Estado de la red			Municipio que Articula	Vías que llegan a la vía primaria referente			Observaciones	
				Pavimento				Código	Tramo	Long.		
				B	R	M						
1	2508	ANSERMA, RIOSUCIO, SUPÍA, MARMATO, LA MERCEDE, PÁCORÁ, AGUADAS  CAUYA-LA PINTADA	109,47	65,9	20,0	23,6	7	25CL03	MARMATO - EL LLANO - LA CENTRAL	9,81	SE REPORTA LA LONGITUD TOTAL	
									EL TRECÓN-GUASCAL	6,1		
									TRINIDAD - GUASCAL	3,30		
								17102	DOS QUEBRADAS - BRASIL - PANESSO	5,46		
									MADURRA - LA PISCINA	1,50		
								17392	SUPÍA - EL OBISPO - ALTO OBISPO - LA QUEBRERA	6,76		
									ALTO SEVILLA - CRUCE VIAL	3,70		
									SANTANA - SAN MARCOS	1,50		
									BAJO PULGARÍN - SAN JUAN	1,90		
								17332	LA CENTRAL - SAN LORENZO	3,17		
								17326	PARTIDAS - SANTA CECILIA - SAMARIA - EL SALADO	8,62		
									RIO SUCIO - SIPIRRA - TUMBARRETO	2,70		
									LA BENDICIDA ALTA - PARTIDAS	2,50		
									PARTIDAS - BELLAVISTA - TAMARIVIA	5,80		VÍA DEPARTAMENTAL ADMINISTRADA POR EL INVÍAS
									EL POBLADO - CRUCE VIAL	1,50		
	ANSERMA - MALASIA	4,20										
	17263	ANSERMA - LA RICA - CHAVARQUIA - RISARALDA	21,9	VÍA DEPARTAMENTAL ADMINISTRADA POR EL INVÍAS								
	JUAN PÉREZ - TABLA ROJA	1,50										
	CRUCE VIAL - CAUYA	1,20										
2	2902	CHINCHINÁ  PEREIRA - MANIZALES - TARAPACA - CHINCHINÁ	8,3	8,05			1		CHINCHINÁ - ALTO CHUSCAL	2,1	RED CONCESIONADA	
									CHINCHINÁ - GUAYABAL	2,80		
								17030	LOS CUERVOS - ALTO CHUSCAL - PARTIDAS - TARAPACA	18,01		
3	2902	CHINCHINÁ MANIZALES  PEREIRA - MANIZALES - CHINCHINÁ - ESTACIÓN URIBE	120,56	1,95	13	0,92	2		SAN MATEO - LA VIOLETA	3,40		
								17010	LA VIOLETA - LA YE - EL ROSARIO - LA TRINIDAD	8,16		
									ALTO NARANJO - CRUCE VIAL	1,60		
									LA PAOLA - LA SIRIA	2,40		
									BAJO TABLAZO - EL TABLAZO	1,90		
									ALTO TABLAZO - LA URIBE	3,20		
4	2903	FIADELFA  LA ESTRELLA - LA FELISA	25,34				4		MEJILLAS - EL PALO	2,4		
									TRUJILLO - CRUCE VIAL	1,80		
									CUBA - LA REPRESA	6,90		
								29CL-08	VARSOVIA - LA MARINA - JUNTAS	17,57		
5	50CL02	NEIRA, MANIZALES  TRES PUERTAS - LA ESTRELLA	15,98				2	29CL07	QUIEBRA DE VÉLEZ - ALTO LISBOA - MAGALLANES - LA ESTRELLA	28,47		
									LA PALMA - K41 - CRUCE VIAL	7,00		
									MAGALLANES - LA ISLA (CRUCE) - CRUCE VIAL	5,30		
								5004	LAS MARGARITAS - ARAUCA - LA ROSCHELA - TRES PUERTAS	14,63		
								50CL05	MANIZALES - QUIEBRA DE VÉLEZ - LA CABAÑA - TRES PUERTAS	22,37		
7	29CL09	CHINCHINÁ, PALESTINA, MANIZALES  CHINCHINÁ - LA MANUELA	8,67	8,67			3		LA PALMERA - LA MANUELA	4,50		
								29CL06	LA MANUELA - VENTANAS - VENTADEROS - PALESTINA	7,76		
8	29CL09-1	CLUB CAMPESTRE - LA TRINIDAD	4	4				17010	LA VIOLETA - LA YE - EL ROSARIO - LA TRINIDAD	8,16		
11	2507	ANSERMA, RISARALDA, VITERBO, BELALCÁZAR,  CAUYA EL CAIRO LIMITES CON RISARALDA					4		LA CAYANA - CRUCE VIAL	1,00		
									EL HORRO - CRUCE VIAL	0,80		
									EL CAIRO - REMOLINOS	4,30		
									PINARES - CRUCE VIAL	5,10		
									BELALCÁZAR - RIO DE JANEIRO	6,60		
12	5003	VITERBO  ASIA - LIMITES CON RISARALDA					1	17407	VITERBO - LA MERCEDE - EL SOCORRO - LA LINDA (LIMITE RISARALDA)	10,23		

Fuente: Elaboración propia a partir de *Plan Vial de Caldas* [4].

**Tabla 4. Vías secundarias de la zona en estudio.**

Código	Municipio	Tramo	long	PB	PR	PM	AB	AR	AM	Días	Tipo de Intervención	Año	Mpms
3302	Aguadas	AGUADAS-ARMA-LA PINTADA	40,4	0,0	0,0	18,9	0,0	21,4	0,0	27	Mantenimiento Gobernación	2008	1
3301	Aranzazu	ARANZAZU-SALAMINA (INCLUYE VARIANTE ARANZAZU)	23,0	15,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17	P2500, Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2005-2009,2008	2
17288	Belalcázar	BELALCÁZAR-LA ALEMANIA-PORTUGAL-EL CAIRO	12,7	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		P2500, Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario		2
50CL06	Belalcázar	BELALCÁZAR-SAN ISIDRO-LA HABANA-EL CRUCEIRO	7,8	0,0	5,0	2,8	0,0	0,0	0,0		Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	2
33CL01	Filadelfia	VARGOVIA-BALMORAL-FILADELFIA	7,2	0,0	4,0	2,5	0,0	0,0	0,7	17	Mantenimiento Rutinario	2008	1
33CL01	Filadelfia	FILADELFIA-LA FLORIDA-LA FELISA	18,0	0,0	7,0	0,0	0,0	11,0	0,0	4	Mantenimiento Gobernación, PLAN 2500	2008,2005-2007	1
25CL02	La Merced	LA MERCED-BUENOS AIRES-LA FELISA	15,7	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2		Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
3301	Manizales	MANIZALES-NEIRA (DISE AV. KEVIN ANGEL)	18,2	0,0	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	10	PLAN 2500, Mantenimiento Rutinario	2008	2
50CL05	Manizales	MANIZALES-QUEBRA DE VÉLEZ-LA CABANA-TRES PUERTAS (INICIO EN VILLAPILAR FINAL SEPARADOR)	22,4	19,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9	Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
25CL03	Marmato	MARMATO-EL LLANO LA CENTRAL; SECTOR MARMATO-EL LLANO K0 AL K2.5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
3301	Neira	NEIRA-ARANZAZU (INCLUYE VARIANTE NEIRA)	30,1	0,0	0,0	30,1	0,0	0,0	0,0	33	PLAN 2500, Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	2
3302	Pacora	PACORA-AGUADAS	12,8	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	Mantenimiento Gobernación, PLAN 2500	2008,2005-2008	2
29CL01	Palestina	CHINHINÁ-EL LAGO-PALESTINA	4,7	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	2
5004	Palestina	LAS MARGARITAS- ARAUCA- LA ROCHELA- TRES PUERTAS	14,6	0,0	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0		Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
50CL01	Risaralda	LAS MARGARITAS-RISARALDA-CAUYA	22,1	6,0	16,1	0,0	0,0	0,0	0,0		Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
50CL07	Risaralda	SAN JOSÉ-RISARALDA	12,1	0,3	0,0	0,0	11,8	0,0	0,0	2	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	2
33CL03	Salamina	SALAMINA-LA PALMA-LA QUEBRA-SAN FÉLIX	25,0	8,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	7	Mantenimiento Gobernación	2008	1
3302	Salamina	SALAMINA-PRÓCORA	32,5	5,0	8,0	7,0	0,0	12,5	0,0	39	Mantenimiento Gobernación, PLAN 2500, Urgencia Manifiesta	2008,2005-2008	2
33CL04	Salamina	SALAMINA-EL PEDRERO-EL VARUMO-LLANADAS-LA MERCED	23,1	8,1	0,0	0,0	5,0	10,0	0,0	23	Mantenimiento Gobernación, PLAN 2500	2008,2005-2009	2
5004	San José	ASIA-EL CRUCEIRO-LAS MARGARITAS	28,4	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5		PLAN 2500, Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2006-2009,2008	1
50CL07	San José	EL CRUCEIRO-SAN JOSÉ	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		PLAN 2500, Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2006-2009,2008	1
17501	Aguadas	COCA DE HUEVO- Mermita-LOS POMOS (LÍMITE: ANTOIOQUIA) SECTOR: MERMITA-SAN RAFAEL K29-300 AL K40-400	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1				1
17269	Anserma	ANSERMA-LOS ENCUENTROS (LÍMITE RISARALDA)	8,9	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	7,1		Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
29CL01-1	Chinchiná	EL LAGO-LA ESTRELLA-EL TREBOL (LÍMITE RISARALDA)	19,0	0,0	16,6	0,0	0,0	2,4	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17557	Filadelfia	PUERTO SAMARIA- SAN LUIS - SAMARIA	4,6	1,6	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
29CL08	Filadelfia	VARSOVIA-LA MARINA-JUNTAS	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	107	Mantenimiento Comité de Cafeteros y Gobernación	2008	1
17551	Filadelfia	FILADELFIA-VUELTA DE LA EMPANADA-EL VERDE-LLANADAS SECTOR: FILADELFIA-MAIBA K0-000 AL K4-290	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	2	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
29CL05	Manizales	QUEBRA DEL BILLAR- EL ALGARROBO-EL CHUZO-MALPaso	15,1	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	13,8	2	Mantenimiento Comité de Cafeteros y Gobernación	2008	1
29CL07	Manizales	QUEBRA DE VÉLEZ-ALTO LISBO MAGALLANES-LA ESTRELLA	28,5	0,0	0,0	1,7	26,8	0,0	0,0	27	Mantenimiento Comité de Cafeteros y Gobernación	2008	1
17784	Manzanares	CAMPOLLEGRE-AGLABONITA	5,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6		Mantenimiento Gobernación	2008	1
17301	Marmato	PARTIDAS-SAN JUAN- CRUCE (MARMATO- EL LLANO)	11,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	11,0	4	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
33CL02	Neira	CRUCE- CEMENTOS CALDAS-LA CRISTALINA-HOJAS ANCHAS-EL PÁRAMO SECTOR: LA CRISTALINA EL PÁRAMO K15+450 AL K33+800	38,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,4	18	Mantenimiento Rutinario	2008	1
29CL06-1	Neira	EL DESCANCO-MAGALLANES	13,9	1,4	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	12	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17666	Pacora	LA LUTAMA-SAN BARTOLOMÉ PACORA	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	80	Mantenimiento Comité de Cafeteros y Gobernación	2008	1
17670	Pacora	LA QUEBIRA-CASTILLA	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	61	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17672	Pacora	LA YE-EL TEJAR-CARBONERAL-NARANJAL-ARMA SECTOR: CARBONERAL- ARMA K14+400 AL K26+800	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4				1
29CL01-2	Palestina	CURAZAO-CARTAGENA	3,4	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
29CL01	Palestina	PALESTINA-CARTAGENA-LA PLATA-LA ROCHELA	15,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
29CL06	Palestina	LA MANUELA-VENTANAS-VENTADEROS-PALESTINA	7,8	0,0	0,2	0,0	0,0	7,6	0,0	2	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
29CL02	Riosucio	(LÍMITE RISARALDA) BONAFONT-EL MESTIZO-RIOSUCIO	11,1	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	6,4		Mantenimiento Rutinario	2008	1
2304	Riosucio	RIOSUCIO-LA ROBADA-LA PALMA-ALTO VENTANAS (LÍMITE ANTOIOQUIA) SECTOR: EL ORD- VENTANAS K3+800 AL K29+000	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2		Mantenimiento Comité de Cafeteros y Gobernación	2008	1
17332	Riosucio	LA CENTRAL-SAN LORENZO	3,2	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0		Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
25CL01	Suquia	SUPIA-MEDIA CARAL-HOJAS ANCHAS (LÍMITE ANTOIOQUIA)	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	2	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
50M01	Villamaría	PUENTE LA LIBERTAD-MURILLO; PUENTE LA LIBERTAD-EL ARBOLITO-LÍMITE TOLIMA SECTOR: LA ENEA-EL ARBOLITO	25,2	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	15,8	3	Mantenimiento Rutinario	2008	1
50CL04	Villamaría	LA ESPERANZA-EL ARBOLITO- TABACAL	14,3	5,7	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
			<b>729,8</b>	<b>140,2</b>	<b>118,8</b>	<b>89,0</b>	<b>56,1</b>	<b>113,4</b>	<b>212,2</b>				

Fuente: Elaboración propia a partir de *Plan Vial de Caldas* [4]

### 3 - INFORMACIÓN SECUNDARIA

**Tabla 5. Vías terciarias, a cargo del departamento de Caldas, de la zona en estudio.**

Código	Municipio	Tramo	Long	PB	PR	PM	AB	AR	AM	Días	Tipo de Intervención	Año	Mpos.
17375	Anserma	REMOLINOS-LA TESALIA-EL CAIRO	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17257	Anserma	BOQUERÓN-LA PALMA-LA INDIA-LA OLETA-OPIRAMA	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	6,0	2	Mantenimiento Rutinario	2008	1
17267	Anserma	CHAPITA-LA LOMA-EL HORRO	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,2		Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
	Anserma	SAN ISIDRO-JUAN PÉREZ-PATIO BONITO-CHAVARRUA-RISARALDA	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17253	Anserma	PARTIDAS-TABUDIA-PUENTE LIBERAL-OPIRAMA-IRRA	20,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0			Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17273	Anserma	PARTIDAS-BELLAVISTA-TAMARIVIA SECTOR: PARTIDAS-BELLAVISTA KD+000 AL K2+000	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9				1
17535-1	Aranzazu	ARANZAZU-MUELAS-LA FELICIA	15,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	2	Mantenimiento Rutinario	2008	1
17545	Aranzazu	EL CRUCE-SALÓN RÍO	7,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	1	Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
TORD20	Aranzazu	AITO DE LA VIRGEN-LA GUAIRA-EL DIAMANTE	9,4	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	1		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17791-1	Aranzazu	LA GUAIRA-CURUBITAL	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	4	Mantenimiento Rutinario	2008	1
17555	Aranzazu	SANTA RITA-SALÓN RÍO-ALTO MAIBA	8,0	0,0	5,2	0,0	0,0	2,8	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
	Chinchiná	EL TRÉBOL-ALTO LA PAZ-LA ESMERALDA-SANTAGÜEDA SECTOR: EL TRÉBOL-LA ESMERALDA KD+000 AL K11+000	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17030	Chinchiná	LDS CUERVOS-ALTO CHUSCAL- PARTIDAS-TARAACA	14,2	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	7,2	2	Mantenimiento Rutinario	2008	1
17565	Filadelfia	FILADELFIA-EL CRUCERO-MORRITOS-LA MEDIACIÓN	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1		Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17552	Filadelfia	VUELTA DE LA EMPANADA-EL TAMBIO	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5		Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17582	Aranzazu	ALEGRÍAS-EL ROBLAL-LA AMOLADORA-EL YARUMÓ	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,3	9	Mantenimiento Rutinario	2008	1
17588	La Merced	LA CHUSPA-MACIGAL-EL LIMÓN-LA AMOLADORA	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	1	Mantenimiento Rutinario	2008	1
17010	Manizales	LA VIOLETA-LA YE-EL ROSARIO-LA TRINIDAD	8,2	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0			Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17011	Manizales	LAVE-QUEBRRA DEL BILLAR	4,8	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0			Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17010-1	Manizales	EL ROSARIO-LAS PAVAS	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0			Mantenimiento Rutinario	2008	1
17633	Neira	NEIRA-EL JARDÍN	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0				1
17535-2	Neira	TAPAS-TROCADEROS-PAN DE AZÚCAR-LA FELICIA	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1	3	Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
17070	Palestina	LAS PALOMAS-EL REPOSO-LOS LOBOS	5,9	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0		Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17066	Palestina	LA ROCHELA-EL RETIRO-ARAUCA	8,1	0,0	0,5	0,0	0,0	7,6	0,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17340	Riosucio	BONAFONT-PIRZA-PANESO-LA IBERIA-SIPIRRA SECTOR: BONAFONT-PIRZA-PANESO- POR-TACHUELO	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17326	Riosucio	PARTIDAS-SANTA CECILIA-SAMARIA-EL SALADO	8,6	0,0	0,0	0,0	7,0	1,6	334		Mantenimiento Comité de Cafeteros, Urgencia Manifiesta	2008	1
17328	Riosucio	PARTIDAS-LAS ESTANCIAS-LOMITAS-SAN LORENZO	16,3	0,0	0,0	0,0	6,0	10,3			Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17691-2	Salamina	LA QUEBRRA-POCITOS-CURUBITAL	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	5	Urgencia Manifiesta, Mantenimiento Rutinario	2008	1
17685	Salamina	SAN FÉLIX-LA SAMARIA-ALTO MIRANDA-SAN ANTONIO	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	6		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17688	Salamina	LA YE-EL RETIRO (MANANTIALES)	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17689	Salamina	QUEBRADA SAN FÉLIX-GUAYQUIL	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17682	Salamina	NUOLLIALES-LOS MOLINOS-CAÑAVERAL	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7		Mantenimiento Comité de Cafeteros	2008	1
17678	Salamina	EL PELIGRO-EL ÁGUILA CHUSCAL-ALTO DE LAS COLES SECTOR: EL PELIGRO-SAN LORENZO KD+000 AL K23+000	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	8		Mantenimiento Comité de Cafeteros, Urgencia Manifiesta	2008	1
17697	Salamina	EL PEDRERO-LA CHOCOLA-GUAYABAL	7,2	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	60		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17361	San José	MORRO AZUL-PINARES	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17366	San José	SAN JOSÉ-EL CONTENTO-LOS CAMINOS-VATICANO-SIBERIA	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9		Mantenimiento Rutinario	2008	1
	Supía	LA CLARA-LA TRINA-GASPAR-GUASCAL	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17102	Supía	DOS QUEBRADAS-BRASIL-PANESCO	5,5	0,0	0,0	0,0	1,5	4,0			Mantenimiento Rutinario	2008	1
17392	Supía	SUPIÁ-EL OBISPO-ALTO OBISPO-LA QUEBRRA	6,8	0,0	0,0	0,0	6	0,8	90		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17394	Supía	CRUCE (OBISPO)-MOCHILÓN	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0			Mantenimiento Rutinario	2008	1
17376	Supía	SUPIÁ-EL CRUCE-LA LOMA-ARCON SECTOR: SU PÍA-LA LOMA KD+000 AL K5+460	5,5	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0			Mantenimiento Rutinario	2008	1
25CL04	Supía	SUPIÁ-LA QUINTA-LA AMALIA	6,6	0,0	0,0	0,0	0,6	6,0			Mantenimiento Rutinario	2008	1
17382	Supía	(CRUCE) TABORDA-LA DIVISA-LA TORRE	4,6	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0			Mantenimiento Rutinario	2008	1
29CL04	Villamaría	VILLAMARÍA-EL DESTIERRO-ANT. RIO CLARO-CHINCHINÁ	30,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	4		Mantenimiento Rutinario	2008	1
17405	Viterbo	VITERBO-CANAAN-LA ALSACIA-LAS DELICIAS (LÍMITE RISARALDA) SECTOR: ALSACIA- LAS DELICIAS K2+800 AL K10+330	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5			Mantenimiento Rutinario	2008	1
17403	Viterbo	CANAAN-EL PORVENIR-EL PALMAR-TERMINAL (LÍMITE RISARALDA)	12,8	0	0,0	0	0	12,8			Mantenimiento Rutinario	2008	1
17401	Viterbo	VITERBO-LA MARÍA-LA FLORIDA (LÍMITE RISARALDA)	9,2	0	0,0	0,0	0,0	9,2			Mantenimiento Rutinario	2008	1
			<b>453,4</b>	<b>0,2</b>	<b>5,7</b>	<b>0,0</b>	<b>39,2</b>	<b>137,5</b>	<b>270,8</b>				

Fuente: Elaboración propia a partir de *Plan Vial de Caldas* [4].

**Tabla 6.** Vías terciarias, a cargo del INVIAS, de la zona en estudio.

Municipio	Tramo	Longitud aproximada (KM)	Estado en que se encuentra la vía		
			Afirmado		
			B	R	M
Belalcázar	BELALCAZAR-PATIO BONITO-LA CASCADA-LA ZAINERA-ALTO BONITO	13,25			13,25
Chinchiná	LA ESTRELLA-BAJO ESPAÑOL	4,65			4,65
Viterbo	CANAAN- ALSACIA	2,80			2,80
Palestina	SANTÁGUEDA-LA ESMERALDA	10,10			10,10
Manizales	ALTO EL GUAMO-HOYO FRÍO	9,75			9,75
Risaralda	LOS NARANJOS-EL PARAÍSO	6,10			6,10
Risaralda	RISARALDA-LA RICA	7,35			7,35
Neira	LLANO GRANDE-LA ISLA	9,90			9,90
Neira	NEIRA-PUEBLO RICO	4,70			4,70
Neira	CEMENTOS CALDAS-TAPIAS-LA CRISTALINA	15,45			15,45
Neira	SAN LUIS-TROCADERO-PAN DE AZÚCAR	8,30			8,30
Anserma	BELLAVISTA-TAMARVTA-EL VERGEL	3,80			3,80
Anserma	ANSERMA-LA RICA	18,75			18,75
Aranzazu	ARANZAZU-SAN RAFAEL	7,80			7,80
Filadelfia	SAMARIA-ALTO MIRA	4,85			4,85
Filadelfia	MAIBA-LLANADAS	13,20			13,20
Riosucio	SIPIRRA-LA IBERIA-PORTACHUELO	8,00			8,00
Riosucio	RIOSUCIO-EL ORO	3,85			3,85
Riosucio	SAN LORENZO-PASMI	4,05			4,05
Salamina	LA AMOLADORA-EL LIMÓN-MACIEGAL	3,00			3,00
Salamina	SAN FÉLIX-VALLE ALTO	21,80			21,80
Supia	SUPIÁ-ALTO DE SEVILLA	5,30			5,30
Supia	LA LOMA-ARCÓN	3,20			3,20
Marmato	EL LLANO-LA CENTRAL	4,25			4,25
Marmato	MARMATO - CABRAS -LA MIEL	12,50			12,50
Pacora	LAS COLES - MATEGUADUA- SAN LORENZO	13,50			13,50
Pacora	LAS COLES-EL CASTILLO	2,95			2,95
Pacora	PÁCORA-LA MICA	14,40			14,40
Aguadas	ARMAS-SALINEROS	3,80			3,80
Aguadas	COCA DE HUEVO - MERMITA	29,30			29,30
Aguadas	AGUADAS-RÍO ARRIBA	25,75			25,75
					<b>296,40</b>

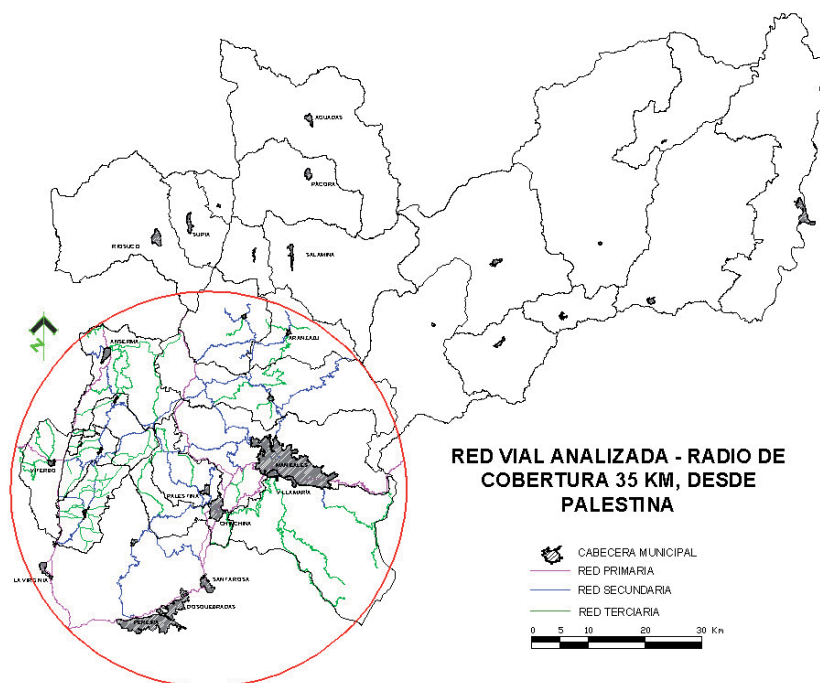
Fuente: Elaboración propia a partir de *Plan Vial de Caldas* [4].

Todas las vías relacionadas en este documento, fueron base fundamental del análisis, ya que con sus características, se alimentó la base de datos, para obtener el modelo de accesibilidad y poder interpretar desde el análisis de los tiempos medios de viaje entre todos los nodos, cual es, desde el punto de vista de conexión, las zonas del territorio que presentan deficiencias respecto a dicha variable.

Ahora bien, para el análisis de accesibilidad, se tuvo en cuenta la red vial de las regiones centro – sur, occidente bajo y la zona norte del departamento de Risaralda. En la Figura 8 se aprecia la red vial analizada.

Para este caso en particular, se ha establecido un radio de cobertura de 35 Km., a partir del casco urbano del municipio de Palestina (departamento de Caldas), con el fin de definir un área compacta de influencia directa sobre la región centro – sur del Departamento.

**Figura 8.** Red vial analizada.



Fuente: Elaboración propia.





## 4. SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO

Desde 1968 se vienen realizando aforos sobre los principales corredores viales de Colombia, los cuales son consignados en la publicación anual del Ministerio de Transporte: “Volúmenes de Tránsito”, lo que ha permitido conformar a través del tiempo series históricas de tráfico sobre puntos específicos de la red vial. La información histórica del comportamiento del tránsito sobre un corredor vial determinado, se constituye como uno de los principales insumos para la caracterización en términos de la demanda y de igual manera, facilita el desarrollo de análisis para efectos de toma de decisiones en la planeación, diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial.

La información obtenida requiere ser complementada con información secundaria de las series históricas del tránsito de los corredores viales de la zona en estudio, con el fin de determinar el porcentaje de crecimiento anual del tránsito en cada sector de conteo y mediante modelos matemáticos de regresión, establecer la proyección del comportamiento de flujo vehicular para los años futuros.

## 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA PARA EL ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO

Con el objeto de reconocer el comportamiento del tránsito en el horizonte de un proyecto, el Instituto nacional de vías (INVIAS) realiza conteos manuales de tránsito cada año durante siete (7) días consecutivos las veinticuatro (24) horas del día, de tal manera que normalmente correspondan a la misma época del año, con lo que se garantiza que la información no tenga sesgos temporales o estacionales por temporada de vacaciones, producción o algún otro evento.

Esta información, luego de digitada, depurada y procesada por dicha entidad, es consignada en la cartilla de volúmenes de tránsito que publica anualmente la entidad (hoy en día se publica en la página WEB). La cartilla de Volúmenes de Tránsito [7] contiene la información de los TPDS y su composición vehicular (%A, %B, %C) de las estaciones de aforo vehicular para cada una de las regionales del INVIAS en el año del estudio y de varios años anteriores. Contiene además el total semanal y la distribución porcentual de camiones (C2P, C2G, C-3-4, C-5, >C5), del año en estudio, tal y como se presenta para el año 2007 en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Tránsito promedio diario semanal de la regional Caldas para el año 2007.

EST No	SECTOR	TPDS	DESV	TOTAL	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
338	CHINCHINÁ-MANIZALES	6.130 13	15	604	6.285	3.024 48,11%	3.237 51,50%	8 0,13%	7 0,14%
349	CAUYA-ANSERMA	1.827 14	18	155	2.339	534 22,83%	1.154 49,34%	287 12,27%	105 4,49%
352	ANSERMA-RIOSUCIO	852 13	29	61	1.725	198 11,48%	1.139 66,03%	119 6,90%	106 6,14%
353	RIOSUCIO-LA FELISA	1.498 18	22	77	2.268	1.080 47,62%	620 27,34%	278 12,26%	108 4,76%
442	LA ESPERANZA-PTE LA LIBERTAD	1737 11	31	288	3.759	1.291 34,34%	1.491 39,66%	293 7,79%	258 6,86%
444	PETAQUEROS-LA ESPERANZA	1.528 11	32	330	3.408	984 28,87%	1.525 44,75%	237 6,95%	262 7,69%
446	FRESNO-PETAQUEROS	1.697 9	31	404	3.705	1.072 28,93%	1.547 41,75%	317 8,56%	281 7,58%
702	ESTACIÓN URIBE-LA MANUELA	4.168 6	17	667	4.923	964 19,58%	1.980 40,22%	647 13,14%	625 12,70%
924	LA FELISA-LA PINTADA	3.370 10	55	391	12.959	3.180 24,54%	3.970 30,64%	1.494 11,53%	1.475 11,38%
925	PUENTE LA LIBERTAD - ESTACIÓN URIBE	10.126 3.692	17	574	9.772	3.529 36,11%	4.324 44,25%	666 6,82%	395 4,04%
1.084	TRES PUERTAS- IRRÁ	9 3.453	44	545	11.274	1.508 13,38%	4.873 43,22%	1.282 11,37%	1.228 10,89%
1.086	IRRÁ-LA FELISA	9 3.007	44	535	10.526	2.525 23,99%	3.425 32,54%	1.069 10,16%	1.251 11,88%
1.130	CHINCHINÁ - LA MANUELA	9 5.165	47	937	9.823	2.458 25,02%	2.558 25,93%	956 9,75%	1.023 10,41%
1.131	LA MANUELA - TRES PUERTAS	7	34	2.030	12.118	3.131 25,84%	4.056 33,47%	1.137 9,38%	1.215 10,03%

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [8].

Dado que el volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD) es el número total de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante un periodo dado en días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo [2], que el Tránsito Semanal (TS) se define como el número total de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante una semana, y que el volumen de Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) en vehículos por día se define como  $TPDS = (TS/7)$ , se procesó la información existente para obtener las series históricas sobre las estaciones localizadas en las vías del área de influencia del estudio.

## **4.2. OBTENCIÓN DE LOS DATOS**

La información secundaria correspondiente a las series históricas del tránsito de la zona en estudio fue obtenida a partir de los informes anuales de los conteos manuales realizados en las principales carreteras nacionales, a cargo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), los cuales fueron descritos en el numeral anterior.

Es de aclarar que esta información fue recopilada de las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Vías (INVIAS), territorial Caldas.
- Sitio WEB del Instituto Nacional de Vías ([www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co)).
- Software TRÁNSITO [11].

## **4.3. RELACIÓN DE LAS ESTACIONES DEL INVIAS ANALIZADAS**

Las estaciones que se relacionan en la Tabla 8 y la Tabla 9, presentan las vías del orden nacional y departamental que se encuentran localizadas en la zona de influencia del presente proyecto y que hacen parte de las sedes territoriales de Caldas y Risaralda.

**Tabla 8.** Estaciones de aforo INVIAS territorial Caldas.

ESTACIÓN No.	SECTOR	LONGITUD Km
338	CHINCHINÁ - MANIZALES	19
440	TRES PUERTAS - QUIEBRA DE VÉLEZ	18
441	MANIZALES - QUIEBRA DE VÉLEZ	8
697	EL LAGO - EL TRÉBOL	19
702	ESTACIÓN URIBE - LA MANUELA	10
719	CHINCHINÁ - PALESTINA	5
916	TRES PUERTAS - ARAUCA	11
1084	TRES PUERTAS - IRRA	26
1092	PALESTINA - LA ROCHELA	18
1130	CHINCHINÁ - LA MANUELA	9
1131	LA MANUELA - TRES PUERTAS	17

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7].

**Tabla 9.** Estaciones de aforo INVIAS territorial Risaralda.

ESTACIÓN No.	SECTOR	LONGITUD Km
336	SANTA ROSA -DOSQUEBRADAS	12
337	SANTA ROSA -CHINCHINÁ	14
1125	MARSELLA - EL TRÉBOL	10
1181	CHINCHINÁ - EL POLLO	31
1183	RETORNO DE SANTA ROSA	4
1192	CHINCHINÁ - CAMPOALEGRE	9

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7].

## 4.4. ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO

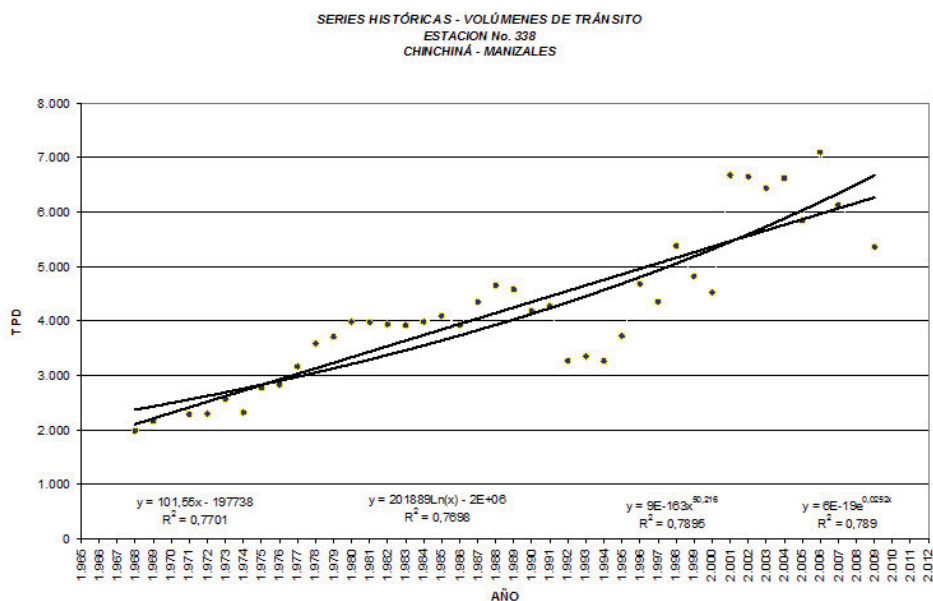
### 4.4.1. Estación 338

En la Tabla 10 se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en la estación 338.

En la Figura 9, se aprecia la serie histórica de datos, la cual permite establecer que en el corredor vial se ha presentado un incremento progresivo del volumen vehicular a lo largo del tiempo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión potencial ( $R^2 = 0,7895$ ).

Figura 9. Serie histórica de tránsito. Estación 338.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10.** Serie histórica de tránsito. Estación 338 (Chinchiná – Manizales).

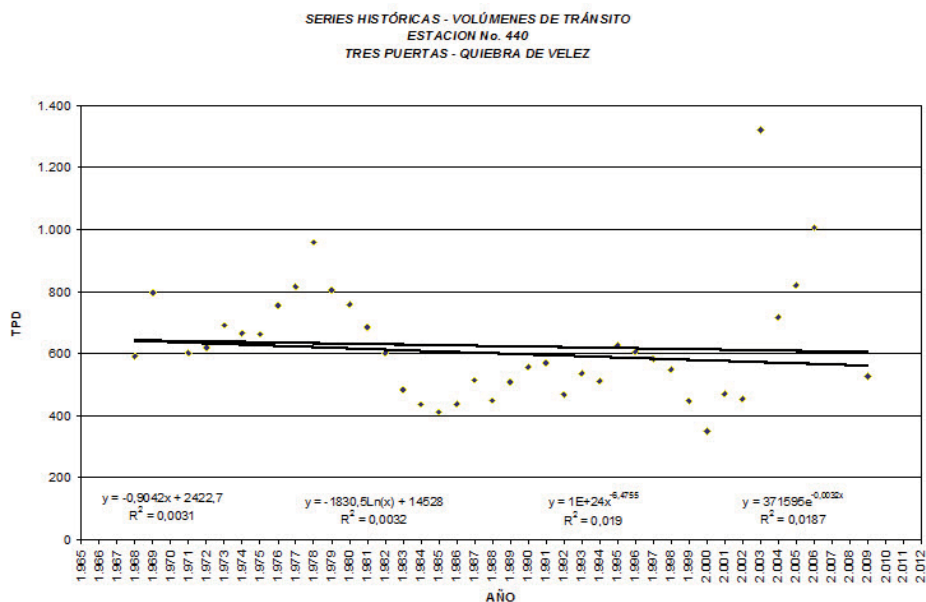
Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
338	2.009	5.362												
338	2.007	6.130	73	13	15	53	9	11	3.024	3.237	8	7	9	6.285
338	2.006	7.098	70	13	17	49	9	12	4.407	3.706	17	7	11	8.148
338	2.005	5.836	78	10	12	61	8	9	2.554	2.277	14	11	1	4.857
338	2.004	6.621	75	11	14	56	8	11	3.274	3.014	62	23	24	6.397
338	2.003	6.438	73	5	22	53	4	16	2.343	2.716	427	384	426	6.296
338	2.002	6.650	73	12	15	53	9	11	1.756	4.068	451	356	316	6.947
338	2.001	6.676	76	10	14	58	8	11	2.593	2.740	468	338	289	6.428
338	2.000	4.521	74	10	16	55	7	12	1.549	2.874	281	109	46	4.859
338	1.999	4.820	77	9	14	59	7	11	1.893	2.539	201	63	34	4.730
338	1.998	5.381	72	8	20	52	6	14	2.219	3.834	538	627	541	7.759
338	1.997	4.350	73	9	18	53	7	13	1.511	3.018	383	339	234	5.485
338	1.996	4.680	69	8	23	48	6	16	1.422	4.653	584	506	309	7.474
338	1.995	3.724	77	6	17	59	5	13						0
338	1.994	3.262	70	7	23	49	5	16	1.249	2.713	725	259	140	5.086
338	1.993	3.347	66	12	22	44	8	15	1.270	2.785	891	143	77	5.166
338	1.992	3.265	69	13	18	48	9	12	1.080	2.676	173	203	43	4.175
338	1.991	4.269	70	11	19	49	8	13	1.322	3.595	287	365	63	5.632
338	1.990	4.179	69	12	19	48	8	13	1.555	3.311	324	367	82	5.639
338	1.989	4.577	76	10	14	58	8	11	1.421	2.571	219	382	61	4.654
338	1.988	4.653	79	10	11	62	8	9	156	283	24	42	7	512
338	1.987	4.344	80	9	11	64	7	9	146	264	22	39	6	477
338	1.986	3.923	76	10	14	58	8	11	168	303	26	45	7	549
338	1.985	4.095	74	11	15	55	8	11	187	339	29	50	8	613
338	1.984	3.981	71	12	17	50	9	12	207	374	32	56	9	678
338	1.983	3.919	69	12	19	48	8	13	227	412	35	61	10	745
338	1.982	3.934	68	13	19	46	9	13	228	413	35	61	10	747
338	1.981	3.976	65	12	23	42	8	15	279	505	43	75	12	914
338	1.980	3.982	65	13	22	42	8	14	267	484	41	72	11	875
338	1.979	3.708	66	13	21	44	9	14	238	430	37	64	10	779
338	1.978	3.579	65	15	20	42	10	13	219	396	34	59	9	717
338	1.977	3.162	65	16	19	42	10	12	184	332	28	49	8	601
338	1.976	2.827	62	16	22	38	10	14	190	344	29	51	8	622
338	1.975	2.774	62	14	24	38	9	15	203	368	31	55	9	666
338	1.974	2.318	56	20	24	31	11	13	170	307	26	46	7	556
338	1.973	2.566	66	16	18	44	11	12	141	255	22	38	6	462
338	1.972	2.298	59	15	26	35	9	15	182	330	28	49	8	597
338	1.971	2.288	59	15	26	35	9	15	180	326	28	48	8	590
338	1.969	2.159	60	14	26	36	8	16	171	310	26	46	7	560

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.4.2. Estación 440

En la Tabla 11, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 10, se aprecia la serie histórica de datos, que permite establecer que el corredor vial ha presentado un comportamiento en el tránsito altamente disperso tal y como lo demuestran los diferentes valores  $R^2$  obtenidos para los diferentes modelos de regresión. Esto se manifiesta en la gran variabilidad de los datos presentados, principalmente los picos y valles en los años 1978 y 1985, respectivamente. Es importante resaltar que a partir del año 2000 hasta la fecha, el tránsito sobre este corredor vial ha sufrido un incremento considerable, en razón, entre otras causas a los trabajos de mantenimiento periódico y conservación que han sido ejecutados sobre esta vía en los años recientes.

Figura 10. Serie histórica de tránsito. Estación 440.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11.** Serie histórica de tránsito. Estación 440 (Tres Puertas – Quebra de Vélez).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
440	2.009	528												
440	2.006	1.007	90	1	9	81	1	8	230	364	13	1	1	609
440	2.005	821	91	0	9	83	0	8	71	414	8	0	0	493
440	2.004	717	89	3	8	79	3	7	236	176	12	0	0	424
440	2.003	1.321	82	5	13	67	4	11	435	626	73	32	38	1.204
440	2.002	454	91	0	9	83	0	8	361	868	9	3	1	1.242
440	2.001	470	90	0	10	81	0	9	122	186	4	1	0	313
440	2.000	350	83	0	17	69	0	14	32	383	4	0	0	419
440	1.999	447	88	2	10	77	2	9	63	246	4	1	0	314
440	1.998	549	87	0	13	76	0	11	91	415	1	4	0	511
440	1.997	584	88	1	11	77	1	10	100	372	0	2	0	474
440	1.996	607	88	1	11	77	1	10	100	344	3	0	0	447
440	1.995	626	85	2	13	72	2	11	6	74	1	0	0	81
440	1.994	512	84	2	14	71	2	12	127	355	4	0	0	486
440	1.993	536	89	2	9	79	2	8	77	255	2	3	0	337
440	1.992	468	84	2	14	71	2	12	125	317	15	0	0	457
440	1.991	570	86	2	12	74	2	10	231	240	5	0	0	476
440	1.990	557	81	2	17	66	2	14	87	578	3	2	0	670
440	1.989	509	88	2	10	77	2	9	146	151	33	16	0	346
440	1.988	449	87	3	10	76	3	9	3	41	0	0	0	44
440	1.987	515	86	2	12	74	2	10	5	57	1	0	0	63
440	1.986	438	90	3	7	81	3	6	2	28	0	0	0	30
440	1.985	412	93	1	6	86	1	6	2	23	0	0	0	25
440	1.984	436	92	1	7	85	1	6	2	28	0	0	0	30
440	1.983	483	91	4	5	83	4	5	2	22	0	0	0	24
440	1.982	602	84	6	10	71	5	8	5	55	1	0	0	61
440	1.981	686	81	5	14	66	4	11	7	88	1	0	0	96
440	1.980	758	82	5	13	67	4	11	8	90	1	0	0	99
440	1.979	805	77	4	19	59	3	15	12	140	1	0	0	153
440	1.978	960	78	5	17	61	4	13	12	149	2	0	0	163
440	1.977	816	78	5	17	61	4	13	11	127	1	0	0	139
440	1.976	755	79	5	16	62	4	13	9	111	1	0	0	121
440	1.975	663	78	5	17	61	4	13	9	103	1	0	0	113
440	1.974	666	82	5	13	67	4	11	7	80	1	0	0	88
440	1.973	691	82	4	14	67	3	11	7	89	1	0	0	97
440	1.972	620	79	5	16	62	4	13	8	90	1	0	0	99
440	1.971	602	77	6	17	59	5	13	8	93	1	0	0	102
440	1.970	0	0	0	0	0	0	0						0
440	1.969	797	75	6	19	56	5	14	12	138	1	0	0	151
440	1.968	592	73	6	21	53	4	15	9	113	1	0	0	123

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].



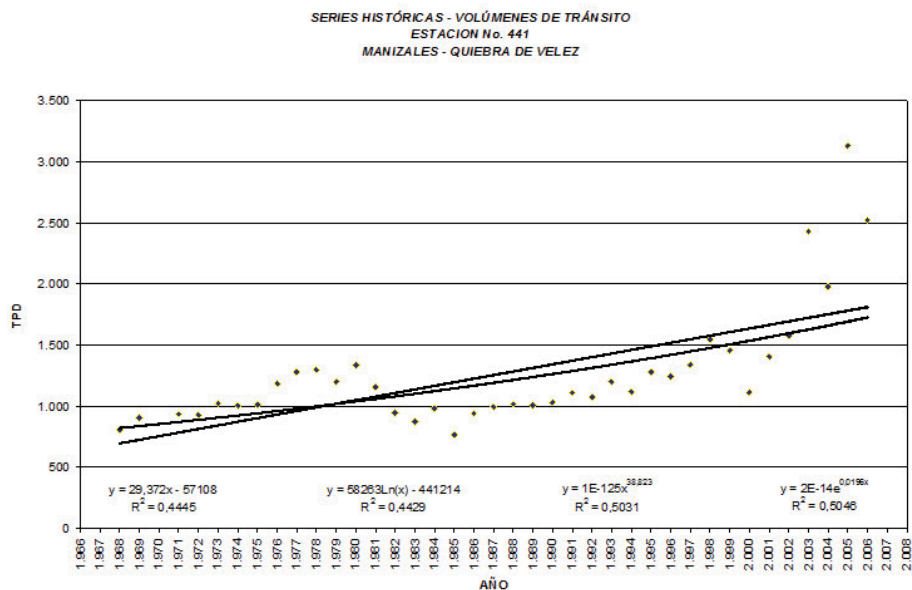
### 4.4.3. Estación 441

En la Tabla 12, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 11, se aprecia la serie histórica de datos, que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular del tránsito a lo largo del tiempo, el cual aumentó de manera sustancial durante la última década. Esto obedece, entre otras causas, al crecimiento normal de la población y del parque automotor y a las obras de mantenimiento y conservación que han sido ejecutadas sobre esta vía en los años recientes.

No obstante, la serie de datos presenta valores con alta dispersión y de acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión exponencial ( $R^2 = 0,5046$ ).

**Figura 11.** Serie histórica de tránsito. Estación 441.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12.** Serie histórica de tránsito. Estación 441 (Manizales – Quebra de Vélez).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
441	2.006	2.523	69	20	11	48	14	8	564	1.265	11	0	1	1.841
441	2.005	3.131	47	46	7	22	22	3	501	907	39	0	1	1.448
441	2.004	1.977	65	25	10	42	16	7	493	849	10	0	1	1.353
441	2.003	2.430	70	4	26	49	3	18	696	1.051	78	42	42	1.909
441	2.002	1.576	62	27	11	38	17	7	743	1.415	363	334	290	3.145
441	2.001	1.405	64	27	9	41	17	6	338	551	6	1	0	896
441	2.000	1.114	60	26	14	36	16	8	317	775	20	0	0	1.112
441	1.999	1.456	67	21	12	45	14	8	245	930	3	2	0	1.180
441	1.998	1.548	63	22	15	40	14	9	348	1.234	6	7	0	1.595
441	1.997	1.340	71	19	10	50	13	7	399	567	1	4	0	971
441	1.996	1.244	77	12	11	59	9	8	369	579	3	0	0	951
441	1.995	1.280	78	10	12	61	8	9	44	107	3	0	0	154
441	1.994	1.117	76	10	14	58	8	11	219	849	4	0	0	1.072
441	1.993	1.200	76	9	15	58	7	11	187	1.026	0	3	0	1.216
441	1.992	1.073	78	8	14	61	6	11	261	773	10	0	0	1.044
441	1.991	1.110	83	7	10	69	6	8	217	598	7	2	0	824
441	1.990	1.030	78	7	15	61	5	12	984	70	1	2	3	1.060
441	1.989	1.006	78	9	13	61	7	10	329	606	0	0	0	935
441	1.988	1.015	54	6	10	29	3	5	95	7	0	0	0	102
441	1.987	994	81	9	10	66	7	8	92	7	0	0	0	99
441	1.986	940	75	9	16	56	7	12	139	10	0	0	0	149
441	1.985	766	81	10	9	66	8	7	64	5	0	0	0	69
441	1.984	981	74	10	16	55	7	12	146	10	0	0	0	156
441	1.983	874	89	4	7	79	4	6	57	4	0	0	0	61
441	1.982	945	85	5	10	72	4	9	87	6	0	0	0	93
441	1.981	1.155	80	5	15	64	4	12	161	11	0	0	0	172
441	1.980	1.335	75	4	21	56	3	16	260	18	0	1	1	280
441	1.979	1.200	78	4	18	61	3	14	201	14	0	0	1	216
441	1.978	1.298	77	4	19	59	3	15	229	16	0	0	1	246
441	1.977	1.279	82	4	14	67	3	11	166	12	0	0	1	179
441	1.976	1.184	80	5	15	64	4	12	165	12	0	0	1	178
441	1.975	1.012	79	5	16	62	4	13	150	11	0	0	0	161
441	1.974	1.003	83	5	12	69	4	10	111	8	0	0	0	119
441	1.973	1.021	83	4	13	69	3	11	123	9	0	0	0	132
441	1.972	927	81	5	14	66	4	11	121	9	0	0	0	130
441	1.971	935	78	6	16	61	5	12	139	10	0	0	0	149
441	1.970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
441	1.969	904	78	5	17	61	4	13	143	10	0	0	0	153
441	1.968	806	74	6	20	55	4	15	149	11	0	0	0	160

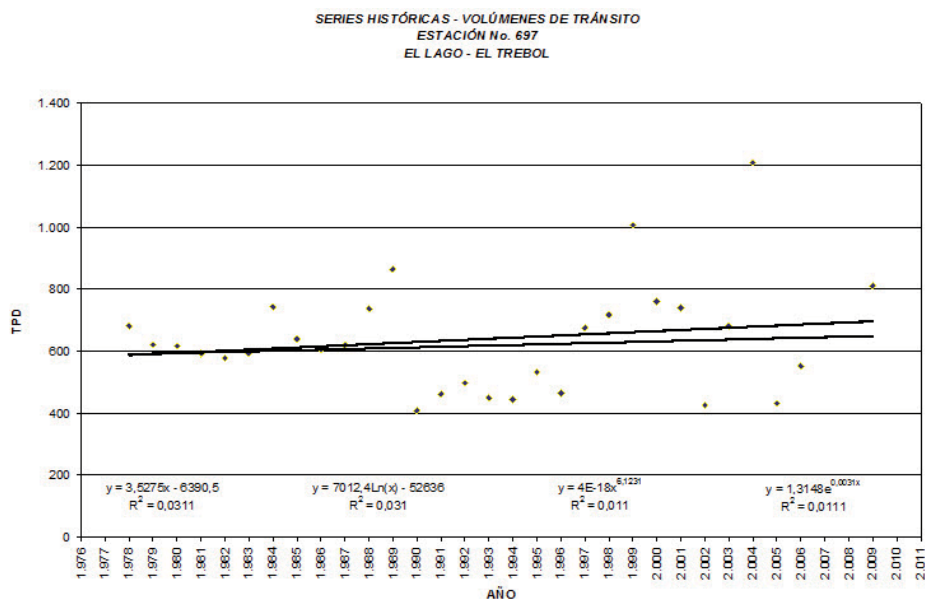
Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.4.4. Estación 697

En la Tabla 13, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 12, se aprecia la serie histórica, que permite establecer que el corredor vial ha presentado comportamientos de tránsito altamente dispersos a lo largo del tiempo, por lo anterior, los coeficientes de correlación calculados son cercanos a cero.

**Figura 12.** Serie histórica de tránsito. Estación 697.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13.** Serie histórica de tránsito. Estación 697 (El Lago – El Trébol).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
697	2.009	811												
697	2.006	552	91	2	7	83	2	6	42	237	0	0	0	279
697	2.005	431	87	4	9	76	3	8	119	138	9	0	0	266
697	2.004	1.208	86	2	12	74	2	10	671	325	23	5	2	1.026
697	2.003	680	89	3	8	79	3	7	245	115	1	5	9	375
697	2.002	426	91	1	8	83	1	7	189	57	0	0	0	246
697	2.001	740	90	1	9	81	1	8	412	31	6	0	0	449
697	2.000	760	90	2	8	81	2	7	366	53	0	0	2	421
697	1.999	1.007	90	1	9	81	1	8	140	504	3	5	0	652
697	1.998	716	85	1	14	72	1	12	551	121	22	0	0	694
697	1.997	674	89	2	9	79	2	8	291	123	36	15	2	467
697	1.996	464	88	2	10	77	2	9	175	120	22	4	0	321
697	1.995	532	88	2	10	77	2	9						0
697	1.994	444	90	1	9	81	1	8	249	22	0	0	0	271
697	1.993	449	92	1	7	85	1	6	114	80	5	0	0	199
697	1.992	497	90	2	8	81	2	7	213	44	0	0	0	257
697	1.991	461	88	3	9	77	3	8	60	217	24	0	0	301
697	1.990	408	79	3	18	62	2	14	59	459	0	0	0	518
697	1.989	864	85	3	12	72	3	10	322	383	7	0	0	712
697	1.988	737	82	3	15	67	2	12	64	45	3	0	0	112
697	1.987	620	85	3	12	72	3	10	42	30	2	0	0	74
697	1.986	605	86	3	11	74	3	9	38	27	2	0	0	67
697	1.985	640	86	3	11	74	3	9	40	28	2	0	0	70
697	1.984	743	91	2	7	83	2	6	30	21	1	0	0	52
697	1.983	593	88	3	9	77	3	8	30	21	1	0	0	52
697	1.982	578	81	5	14	66	4	11	46	33	2	0	0	81
697	1.981	592	84	4	12	71	3	10	41	29	2	0	0	72
697	1.980	616	84	4	12	71	3	10	42	30	2	0	0	74
697	1.979	620	80	4	16	64	3	13	57	40	2	0	0	99
697	1.978	682	79	4	17	62	3	13	66	47	3	0	0	116

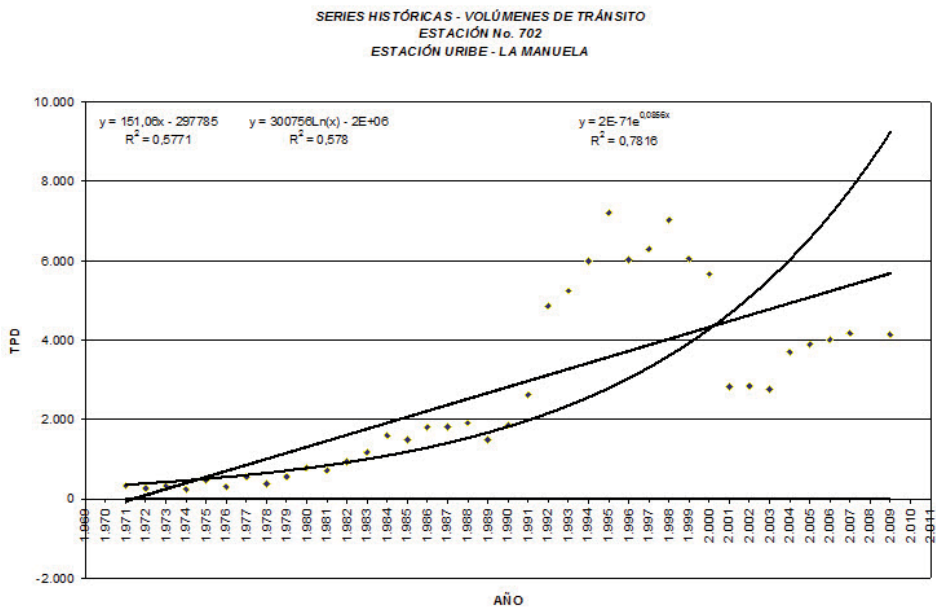
Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.4.5. Estación 702

En la Tabla 14, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 13, se aprecia la serie histórica que permite establecer que en términos generales el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión potencial ( $R^2 = 0,7831$ ).

**Figura 13.** Serie histórica de tránsito. Estación 702.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14.** Serie histórica de tránsito. Estación 702 (Estación Uribe – La Manuela).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
702	2.009	4.142												
702	2.007	4.168	77	6	17	59	5	13	964	1.980	647	625	707	4.923
702	2.006	4.011	67	14	19	45	9	13	1.468	1.786	606	586	799	5.245
702	2.005	3.897	68	13	19	46	9	13	626	2.731	650	465	698	5.170
702	2.004	3.698	71	10	19	50	7	13	3.808	453	0	0	630	4.891
702	2.003	2.759	83	4	13	69	3	11	749	1.028	288	283	121	2.469
702	2.002	2.848	79	5	16	62	4	13	900	1.476	310	317	273	3.276
702	2.001	2.827	81	4	15	66	3	12	971	1.161	240	237	206	2.815
702	2.000	5.666	75	3	22	56	2	17	2.048	2.942	1.170	1.485	1.276	8.921
702	1.999	6.047	84	3	13	71	3	11	1.880	2.056	474	489	523	5.422
702	1.998	7.025	84	4	12	71	3	10	2.206	2.692	452	431	320	6.101
702	1.997	6.293	84	3	13	71	3	11	1.649	2.392	503	515	510	5.569
702	1.996	6.033	84	4	12	71	3	10	2.037	2.280	426	296	189	5.228
702	1.995	7.210	85	4	11	72	3	9	260	384	50	54	45	793
702	1.994	5.994	84	3	13	71	3	11	1.632	3.076	319	273	177	5.477
702	1.993	5.238	82	3	15	67	2	12	1.907	2.802	187	234	170	5.300
702	1.992	4.860	84	3	13	71	3	11	1.410	2.533	106	255	57	4.361
702	1.991	2.620	75	5	20	56	4	15	1.169	2.012	232	326	42	3.781
702	1.990	1.859	77	4	19	59	3	15	786	1.180	187	204	27	2.384
702	1.989	1.488	77	5	18	59	4	14	483	1.030	111	204	38	1.866
702	1.988	1.909	74	5	21	55	4	16	104	221	24	44	8	401
702	1.987	1.814	77	4	19	59	3	15	89	190	21	38	7	345
702	1.986	1.810	79	5	16	62	4	13	75	160	17	32	6	290
702	1.985	1.489	77	3	20	59	2	15	77	164	18	33	6	298
702	1.984	1.592	71	4	25	50	3	18	103	220	24	44	8	399
702	1.983	1.176	76	3	21	58	2	16	64	136	15	27	5	247
702	1.982	935	71	3	26	50	2	18	63	134	14	27	5	243
702	1.981	708	65	3	32	42	2	21	59	125	14	25	5	228
702	1.980	778	58	5	37	34	3	21	75	159	17	31	6	288
702	1.979	559	67	3	30	45	2	20	43	93	10	18	3	167
702	1.978	378	72	4	24	52	3	17	24	50	5	10	2	91
702	1.977	539	75	7	18	56	5	14	25	54	6	11	2	98
702	1.976	306	84	5	11	71	4	9	9	19	2	4	1	35
702	1.975	477	77	5	18	59	4	14	22	47	5	9	2	85
702	1.974	239	84	6	10	71	5	8	6	13	1	3	0	23
702	1.973	318	84	3	13	71	3	11	11	23	2	4	1	41
702	1.972	265	83	5	12	69	4	10	8	18	2	3	1	32
702	1.971	324	86	2	12	74	2	10	10	22	2	4	1	39

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

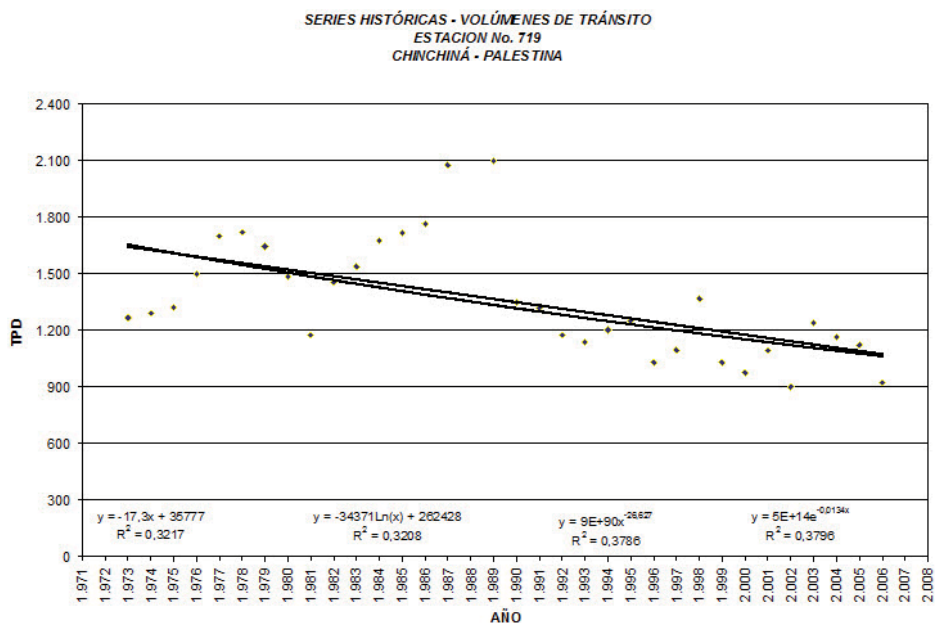
#### 4.4.6. Estación 719

En la Tabla 15, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 14 se aprecia la serie histórica que permite establecer que en términos generales, el corredor vial ha presentado una disminución progresiva en el volumen vehicular a lo largo del tiempo, salvo entre los años 1984 y 1989 en los cuales se presentaron incrementos atípicos.

Esto obedece, entre otras causas, al deterioro progresivo de la vía y a la presencia de vías alternas en la zona para acceder al mismo destino. No obstante, los comportamientos del tránsito han sido dispersos y de acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión exponencial ( $R^2 = 0,3796$ ).

**Figura 14.** Serie histórica de tránsito. Estación 719.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15.** Serie histórica de tránsito. Estación 719 (Chinchiná - Palestina).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
719	2.006	922	95	0	5	90	0	5	230	99	1	0	1	331
719	2.005	1.123	95	1	4	90	1	4	352	36	0	0	1	389
719	2.004	1.162	93	1	6	86	1	6	412	44	0	0	1	457
719	2.003	1.238	92	2	6	85	2	6	179	407	24	2	0	612
719	2.002	899	93	1	6	86	1	6	288	82	8	0	0	378
719	2.001	1.092	95	0	5	90	0	5	327	68	5	0	0	400
719	2.000	976	94	0	6	88	0	6	137	258	0	0	0	395
719	1.999	1.030	95	0	5	90	0	5	146	195	0	0	0	341
719	1.998	1.366	94	0	6	88	0	6	394	191	1	0	0	586
719	1.997	1.095	95	0	5	90	0	5	251	139	2	0	0	392
719	1.996	1.030	94	0	6	88	0	6	249	193	0	0	0	442
719	1.995	1.248	94	0	6	88	0	6						0
719	1.994	1.201	93	0	7	86	0	7	279	266	0	0	0	545
719	1.993	1.136	94	0	6	88	0	6	265	224	0	0	0	489
719	1.992	1.173	94	0	6	88	0	6	216	249	1	0	0	466
719	1.991	1.316	93	0	7	86	0	7	276	398	2	0	0	676
719	1.990	1.348	90	0	10	81	0	9	299	605	5	0	0	909
719	1.989	2.096	87	1	12	76	1	10	485	1.217	12	0	0	1.714
719	1.988	0	0	0	0	0	0	0						0
719	1.987	2.077	87	1	12	76	1	10	135	114	0	0	0	249
719	1.986	1.765	91	4	5	83	4	5	48	40	0	0	0	88
719	1.985	1.715	91	1	8	83	1	7	74	63	0	0	0	137
719	1.984	1.675	96	1	3	92	1	3	27	23	0	0	0	50
719	1.983	1.537	89	1	10	79	1	9	83	71	0	0	0	154
719	1.982	1.454	85	2	13	72	2	11	102	87	0	0	0	189
719	1.981	1.175	89	2	9	79	2	8	57	49	0	0	0	106
719	1.980	1.484	88	1	11	77	1	10	88	75	0	0	0	163
719	1.979	1.644	87	2	11	76	2	10	98	83	0	0	0	181
719	1.978	1.720	88	2	10	77	2	9	93	79	0	0	0	172
719	1.977	1.701	84	2	14	71	2	12	129	109	0	0	0	238
719	1.976	1.498	84	2	14	71	2	12	114	96	0	0	0	210
719	1.975	1.322	83	2	15	69	2	12	107	91	0	0	0	198
719	1.974	1.289	80	7	13	64	6	10	91	77	0	0	0	168
719	1.973	1.266	82	2	16	67	2	13	110	93	0	0	0	203

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].



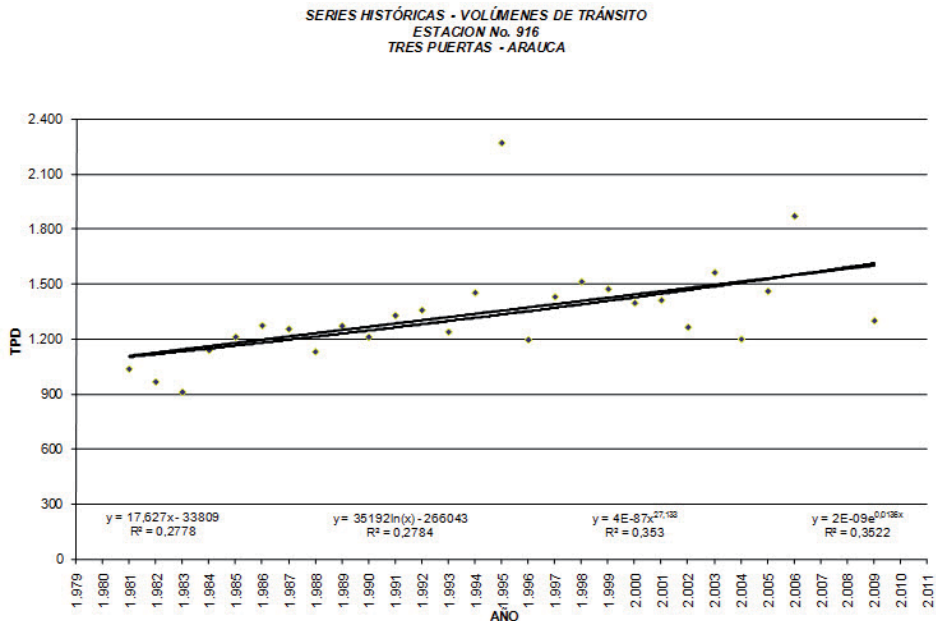
### 4.4.7. Estación 916

En la Tabla 16, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 15, se aprecia la serie histórica que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en volumen vehicular a lo largo del tiempo. Es importante tener en cuenta que de acuerdo con la información secundaria obtenida, durante el año 1995 se presentó un comportamiento atípico en el tránsito de esta vía, generando un alto grado de dispersión en los datos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión potencial ( $R^2 = 0,3530$ ).

**Figura 15.** Serie histórica de tránsito. Estación 916.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.** Serie histórica de tránsito. Estación 916 (Tres Puertas - Arauca).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
916	2.009	1.303												
916	2.006	1.874	83	6	11	69	5	9	677	641	39	10	14	1.381
916	2.005	1.464	82	4	14	67	3	11	516	774	103	4	19	1.416
916	2.004	1.203	80	6	14	64	5	11	892	296	5	3	2	1.198
916	2.003	1.566	72	7	21	52	5	15	738	1.158	163	145	73	2.277
916	2.002	1.268	84	4	12	71	3	10	567	444	41	13	3	1.068
916	2.001	1.415	83	4	13	69	3	11	690	495	27	9	11	1.232
916	2.000	1.400	84	4	12	71	3	10	607	528	25	4	2	1.166
916	1.999	1.476	85	4	11	72	3	9	520	598	36	2	5	1.161
916	1.998	1.516	85	4	11	72	3	9	613	587	13	1	12	1.226
916	1.997	1.434	84	4	12	71	3	10	401	683	44	25	31	1.184
916	1.996	1.199	85	4	11	72	3	9	321	552	25	4	10	912
916	1.995	2.273	81	4	15	66	3	12						0
916	1.994	1.456	84	4	12	71	3	10	391	792	26	25	34	1.268
916	1.993	1.242	79	5	16	62	4	13	506	819	59	41	27	1.452
916	1.992	1.361	81	4	15	66	3	12	684	728	8	3	2	1.425
916	1.991	1.332	83	4	13	69	3	11	436	737	17	2	6	1.198
916	1.990	1.214	81	5	14	66	4	11	431	684	36	4	2	1.157
916	1.989	1.275	80	6	14	64	5	11	567	682	5	3	0	1.257
916	1.988	1.134	80	5	15	64	4	12	63	101	5	1	0	170
916	1.987	1.258	79	5	16	62	4	13	75	119	6	1	0	201
916	1.986	1.277	87	6	7	76	5	6	33	53	3	0	0	89
916	1.985	1.215	79	4	17	62	3	13	77	122	6	1	0	206
916	1.984	1.142	79	4	17	62	3	13	72	115	6	1	0	194
916	1.983	914	78	5	17	61	4	13	58	92	5	1	0	156
916	1.982	970	70	6	24	49	4	17	87	138	7	1	0	233
916	1.981	1.040	74	5	21	55	4	16	81	129	7	1	0	218

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

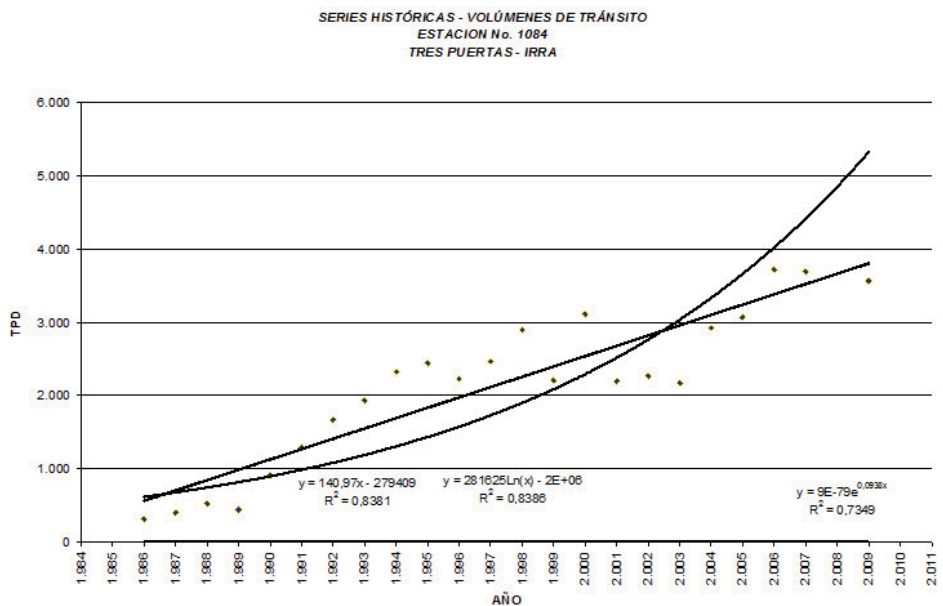
#### 4.4.8. Estación 1084

En la Tabla 17, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 16, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión logarítmica ( $R^2 = 0,8386$ ).

**Figura 16.** Serie histórica de tránsito. Estación 1084.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17.** Serie histórica de tránsito. Estación 1084 (Tres Puertas - Irra).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
1084	2.009	3.568												
1084	2.007	3.692	48	8	44	23	4	21	1.508	4.873	1.282	1.228	2.383	11.274
1084	2.006	3.719	45	9	46	20	4	21	3.127	4.047	937	1.487	2.490	12.088
1084	2.005	3.070	39	9	52	15	4	20	1.846	4.573	953	1.410	2.338	11.120
1084	2.004	2.927	38	9	53	14	3	20	2.468	3.688	889	1.722	2.157	10.924
1084	2.003	2.172	51	11	38	26	6	19	1.730	2.223	424	899	897	6.173
1084	2.002	2.267	37	8	55	14	3	20	1.862	3.224	613	1.263	1.763	8.725
1084	2.001	2.197	43	7	50	18	3	22	1.894	2.927	650	1.035	1.105	7.611
1084	2.000	3.114	33	7	60	11	2	20	2.651	4.568	1.606	2.099	2.174	13.098
1084	1.999	2.206	53	7	40	28	4	21	1.924	2.556	680	545	511	6.216
1084	1.998	2.893	49	5	46	24	2	23	2.134	3.792	915	1.028	1.362	9.231
1084	1.997	2.467	54	6	40	29	3	22	1.608	3.213	828	666	712	7.027
1084	1.996	2.227	49	7	44	24	3	22	2.280	3.046	725	455	417	6.923
1084	1.995	2.445	67	7	26	45	5	17						0
1084	1.994	2.325	52	7	41	27	4	21	1.134	3.354	798	627	673	6.586
1084	1.993	1.935	54	7	39	29	4	21	1.231	3.184	395	324	156	5.290
1084	1.992	1.672	48	8	44	23	4	21	1.081	1.951	758	961	395	5.146
1084	1.991	1.290	65	5	30	42	3	20	822	1.277	240	325	37	2.701
1084	1.990	909	69	3	28	48	2	19	644	748	169	213	22	1.796
1084	1.989	444	41	6	53	17	2	22	368	397	287	259	28	1.339
1084	1.988	528	60	4	36	36	2	22	43	81	33	30	3	190
1084	1.987	400	63	1	36	40	1	23	32	61	25	23	2	143
1084	1.986	313	63	2	35	40	1	22	25	47	19	17	2	110

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

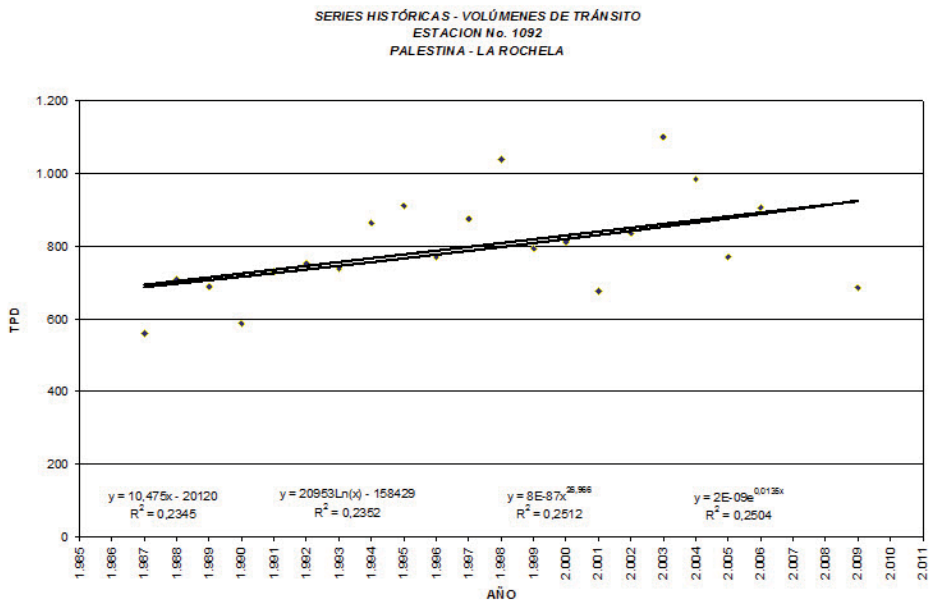
#### 4.4.9. Estación 1092

En la Tabla 18, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación.

En la Figura 17, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo.

No obstante, los comportamientos del tránsito han presentado alta dispersión y no reportan valores confiables para proyectar la información.

**Figura 17.** Serie histórica de tránsito. Estación 1092.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18.** Serie histórica de tránsito. Estación 1092 (Palestina – La Rochela).

<i>Estac. No.</i>	<i>AÑO</i>	<i>TPDs</i>	<i>a%</i>	<i>b%</i>	<i>c%</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>C-2P</i>	<i>C-2G</i>	<i>C-3-4</i>	<i>C-5</i>	<i>&gt; C-5</i>	<i>TOT CAMIONES</i>
1092	2.009	686												
1092	2.006	906	93	0	7	86	0	7	232	164	16	0	5	417
1092	2.005	770	92	0	8	85	0	7	112	189	116	0	2	419
1092	2.004	984	91	1	8	83	1	7	345	14	158	9	1	527
1092	2.003	1.100	75	8	17	56	6	13	613	630	61	82	82	1.468
1092	2.002	835	88	2	10	77	2	9	342	221	13	0	1	577
1092	2.001	677	91	0	9	83	0	8	155	231	6	6	3	401
1092	2.000	812	92	0	8	85	0	7	286	173	4	0	0	463
1092	1.999	794	94	0	6	88	0	6	116	213	5	0	0	334
1092	1.998	1.039	93	0	7	86	0	7	292	231	2	0	1	526
1092	1.997	875	92	0	8	85	0	7	318	186	0	1	3	508
1092	1.996	769	90	1	9	81	1	8	297	211	5	2	0	515
1092	1.995	911	93	0	7	86	0	7						0
1092	1.994	864	92	0	8	85	0	7	241	215	1	1	0	458
1092	1.993	738	93	0	7	86	0	7	192	144	1	0	0	337
1092	1.992	751	92	0	8	85	0	7	228	181	1	1	0	411
1092	1.991	730	86	0	14	74	0	12	238	452	5	0	0	695
1092	1.990	587	90	1	9	81	1	8	178	191	1	0	0	370
1092	1.989	688	89	0	11	79	0	10	176	340	2	0	0	518
1092	1.988	708	78	0	22	61	0	17	89	67	0	0	0	156
1092	1.987	560	92	0	8	85	0	7	26	19	0	0	0	45

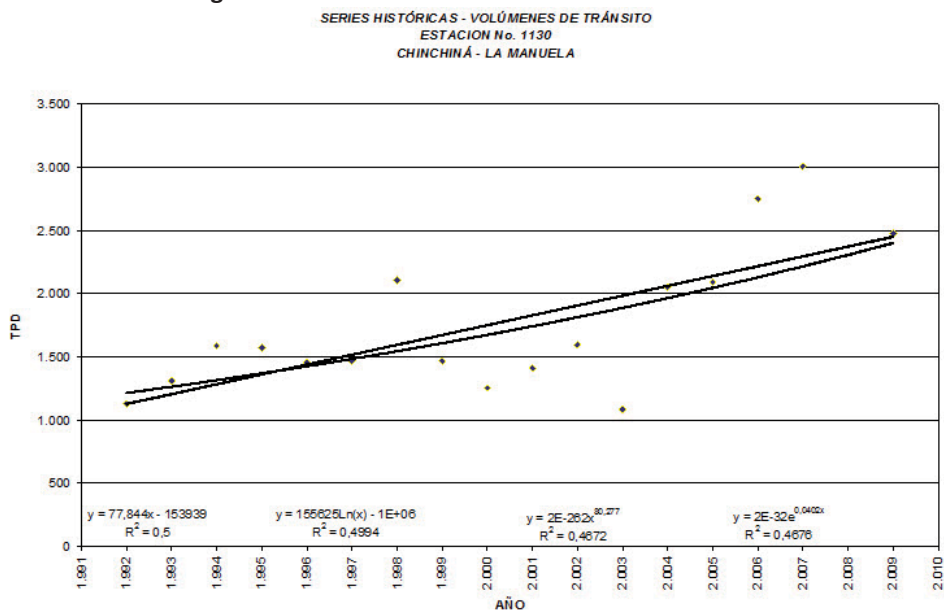
Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.4.10. Estación 1130

En la Tabla 19, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 18, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que en términos generales el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo.

No obstante, los comportamientos del tránsito han presentado alta dispersión y de acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión lineal ( $R^2 = 0,50$ ).

**Figura 18.** Serie histórica de tránsito. Estación 1130.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 19.** Serie histórica de tránsito. Estación 1130 (Chinchiná – La Manuela).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
1130	2.009	2.477												
1130	2.007	3.007	45	9	47	20	4	21	2.458	2.958	958	1.023	2.426	9.823
1130	2.006	2.749	39	9	52	15	4	20	2.569	3.115	890	1.319	2.174	10.067
1130	2.005	2.090	34	8	58	12	3	20	1.486	2.785	1.020	1.150	2.083	8.524
1130	2.004	2.053	30	9	61	9	3	18	2.182	2.605	686	1.288	2.016	8.777
1130	2.003	1.084	43	9	48	18	4	21	659	1.597	300	612	698	3.866
1130	2.002	1.595	22	9	18	5	2	4	1.089	2.727	674	900	1.511	6.901
1130	2.001	1.411	35	7	58	12	2	20	1.353	2.179	791	603	867	5.793
1130	2.000	1.254	35	10	55	12	4	19	1.202	1.787	480	569	865	4.903
1130	1.999	1.466	44	8	48	19	4	21	1.282	2.037	628	444	481	4.872
1130	1.998	2.107	39	6	55	15	2	21	1.885	3.105	934	937	1.159	8.020
1130	1.997	1.467	45	7	48	20	3	22	1.348	2.027	561	436	578	4.950
1130	1.996	1.455	47	7	46	22	3	22	1.342	2.027	614	505	199	4.687
1130	1.995	1.572	64	9	27	41	6	17						0
1130	1.994	1.587	46	8	46	21	4	21	926	2.462	627	543	553	5.111
1130	1.993	1.313	48	8	44	23	4	21	839	2.345	511	248	156	4.099
1130	1.992	1.130	46	6	48	21	3	22	848	1.571	595	539	246	3.799

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

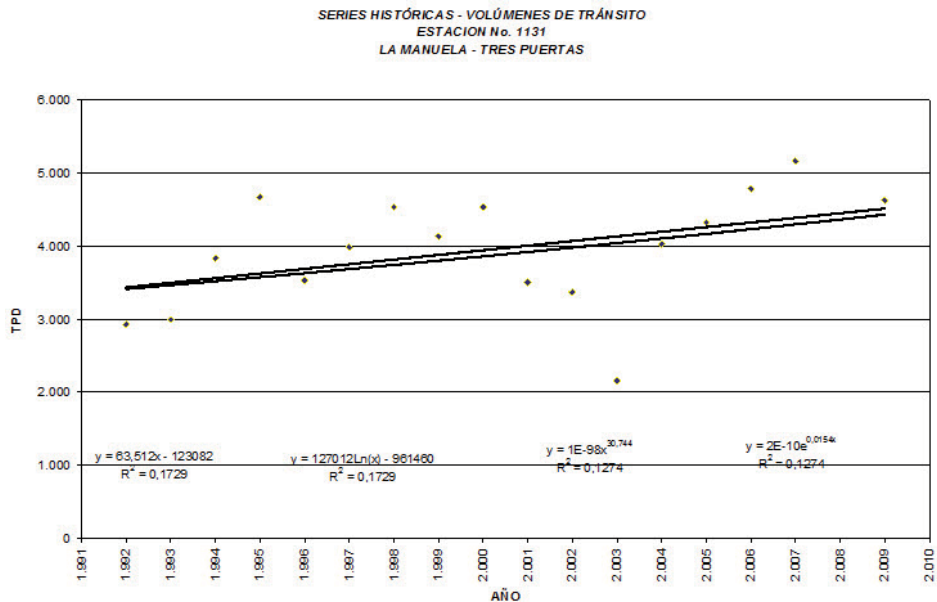


#### 4.4.11. Estación 1131

En la Tabla 20, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 19, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que en términos generales el corredor vial ha presentado un leve incremento en el volumen vehicular a lo largo del tiempo.

No obstante, los comportamientos del tránsito han presentado un alto grado de dispersión, caracterizado principalmente en el año 2003, en el cual se produjo una severa disminución del TPDS y por lo anterior, los coeficientes de correlación calculados son cercanos a cero.

**Figura 19.** Serie histórica de tránsito. Estación 1131.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20.** Serie histórica de tránsito. Estación 1131 (La Manuela – Tres Puertas).

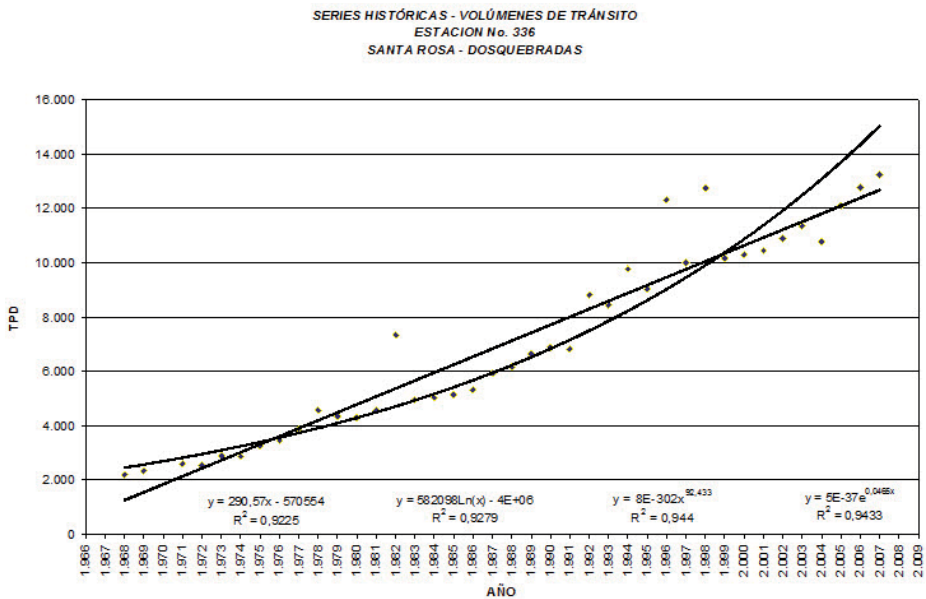
Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
1131	2.009	4.625												
1131	2.007	5.165	59	7	34	35	4	20	3.131	4.056	1.137	1.215	2.579	12.118
1131	2.006	4.784	54	9	37	29	5	20	3.294	4.351	1.069	1.373	2.345	12.432
1131	2.005	4.323	49	9	42	24	4	21	3.126	4.483	1.170	1.373	2.541	12.693
1131	2.004	4.025	49	8	43	24	4	21	2.872	4.435	999	1.757	2.070	12.133
1131	2.003	2.156	57	9	34	32	5	19	1.352	2.067	531	753	755	5.458
1131	2.002	3.373	54	7	39	29	4	21	2.212	3.455	813	1.114	1.644	9.238
1131	2.001	3.503	58	6	36	34	3	21	1.353	3.993	1.343	1.018	1.105	8.812
1131	2.000	4.531	51	6	43	26	3	22	2.864	4.966	1.798	2.008	2.183	13.819
1131	1.999	4.131	65	7	28	42	5	18	2.795	3.255	778	554	603	7.985
1131	1.998	4.535	59	6	35	35	4	21	2.846	4.488	1.226	1.172	1.303	11.035
1131	1.997	3.986	66	5	29	44	3	19	2.003	3.616	839	716	743	7.917
1131	1.996	3.529	65	6	29	42	4	19	2.181	3.431	765	491	442	7.310
1131	1.995	4.670	75	6	19	56	5	14						0
1131	1.994	3.834	64	6	30	41	4	19	1.825	3.930	884	592	683	7.914
1131	1.993	2.994	65	7	28	42	5	18	1.447	3.288	663	409	227	6.034
1131	1.992	2.924	63	6	31	40	4	20	1.479	2.840	772	857	322	6.270

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

### 4.4.12. Estación 336

En la Tabla 21, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 20, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión potencial ( $R^2 = 0,944$ ).

**Figura 20.** Serie histórica de tránsito. Estación 336.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 21.** Serie histórica de tránsito. Estación 336 (Santa Rosa - Dosquebradas).

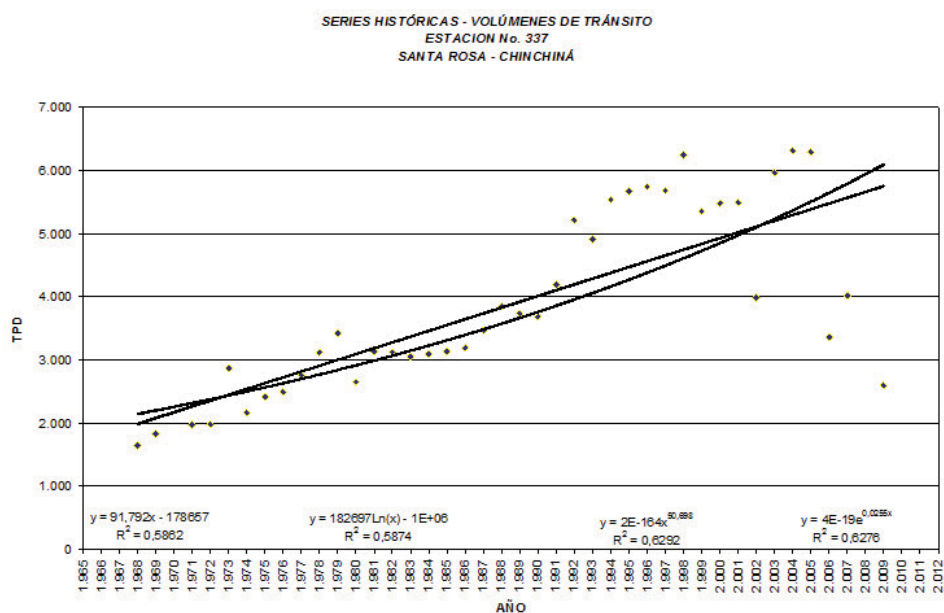
Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
336	2.007	13.240	58	18	24	34	10	14	8.398	7.224	1.571	1.750	3.122	22.065
336	2.006	12.778	64	16	20	41	10	13	5.821	5.926	1.470	1.747	2.707	17.671
336	2.005	12.107	59	17	24	35	10	14	4.149	9.443	1.646	1.982	2.709	19.929
336	2.004	10.776	61	17	22	37	10	13	5.106	5.967	1.229	1.749	2.528	16.579
336	2.003	11.358	68	6	26	46	4	18	4.442	4.857	1.053	1.649	2.072	14.073
336	2.002	10.886	67	14	19	45	9	13	4.825	4.727	1.093	1.372	2.089	14.106
336	2.001	10.445	68	14	18	46	10	12	4.638	4.341	1.102	1.111	1.436	12.628
336	2.000	10.299	70	10	20	49	7	14	4.568	5.626	1.185	1.245	1.490	14.114
336	1.999	10.172	76	7	17	58	5	13	4.815	4.434	1.065	881	861	12.056
336	1.998	12.744	73	6	21	53	4	15	6.134	6.224	1.665	2.110	2.264	18.397
336	1.997	9.993	75	7	18	56	5	14	4.446	4.758	1.125	1.014	942	12.285
336	1.996	12.316	63	23	14	40	14	9	3.718	5.558	1.181	1.141	547	12.145
336	1.995	9.030	73	11	16	53	8	12	0	0	0	0	0	0
336	1.994	9.775	74	7	19	55	5	14	3.417	6.220	1.114	1.027	791	12.569
336	1.993	8.452	71	12	17	50	9	12	3.357	5.330	855	462	291	10.295
336	1.992	8.817	68	14	18	46	10	12	2.898	5.761	1.045	1.123	394	11.221
336	1.991	6.828	72	12	16	52	9	12	3.523	3.040	393	474	219	7.649
336	1.990	6.888	73	12	15	53	9	11	2.363	3.963	400	452	91	7.269
336	1.989	6.648	75	14	11	56	11	8	1.911	2.268	464	376	50	5.069
336	1.988	6.170	78	12	10	61	9	8	233	276	56	46	6	617
336	1.987	5.929	75	12	13	56	9	10	291	345	71	57	8	772
336	1.986	5.330	78	11	11	61	9	9	221	262	54	43	6	586
336	1.985	5.138	74	13	13	55	10	10	252	299	61	50	7	669
336	1.984	5.036	76	13	11	58	10	8	209	248	51	41	5	554
336	1.983	4.956	77	12	11	59	9	8	205	244	50	40	5	544
336	1.982	7.343	55	31	14	30	17	8	388	460	94	76	10	1.028
336	1.981	4.574	67	16	17	45	11	11	293	348	71	58	8	778
336	1.980	4.297	70	16	14	49	11	10	227	269	55	45	6	602
336	1.979	4.344	67	15	18	45	10	12	295	350	72	58	8	783
336	1.978	4.573	69	16	15	48	11	10	259	307	63	51	7	687
336	1.977	3.875	64	19	17	41	12	11	248	295	60	49	7	659
336	1.976	3.453	62	21	17	38	13	11	221	263	54	44	6	588
336	1.975	3.247	63	19	18	40	12	11	220	261	53	43	6	583
336	1.974	2.867	61	21	18	37	13	11	195	231	47	38	5	516
336	1.973	2.888	69	18	13	48	12	9	141	168	34	28	4	375
336	1.972	2.545	64	14	22	41	9	14	211	251	51	42	6	561
336	1.971	2.590	65	13	22	42	8	14	215	255	52	42	6	570
336	1.970	0	0	0	0	0	0	0						0
336	1.969	2.340	63	13	24	40	8	15	212	251	51	42	6	562
336	1.968	2.199	63	14	23	40	9	14	191	226	46	38	5	506

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.4.13. Estación 337

En la Tabla 22, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 21, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo y de acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde, en este caso, a la regresión potencial ( $R^2 = 0,6292$ ). Se nota sin embargo una tendencia de decrecimiento de sus volúmenes durante los últimos 3 años motivado por la entrada en operación de la vía por la variante La Romelia - El Pollo.

**Figura 21.** Serie histórica de tránsito. Estación 337.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22.** Serie histórica de tránsito. Estación 337 (Santa Rosa - Chinchiná).

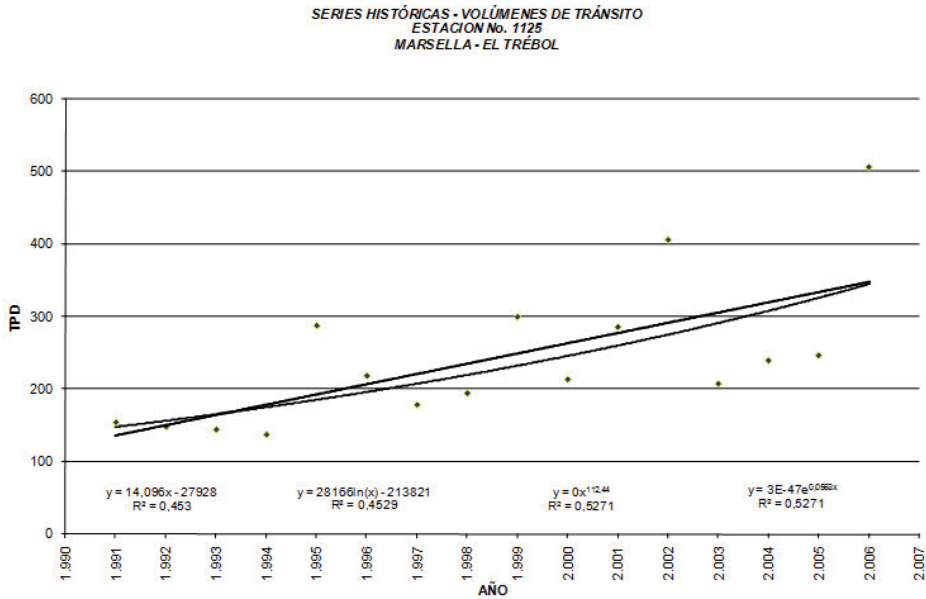
Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
337	2.009	2.595												
337	2.007	4.018	43	20	37	18	9	16	4.012	3.795	1.094	585	838	10.324
337	2.006	3.357	46	18	36	21	8	17	60	5.723	903	740	939	8.365
337	2.005	6.287	54	13	33	29	7	18	3.384	6.075	1.333	1.471	2.400	14.663
337	2.004	6.314	44	15	41	19	7	18	2.885	8.387	1.932	2.301	2.485	17.990
337	2.003	5.963	50	13	37	25	7	19	5.283	3.485	2.662	1.593	1.950	14.973
337	2.002	3.988	47	14	39	22	7	18	1.847	4.875	958	1.297	1.897	10.874
337	2.001	5.488	61	10	29	37	6	18	3.044	4.719	1.116	855	1.683	11.417
337	2.000	5.478	62	9	29	38	6	18	3.585	4.042	993	1.169	1.391	11.180
337	1.999	5.352	58	14	28	34	8	16	3.631	4.001	931	935	873	10.371
337	1.998	6.247	57	7	36	32	4	21	4.147	5.548	1.642	1.828	2.261	15.426
337	1.997	5.676	67	6	27	45	4	18	3.407	4.222	1.001	966	934	10.530
337	1.996	5.744	65	7	28	42	5	18	3.532	5.050	1.206	797	931	11.516
337	1.995	5.668	65	7	28	42	5	18	380	794	156	136	121	1.587
337	1.994	5.535	65	7	28	42	5	18	2.571	5.369	1.055	920	821	10.736
337	1.993	4.909	64	10	26	41	6	17	2.092	5.336	774	423	264	8.889
337	1.992	5.211	62	10	28	38	6	17	3.299	4.542	930	1.008	433	10.212
337	1.991	4.192	67	12	21	45	8	14	1.963	3.480	358	419	89	6.309
337	1.990	3.687	65	12	23	42	8	15	1.811	3.291	431	378	68	5.979
337	1.989	3.733	70	14	16	49	10	11	1.566	1.931	346	358	54	4.255
337	1.988	3.850	69	13	18	48	9	12	255	314	57	58	9	693
337	1.987	3.468	70	11	19	49	8	13	242	299	54	55	8	658
337	1.986	3.187	71	12	17	50	9	12	199	246	44	46	7	542
337	1.985	3.135	68	13	19	46	9	13	219	270	49	50	8	596
337	1.984	3.093	68	14	18	46	10	12	205	253	46	47	7	558
337	1.983	3.048	67	15	18	45	10	12	202	249	45	46	7	549
337	1.982	3.125	65	15	20	42	10	13	230	283	51	53	8	625
337	1.981	3.133	61	16	23	37	10	14	256	327	59	61	9	712
337	1.980	2.646	65	18	17	42	12	11	166	204	37	38	6	451
337	1.979	3.424	60	19	21	36	11	13	264	326	59	60	9	718
337	1.978	3.117	68	15	17	46	10	12	195	240	43	45	7	530
337	1.977	2.759	66	17	17	44	11	11	172	213	38	39	6	468
337	1.976	2.489	64	18	18	41	12	12	165	203	37	38	6	449
337	1.975	2.411	60	17	23	36	10	14	204	252	45	47	7	555
337	1.974	2.158	59	20	21	35	12	12	167	205	37	38	6	453
337	1.973	2.868	64	17	19	41	11	12	200	247	45	46	7	545
337	1.972	1.974	57	18	25	32	10	14	182	224	40	42	6	494
337	1.971	1.971	59	16	25	35	9	15	181	224	40	41	6	492
337	1.969	1.832	57	15	28	32	9	16	189	233	42	43	7	514
337	1.968	1.644	57	18	25	32	10	14	151	186	34	35	5	411

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.4.14. Estación 1125

En la Tabla 23, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 22, se aprecia la serie histórica de datos que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo. De acuerdo con los resultados obtenidos, los modelos matemáticos que más se ajustan a la serie de datos corresponden en este caso a las regresiones potencial y exponencial ( $R^2 = 0,5271$ ).

**Figura 22.** Serie histórica de tránsito. Estación 1125.



**Tabla 23.** Serie histórica de tránsito. Estación 1125 (Marsella – El Trébol).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
1125	2.006	506	66	17	17	44	11	11	436	166	0	0	0	602
1125	2.005	247	84	5	11	71	4	9	164	12	9	0	0	185
1125	2.004	240	81	7	12	66	6	10	132	66	2	0	0	200
1125	2.003	208	84	5	11	71	4	9	79	104	3	0	0	186
1125	2.002	406	65	11	24	42	7	16	329	285	61	9	1	685
1125	2.001	286	90	0	10	81	0	9	74	104	0	0	19	197
1125	2.000	214	86	0	14	74	0	12	77	114	3	3	1	198
1125	1.999	300	82	2	16	67	2	13	118	209	3	0	1	331
1125	1.998	195	70	0	30	49	0	21	273	129	0	0	0	402
1125	1.997	179	86	1	13	74	1	11	65	99	7	1	0	172
1125	1.996	219	75	0	25	56	0	19	251	113	9	0	0	373
1125	1.995	288	84	1	15	71	1	13						0
1125	1.994	138	76	2	22	58	2	17	182	23	1	0	0	206
1125	1.993	145	72	3	25	52	2	18	230	18	0	0	0	248
1125	1.992	149	75	6	19	56	5	14	159	37	4	0	0	200
1125	1.991	155	72	6	22	52	4	16	30	216	0	0	0	246
1125	1.990								264	468	48	56	12	848

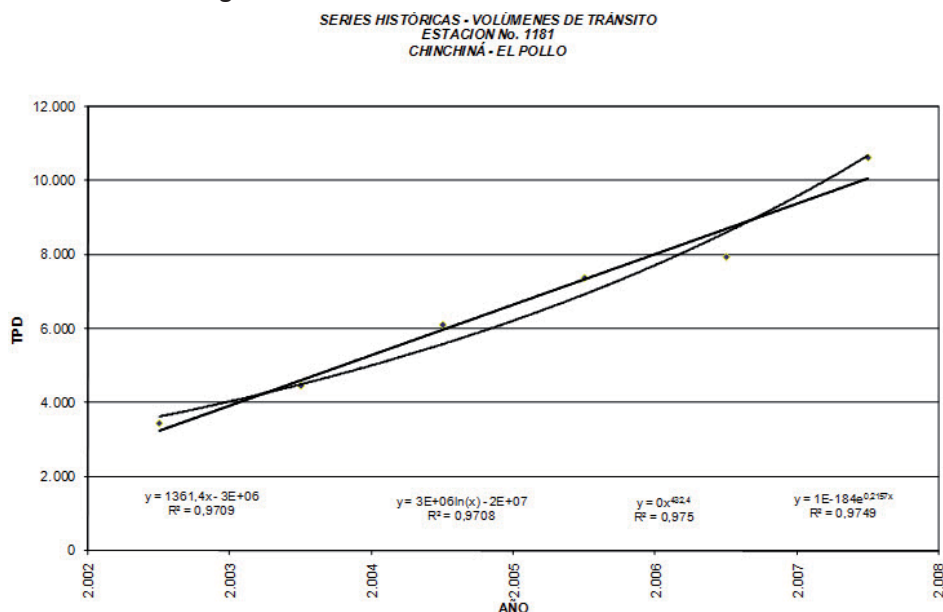
Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].



#### 4.4.15. Estación 1181

En la Tabla 24, se observan los datos históricos de volúmenes vehiculares en dicha estación. En la Figura 23, se aprecia la serie histórica que permite establecer que el corredor vial ha presentado un incremento progresivo en el volumen vehicular a lo largo del tiempo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos corresponde en este caso a la regresión potencial ( $R^2 = 0,975$ ). Es de aclarar que de acuerdo con la documentación de los volúmenes del tránsito del INVIAS, este corredor solamente cuenta con información entre los años 2002 a 2007.

**Figura 23.** Serie histórica de tránsito. Estación 1181.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24.** Serie histórica de tránsito. Estación 1181 (Chinchiná – El Pollo).

Estac. No.	AÑO	TPDs	a%	b%	c%	a	b	c	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	> C-5	TOT CAMIONES
1181	2.007	10.633	51	6	43	26	3	22	8.131	7.786	4.400	3.515	8.030	31.862
1181	2.006	7.949	60	6	34	36	4	20	5.778	6.045	1.878	2.134	3.120	18.955
1181	2.005	7.383	59	5	36	35	3	21	4.799	7.382	2.093	1.967	2.621	18.862
1181	2.004	6.113	60	6	34	36	4	20	2.596	6.187	1.270	1.777	2.512	14.342
1181	2.003	4.463	62	5	33	38	3	20	1.678	5.023	831	1.269	1.693	10.494
1181	2.002	3.449	70	3	27	49	2	19	957	3.333	596	692	1.010	6.588

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS [7] y Software TRÁNSITO [11].

#### 4.5. OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO

En términos generales se establece que los corredores viales que manejan tránsitos menores presentan altas dispersiones en los datos. De la información obtenida se puede establecer que los corredores viales Chinchiná – Palestina (719) y Tres Puertas – Quiebra de Vélez (440) presentan líneas de tendencia descendentes en el comportamiento histórico del tránsito. En el caso de la estación 719 se puede establecer como una posible causa de la disminución de volumen vehicular, el deterioro progresivo de las condiciones de la vía.

Por su parte, la vía El Lago - El Trébol (697), ha venido presentando un comportamiento estable en el volumen vehicular a lo largo de los años. Las vías restantes presentan incrementos en el comportamiento de las series que pueden ser asociados de una manera aceptable con el modelo de regresión lineal.

Es importante tener en cuenta que algunas de las sumatorias de los porcentajes de la composición vehicular del TPDS (%A, %B, %C) consignadas en las cartillas de Volúmenes de tránsito [8]del Instituto Nacional de Vías INVIAS no corresponden al 100%. Estos casos son los siguientes:

ESTACIÓN No.	SECTOR	AÑO	%
0338	Chinchiná – Manizales	2007	101
0441	Manizales – Quiebra de Vélez	1988	70
1130	Chinchiná – La Manuela	2007	101
1130	Chinchiná – La Manuela	2002	49

No obstante, es de aclarar que estas inconsistencias se encuentran consignadas en los documentos fuente y por lo tanto, no fueron modificadas por los profesionales encargados del procesamiento de la información del presente proyecto.

# 5. VOLÚMENES VEHICULARES

Dentro de los estudios para el desarrollo del ordenamiento territorial y estudios técnicos para el sistema vial de la región centro sur del departamento de caldas, la información obtenida a través de los estudios de volúmenes de tránsito son esenciales para el procesamiento de los demás estudios de tránsito como origen y destino, estudio en cordones y el de vehículo flotante. También son de gran importancia para otros componentes como el de pavimento y de modelación, entre otros.

La determinación de los volúmenes vehiculares forma parte de la información básica para el estudio y análisis de las condiciones del tránsito en corredores viales. Por esta razón su cuantificación constituye una de las principales medidas en cualquier estudio de tránsito y transporte; de ahí que este documento presenta las actividades de recolección de información en campo en la zona de influencia, análisis de las horas pico y horas valle representativas para cada estación aforada, con las cuales se pretende conocer de forma real la movilidad de la zona.

Para la toma de información se dispuso de 13 estaciones dentro de la zona de estudio correspondiente al centro – occidente del departamento de Caldas, haciendo énfasis en sus inmediaciones y las principales conexiones de dicha zona con los demás municipios del Departamento de Caldas y Risaralda.

## 5.1. METODOLOGÍA APLICADA

En la planeación y operación de la circulación vehicular, es necesario conocer las magnitudes y las variaciones periódicas de los volúmenes de

tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas de día y en los días de la semana.

Para el presente estudio se tomó un periodo de 5 días, periodo durante el cual se determinaron las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución direccional y su composición vehicular, registrando en formatos adecuados, el número de vehículos que pasaron cada 5 minutos, esto en forma continua, es decir las 24 horas del día.

## 5.2. CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Durante el aforo, los vehículos que conforman la corriente de tránsito fueron clasificados en autos, buses y camiones, discriminados según las siglas que se presentan en la Tabla 25, adicionalmente se registraron las motos como una categoría adicional a los datos de la serie de tránsito.

**Tabla 25.** Codificación utilizada para la clasificación de los vehículos.

TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN
Moto	M
Automóvil	A
Bus	B
Camiones pequeños de 2 ejes	C2P
Camiones grandes de 2 ejes	C2G
Camiones de 3 y 4 ejes	(C3 - C4)
Camiones de 5 ejes	C5
Camiones de 6 o más ejes	C6

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Una vez culminada la etapa de toma de información en campo, esta fue registrada en la base de datos mediante el grupo de digitación bajo la supervisión del personal a cargo. Con la información así obtenida, se realizó el análisis del flujo de tránsito para las estaciones aforadas. A continuación se presentan los análisis de los volúmenes de tránsito registrados en cada estación, de acuerdo con los datos obtenidos en campo de forma continua, en el periodo comprendido entre el 30 de marzo y el 4 de abril del año 2009.

Los volúmenes vehiculares registrados mediante los formatos de campo en periodos de cinco minutos, en cada una de las 13 estaciones, durante los días del aforo, se procesaron y en la Tabla 26, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los aforos, calculando el volumen de vehículos mixtos sin considerar las motos, como es la práctica usual.

**Tabla 26.** Resumen de resultados de las 13 estaciones para cada día de aforo sin considerar motos en el total de volúmenes vehiculares mixtos.

Destino	Fecha	Periodo		Motos	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
<b>SAN PEREGRINO</b>													
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	99	143	30	25	14	5	0	6	11	234
	31/03/2009	00:00	24:00:00	891	1051	212	137	87	35	14	28	63	1.627
	01/04/2009	00:00	24:00:00	946	1152	220	138	128	45	15	33	47	1.778
	02/04/2009	00:00	24:00:00	1197	1314	238	163	100	40	17	30	72	1.974
	03/04/2009	00:00	24:00:00	1129	1406	273	160	115	38	20	29	81	2.122
	04/04/2009	00:00	19:00	1237	1440	283	70	61	10	13	14	46	1.937
<b>MEDELLIN</b>													
MEDELLIN	30/03/2009	19:00	24:00:00	160	102	30	11	15	8	0	4	9	179
	31/03/2009	00:00	24:00:00	1096	1087	330	148	113	43	10	36	57	1.824
	01/04/2009	00:00	24:00:00	1185	1210	330	99	145	38	7	50	51	1.930
	02/04/2009	00:00	24:00:00	1005	1161	318	107	127	37	16	36	72	1.874
	03/04/2009	00:00	24:00:00	1367	1515	397	90	184	35	27	47	70	2.365
	04/04/2009	00:00	19:00	1212	1785	374	38	45	11	7	10	33	2.303
<b>LA CABANA</b>													
LA CABANA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31/03/2009	00:00	24:00:00	52	143	1	5	19	0	0	0	0	168
	01/04/2009	00:00	24:00:00	67	236	4	4	16	0	0	0	0	260
	02/04/2009	00:00	24:00:00	63	185	4	1	26	0	0	0	0	216
	03/04/2009	00:00	24:00:00	63	247	2	2	22	0	0	0	0	273
	04/04/2009	00:00	19:00	75	309	7	2	25	7	0	0	0	350
<b>TRES PUERTAS</b>													
TRES PUERTAS	30/03/2009	19:00	24:00:00	6	18	0	2	0	0	0	0	0	20
	31/03/2009	00:00	24:00:00	95	185	2	17	19	0	0	0	0	223
	01/04/2009	00:00	24:00:00	74	191	3	4	35	2	0	0	0	235
	02/04/2009	00:00	24:00:00	101	217	3	10	16	6	0	0	0	252
	03/04/2009	00:00	24:00:00	60	262	6	6	28	0	0	0	0	302
	04/04/2009	00:00	19:00	49	318	3	3	19	0	0	0	0	343

Los estudios de tránsito en el ordenamiento territorial

TRES PUERTAS - KM 41													
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	17	63	15	44	54	10	9	23	55	273
	31/03/2009	00:00	24:00:00	151	506	103	206	298	71	29	78	130	1.421
	01/04/2009	00:00	24:00:00	203	557	102	194	330	66	27	84	203	1.563
	02/04/2009	00:00	24:00:00	272	574	97	211	280	57	31	68	188	1.506
	03/04/2009	00:00	24:00:00	261	844	116	225	235	68	28	69	217	1.802
	04/04/2009	00:00	19:00	295	1161	154	192	186	47	21	62	181	2.004
MEDELLIN	30/03/2009	19:00	24:00:00	8	40	9	81	79	15	6	7	35	272
	31/03/2009	00:00	24:00:00	214	553	110	237	235	56	53	71	143	1.458
	01/04/2009	00:00	24:00:00	173	515	118	204	311	62	38	79	169	1.496
	02/04/2009	00:00	24:00:00	219	591	112	262	261	87	36	76	196	1.621
	03/04/2009	00:00	24:00:00	256	1037	125	266	215	60	47	92	196	2.038
	04/04/2009	00:00	19:00	336	1314	143	106	105	47	15	33	73	1.836
ALTO EL PAISA													
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	53	29	1	5	4	0	0	0	0	39
	31/03/2009	00:00	24:00:00	447	247	16	92	28	1	0	1	1	386
	01/04/2009	00:00	24:00:00	451	461	17	56	21	1	0	1	2	559
	02/04/2009	00:00	24:00:00	454	518	22	66	18	0	0	1	2	627
	03/04/2009	00:00	24:00:00	550	564	28	72	11	0	0	1	0	676
	04/04/2009	00:00	19:00	511	649	30	34	0	0	0	1	1	715
ARAUCA	30/03/2009	19:00	24:00:00	19	18	0	2	1	0	0	0	0	21
	31/03/2009	00:00	24:00:00	341	147	16	77	21	0	0	2	0	263
	01/04/2009	00:00	24:00:00	423	425	19	56	28	2	0	0	3	533
	02/04/2009	00:00	24:00:00	426	471	24	55	26	2	0	1	0	579
	03/04/2009	00:00	24:00:00	527	546	25	62	12	0	0	1	0	646
	04/04/2009	00:00	19:00	527	677	35	37	8	0	0	0	2	759
CHINCHINA (TARAPACA I)													
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	53	55	28	52	20	4	1	1	1	162
	31/03/2009	00:00	24:00:00	564	525	178	236	239	4	2	7	9	1.200
	01/04/2009	00:00	24:00:00	560	514	179	137	262	10	1	2	8	1.113
	02/04/2009	00:00	24:00:00	582	579	206	179	309	3	4	10	10	1.300
	03/04/2009	00:00	24:00:00	593	654	238	222	219	10	4	9	8	1.364
	04/04/2009	00:00	19:00	561	558	189	109	175	6	1	6	11	1.055
SANTA ROSA	30/03/2009	19:00	24:00:00	38	52	17	37	30	3	1	8	7	155
	31/03/2009	00:00	24:00:00	555	609	194	221	182	5	7	23	45	1.286
	01/04/2009	00:00	24:00:00	568	525	182	169	261	8	2	34	59	1.240
	02/04/2009	00:00	24:00:00	591	597	177	145	291	13	21	11	32	1.287
	03/04/2009	00:00	24:00:00	533	596	206	129	333	3	3	13	37	1.320
	04/04/2009	00:00	19:00	553	625	222	66	263	2	2	1	23	1.204
CHINCHINA (TARAPACA II)													
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	90	22	37	55	10	4	10	23	251
	31/03/2009	00:00	24:00:00	302	1105	157	176	215	53	45	82	170	2.003
	01/04/2009	00:00	24:00:00	320	1159	161	199	207	52	37	63	166	2.044
	02/04/2009	00:00	24:00:00	358	1298	170	226	222	56	40	##	158	2.277
	03/04/2009	00:00	24:00:00	529	1747	177	223	179	62	37	70	269	2.764
	04/04/2009	00:00	19:00	633	1724	188	105	70	27	11	17	110	2.252
SANTA ROSA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	51	6	16	20	2	3	10	23	131
	31/03/2009	00:00	24:00:00	282	1024	167	117	196	27	31	51	103	1.716
	01/04/2009	00:00	24:00:00	329	1101	160	118	233	22	31	72	41	1.778
	02/04/2009	00:00	24:00:00	359	1121	172	109	274	38	29	83	186	2.012
	03/04/2009	00:00	24:00:00	472	1642	188	111	246	44	46	67	222	2.566
	04/04/2009	00:00	19:00	527	1630	177	80	165	17	21	55	136	2.281

5 - VOLÚMENES VEHICULARES

MARSELLA												
PALESTINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	14	11	0	6	0	0	0	0	17
	31/03/2009	00:00	24:00:00	192	280	25	41	3	0	0	0	349
	01/04/2009	00:00	24:00:00	193	276	30	33	3	0	0	0	343
	02/04/2009	00:00	24:00:00	185	285	36	22	32	0	0	0	375
	03/04/2009	00:00	24:00:00	166	324	39	29	26	0	1	0	419
04/04/2009	00:00	19:00	253	405	30	7	16	0	0	0	459	
MARSELLA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31/03/2009	00:00	24:00:00	181	290	14	45	14	0	0	0	363
	01/04/2009	00:00	24:00:00	196	307	17	34	0	0	0	0	358
	02/04/2009	00:00	24:00:00	157	283	29	22	32	0	0	0	366
	03/04/2009	00:00	24:00:00	164	330	28	27	31	0	0	0	417
	04/04/2009	00:00	19:00	235	436	26	12	20	0	0	0	494
LA SIRIA												
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	16	199	51	24	12	0	0	0	286
	31/03/2009	00:00	24:00:00	221	1475	273	267	205	2	0	0	2.222
	01/04/2009	00:00	24:00:00	246	1656	265	254	224	0	0	0	2.399
	02/04/2009	00:00	24:00:00	250	1690	263	260	268	0	0	0	2.481
	03/04/2009	00:00	24:00:00	262	1881	282	219	223	0	0	0	2.605
04/04/2009	00:00	19:00	245	1443	209	156	122	0	0	1	1.931	
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	23	198	23	40	13	0	0	0	274
	31/03/2009	00:00	24:00:00	230	1634	206	343	369	0	0	1	2.553
	01/04/2009	00:00	24:00:00	239	1986	217	163	440	0	0	0	2.807
	02/04/2009	00:00	24:00:00	218	1957	192	141	430	0	0	0	2.720
	03/04/2009	00:00	24:00:00	197	2200	248	170	521	0	0	0	3.139
	04/04/2009	00:00	19:00	209	2102	286	284	95	0	0	1	2.769
LA TRINIDAD - CHINCHINA (PEAJE LAS PAVAS)												
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	83	79	21	0	6	2	0	2	3
	31/03/2009	00:00	24:00:00	818	544	112	32	32	13	6	23	30
	01/04/2009	00:00	24:00:00	825	556	95	34	25	19	6	18	33
	02/04/2009	00:00	24:00:00	893	583	107	45	30	22	8	21	38
	03/04/2009	00:00	24:00:00	846	707	132	51	43	24	11	23	53
04/04/2009	00:00	19:00	700	615	101	21	8	5	2	8	23	
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	145	47	32	4	6	2	0	3	10
	31/03/2009	00:00	24:00:00	882	511	202	51	21	17	14	20	45
	01/04/2009	00:00	24:00:00	939	508	201	30	22	19	7	33	38
	02/04/2009	00:00	24:00:00	992	564	203	29	32	21	15	17	65
	03/04/2009	00:00	24:00:00	919	636	224	45	34	24	36	39	61
	04/04/2009	00:00	19:00	984	691	193	20	16	8	10	10	19
LA MANUELA - LA TRINIDAD (PEAJE SBV)												
LA TRINIDAD	30/03/2009	19:00	24:00:00	14	53	8	10	13	1	0	0	6
	31/03/2009	00:00	24:00:00	254	534	49	73	96	28	4	12	34
	01/04/2009	00:00	24:00:00	308	639	67	83	117	27	6	10	21
	02/04/2009	00:00	24:00:00	310	607	55	114	63	21	10	17	23
	03/04/2009	00:00	24:00:00	330	701	66	103	74	16	7	8	25
	04/04/2009	00:00	19:00	331	807	79	58	42	4	5	9	23
LA MANUELA	30/03/2009	19:00	24:00:00	20	30	2	7	9	5	0	0	4
	31/03/2009	00:00	24:00:00	290	599	55	112	59	24	5	13	13
	01/04/2009	00:00	24:00:00	339	646	67	85	99	19	6	8	18
	02/04/2009	00:00	24:00:00	311	650	78	91	90	21	5	8	17
	03/04/2009	00:00	24:00:00	369	906	75	87	70	22	4	4	15
	04/04/2009	00:00	19:00	445	1373	93	60	21	8	1	3	2

CHINCHINA - LA MANUELA (PEAJE SANTAGUEDA)													
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	19	37	9	14	67	5	12	14	47	205
	31/03/2009	00:00	24:00:00	198	279	72	91	271	28	21	53	94	909
	01/04/2009	00:00	24:00:00	196	286	80	172	231	32	32	74	188	1.095
	02/04/2009	00:00	24:00:00	328	335	68	193	187	47	22	70	154	1.076
	03/04/2009	00:00	24:00:00	241	447	90	163	191	37	24	68	198	1.218
	04/04/2009	00:00	19:00	266	705	121	143	142	32	21	52	153	1.369
LA MANUELA	30/03/2009	19:00	24:00:00	8	22	9	4	133	15	8	4	33	228
	31/03/2009	00:00	24:00:00	195	254	73	122	297	33	52	67	160	1.058
	01/04/2009	00:00	24:00:00	205	307	79	200	203	41	38	67	143	1.078
	02/04/2009	00:00	24:00:00	236	336	79	198	204	47	25	58	177	1.124
	03/04/2009	00:00	24:00:00	254	606	95	199	172	41	39	78	188	1.418
	04/04/2009	00:00	19:00	316	818	108	90	66	26	10	28	71	1.217
PALESTINA													
CARTAGENA	30/03/2009	19:00	24:00:00	1	4	0	4	0	0	0	0	0	8
	31/03/2009	00:00	24:00:00	82	45	0	11	0	1	0	0	0	57
	01/04/2009	00:00	24:00:00	74	39	2	9	0	0	0	0	0	50
	02/04/2009	00:00	24:00:00	83	31	0	6	1	0	0	0	0	38
	03/04/2009	00:00	24:00:00	92	57	0	11	1	0	0	0	0	69
	04/04/2009	00:00	19:00	98	78	2	4	0	0	0	0	0	84
PALESTINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31/03/2009	00:00	24:00:00	55	36	0	5	0	1	0	0	0	42
	01/04/2009	00:00	24:00:00	76	39	0	5	0	1	0	0	0	45
	02/04/2009	00:00	24:00:00	82	52	0	1	1	0	0	0	0	54
	03/04/2009	00:00	24:00:00	79	51	0	8	0	1	0	0	0	60
	04/04/2009	00:00	19:00	108	76	1	2	0	0	0	0	0	79
CARTAGENA													
CARTAGENA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	31/03/2009	00:00	24:00:00	180	274	7	11	26	0	0	0	0	318
	01/04/2009	00:00	24:00:00	166	246	0	7	25	0	0	0	0	278
	02/04/2009	00:00	24:00:00	211	256	2	5	35	0	0	0	0	298
	03/04/2009	00:00	24:00:00	200	292	1	7	26	0	0	0	0	326
	04/04/2009	00:00	19:00	259	447	9	3	20	0	0	0	0	479
PALESTINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	11	0	1	0	0	0	0	0	12
	31/03/2009	00:00	24:00:00	235	261	6	8	28	0	0	0	0	303
	01/04/2009	00:00	24:00:00	197	248	0	6	19	0	0	0	0	273
	02/04/2009	00:00	24:00:00	216	237	0	4	31	0	0	0	0	272
	03/04/2009	00:00	24:00:00	208	292	1	7	14	0	0	0	0	314
	04/04/2009	00:00	19:00	277	416	6	3	11	0	0	0	0	436

Fuente: Elaboración propia.

## 5.4. VOLUMEN DEL TRÁNSITO EN VEHÍCULOS EQUIVALENTES

Con el fin de obtener un dato comparativo que permita incluir las motos y las demás categorías, se utilizan los automóviles directos equivalentes (ADEs), donde a partir de unos factores de conversión, cada tipo de vehículo se convierte a su equivalencia en autos, donde mientras más grande sea el vehículo mayor será el factor de conversión, los factores de equivalencia se presentan a continuación en la Tabla 27.



**Tabla 27.** Factores de conversión para ADEs.

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA
Motos	0,33
Autos	1,00
Buses	2,00
C2P	1,80
C2G	2,00
C3	2,20
C4	2,40
C5	2,60
C6	3,00

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los volúmenes vehiculares y los factores de equivalencia para cada tipo de vehículo se obtienen los resultados que se presentan en la Tabla 28.

**Tabla 28.** Resumen de volúmenes vehiculares en ADEs por estación.

Destino	Fecha	Periodo	Motos	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total	
<b>SAN PEREGRINO</b>													
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	33	143	60	45	28	11	0	16	33	368
	31/03/2009	00:00	24:00:00	294	1051	424	247	174	77	34	73	189	2562
	01/04/2009	00:00	24:00:00	312	1152	440	248	256	99	36	86	141	2770
	02/04/2009	00:00	24:00:00	395	1314	476	293	200	88	41	78	216	3101
	03/04/2009	00:00	24:00:00	373	1406	546	288	230	84	48	75	243	3293
04/04/2009	00:00	19:00	408	1440	566	126	122	22	31	36	138	2890	
MEDELLIN	30/03/2009	19:00	24:00:00	53	102	60	20	30	18	0	10	27	320
	31/03/2009	00:00	24:00:00	362	1087	660	266	226	95	24	94	171	2984
	01/04/2009	00:00	24:00:00	391	1210	660	178	290	84	17	130	153	3113
	02/04/2009	00:00	24:00:00	332	1161	636	193	254	81	38	94	216	3005
	03/04/2009	00:00	24:00:00	451	1515	794	162	368	77	65	122	210	3764
04/04/2009	00:00	19:00	400	1785	748	68	90	24	17	26	99	3257	
<b>LA CABANA</b>													
LA CABANA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31/03/2009	00:00	24:00:00	17	143	2	9	38	0	0	0	0	209
	01/04/2009	00:00	24:00:00	22	236	8	7	32	0	0	0	0	305
	02/04/2009	00:00	24:00:00	21	185	8	2	52	0	0	0	0	268
	03/04/2009	00:00	24:00:00	21	247	4	4	44	0	0	0	0	319
04/04/2009	00:00	19:00	25	309	14	4	50	15	0	0	0	417	

Los estudios de tránsito en el ordenamiento territorial

TRES PUERTAS	30/03/2009	19:00	24:00:00	2	18	0	4	0	0	0	0	0	24
	31/03/2009	00:00	24:00:00	31	185	4	31	38	0	0	0	0	289
	01/04/2009	00:00	24:00:00	24	191	6	7	70	4	0	0	0	303
	02/04/2009	00:00	24:00:00	33	217	6	18	32	13	0	0	0	320
	03/04/2009	00:00	24:00:00	20	262	12	11	56	0	0	0	0	361
	04/04/2009	00:00	19:00	16	318	6	5	38	0	0	0	0	384
<b>TRES PUERTAS - KM 41</b>													
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	6	63	30	79	108	22	22	60	165	554
	31/03/2009	00:00	24:00:00	50	506	206	371	596	156	70	203	390	2547
	01/04/2009	00:00	24:00:00	67	557	204	349	660	145	65	218	609	2875
	02/04/2009	00:00	24:00:00	90	574	194	380	560	125	74	177	564	2738
	03/04/2009	00:00	24:00:00	86	844	232	405	470	150	67	179	651	3084
	04/04/2009	00:00	19:00	97	1161	308	346	372	103	50	161	543	3142
MEDELLIN	30/03/2009	19:00	24:00:00	3	40	18	146	158	33	14	18	105	535
	31/03/2009	00:00	24:00:00	71	553	220	427	470	123	127	185	429	2604
	01/04/2009	00:00	24:00:00	57	515	236	367	622	136	91	205	507	2737
	02/04/2009	00:00	24:00:00	72	591	224	472	522	191	86	198	588	2944
	03/04/2009	00:00	24:00:00	84	1037	250	479	430	132	113	239	588	3352
	04/04/2009	00:00	19:00	111	1314	286	191	210	103	36	86	219	2556
<b>ALTO EL PAISA</b>													
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	17	29	2	9	8	0	0	0	0	65
	31/03/2009	00:00	24:00:00	148	247	32	166	56	2	0	3	3	656
	01/04/2009	00:00	24:00:00	149	461	34	101	42	2	0	3	6	797
	02/04/2009	00:00	24:00:00	150	518	44	119	36	0	0	3	6	875
	03/04/2009	00:00	24:00:00	182	564	56	130	22	0	0	3	0	956
	04/04/2009	00:00	19:00	169	649	60	61	0	0	0	3	3	944
ARAUCA	30/03/2009	19:00	24:00:00	6	18	0	4	2	0	0	0	0	30
	31/03/2009	00:00	24:00:00	113	147	32	139	42	0	0	5	0	477
	01/04/2009	00:00	24:00:00	140	425	38	101	56	4	0	0	9	773
	02/04/2009	00:00	24:00:00	141	471	48	99	52	4	0	3	0	818
	03/04/2009	00:00	24:00:00	174	546	50	112	24	0	0	3	0	908
	04/04/2009	00:00	19:00	174	677	70	67	16	0	0	0	6	1010
<b>CHINCHINA (TARAPACA I)</b>													
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	17	55	56	94	40	9	2	3	3	279
	31/03/2009	00:00	24:00:00	186	525	356	425	478	9	5	18	27	2029
	01/04/2009	00:00	24:00:00	185	514	358	247	524	22	2	5	24	1881
	02/04/2009	00:00	24:00:00	192	579	412	322	618	7	10	26	30	2195
	03/04/2009	00:00	24:00:00	196	654	476	400	438	22	10	23	24	2242
	04/04/2009	00:00	19:00	185	558	378	196	350	13	2	16	33	1732
SANTA ROSA	30/03/2009	19:00	24:00:00	13	52	34	67	60	7	2	21	21	276
	31/03/2009	00:00	24:00:00	183	609	388	398	364	11	17	60	135	2165
	01/04/2009	00:00	24:00:00	187	525	364	304	522	18	5	88	177	2190
	02/04/2009	00:00	24:00:00	195	597	354	261	582	29	50	29	96	2193
	03/04/2009	00:00	24:00:00	176	596	412	232	666	7	7	34	111	2241
	04/04/2009	00:00	19:00	182	625	444	119	526	4	5	3	69	1977
<b>CHINCHINA (TARAPACA II)</b>													
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	90	44	67	110	22	10	26	69	437
	31/03/2009	00:00	24:00:00	100	1105	314	317	430	117	108	213	510	3213
	01/04/2009	00:00	24:00:00	106	1159	322	358	414	114	89	164	498	3224
	02/04/2009	00:00	24:00:00	118	1298	340	407	444	123	96	278	474	3578
	03/04/2009	00:00	24:00:00	175	1747	354	401	358	136	89	182	807	4249
	04/04/2009	00:00	19:00	209	1724	376	189	140	59	26	44	330	3098
SANTA ROSA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	51	12	29	40	4	7	26	69	238
	31/03/2009	00:00	24:00:00	93	1024	334	211	392	59	74	133	309	2629
	01/04/2009	00:00	24:00:00	109	1101	320	212	466	48	74	187	123	2641
	02/04/2009	00:00	24:00:00	118	1121	344	196	548	84	70	216	558	3255
	03/04/2009	00:00	24:00:00	156	1642	376	200	492	97	110	174	666	3913
	04/04/2009	00:00	19:00	174	1630	354	144	330	37	50	143	408	3271

5 - VOLÚMENES VEHICULARES

MARSELLA												
PALESTINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	5	11	0	11	0	0	0	0	26
	31/03/2009	00:00	24:00:00	63	280	50	74	6	0	0	0	473
	01/04/2009	00:00	24:00:00	64	276	60	59	6	0	0	3	468
	02/04/2009	00:00	24:00:00	61	285	72	40	64	0	0	0	522
	03/04/2009	00:00	24:00:00	55	324	78	52	52	0	2	0	563
04/04/2009	00:00	19:00	83	405	60	13	32	0	0	0	596	
MARSELLA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31/03/2009	00:00	24:00:00	60	290	28	81	28	0	0	0	487
	01/04/2009	00:00	24:00:00	65	307	34	61	0	0	0	0	467
	02/04/2009	00:00	24:00:00	52	283	58	40	64	0	0	0	496
	03/04/2009	00:00	24:00:00	54	330	56	49	62	0	0	3	554
04/04/2009	00:00	19:00	78	436	52	22	40	0	0	0	627	
LA SIRIA												
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	5	199	102	43	24	0	0	0	373
	31/03/2009	00:00	24:00:00	73	1475	546	481	410	4	0	0	2989
	01/04/2009	00:00	24:00:00	81	1656	530	457	448	0	0	0	3172
	02/04/2009	00:00	24:00:00	83	1690	526	468	536	0	0	0	3303
	03/04/2009	00:00	24:00:00	86	1881	564	394	446	0	0	0	3372
04/04/2009	00:00	19:00	81	1443	418	281	244	0	0	3	2469	
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	8	198	46	72	26	0	0	0	350
	31/03/2009	00:00	24:00:00	76	1634	412	617	738	0	3	0	3480
	01/04/2009	00:00	24:00:00	79	1986	434	293	880	0	0	3	3675
	02/04/2009	00:00	24:00:00	72	1957	384	254	860	0	0	0	3527
	03/04/2009	00:00	24:00:00	65	2200	496	306	1042	0	0	0	4109
04/04/2009	00:00	19:00	69	2102	572	511	190	0	0	3	3450	
LA TRINIDAD - CHINCHINA (PEAJE LAS PAVAS)												
MANIZALES	30/03/2009	19:00	24:00:00	27	79	42	0	12	4	0	5	179
	31/03/2009	00:00	24:00:00	270	544	224	58	64	29	14	60	1352
	01/04/2009	00:00	24:00:00	272	556	190	61	50	42	14	47	1331
	02/04/2009	00:00	24:00:00	295	583	214	81	60	48	19	55	1469
	03/04/2009	00:00	24:00:00	279	707	264	92	86	53	26	60	1576
04/04/2009	00:00	19:00	231	615	202	38	16	11	5	21	1207	
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	48	47	64	7	12	4	0	8	220
	31/03/2009	00:00	24:00:00	291	511	404	92	42	37	34	52	1598
	01/04/2009	00:00	24:00:00	310	508	402	54	44	42	17	86	1576
	02/04/2009	00:00	24:00:00	327	564	406	52	64	46	36	44	1735
	03/04/2009	00:00	24:00:00	303	636	448	81	68	53	86	101	1960
04/04/2009	00:00	19:00	325	691	386	36	32	18	24	26	1594	
LA MANUELA - LA TRINIDAD (PEAJE SBV)												
LA TRINIDAD	30/03/2009	19:00	24:00:00	5	53	16	18	26	2	0	0	138
	31/03/2009	00:00	24:00:00	84	534	98	131	192	62	10	31	1244
	01/04/2009	00:00	24:00:00	102	639	134	149	234	59	14	26	1421
	02/04/2009	00:00	24:00:00	102	607	110	205	126	46	24	44	1334
	03/04/2009	00:00	24:00:00	109	701	132	185	148	35	17	21	1423
04/04/2009	00:00	19:00	109	807	158	104	84	9	12	23	1376	
LA MANUELA	30/03/2009	19:00	24:00:00	7	30	4	13	18	11	0	12	94
	31/03/2009	00:00	24:00:00	96	599	110	202	118	53	12	34	1262
	01/04/2009	00:00	24:00:00	112	646	134	153	198	42	14	21	1374
	02/04/2009	00:00	24:00:00	103	650	156	164	180	46	12	21	1382
	03/04/2009	00:00	24:00:00	122	906	150	157	140	48	10	10	1588
04/04/2009	00:00	19:00	147	1373	186	108	42	18	2	8	1890	
CHINCHINA - LA MANUELA (PEAJE SANTAGUEDA)												
CHINCHINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	6	37	18	25	134	11	29	36	438
	31/03/2009	00:00	24:00:00	65	279	144	164	542	62	50	138	1726
	01/04/2009	00:00	24:00:00	65	286	160	310	462	70	77	192	2186
	02/04/2009	00:00	24:00:00	108	335	136	347	374	103	53	182	2101
	03/04/2009	00:00	24:00:00	80	447	180	293	382	81	58	177	2292
04/04/2009	00:00	19:00	88	705	242	257	284	70	50	135	2291	

LA MANUELA	30/03/2009	19:00	24:00:00	3	22	18	7	266	33	19	10	99	477
	31/03/2009	00:00	24:00:00	64	254	146	220	594	73	125	174	480	2130
	01/04/2009	00:00	24:00:00	68	307	158	360	406	90	91	174	429	2083
	02/04/2009	00:00	24:00:00	78	336	158	356	408	103	60	151	531	2181
	03/04/2009	00:00	24:00:00	84	606	190	358	344	90	94	203	564	2533
	04/04/2009	00:00	19:00	104	818	216	162	132	57	24	73	213	1799
<b>PALESTINA</b>													
CARTAGENA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	4	0	7	0	0	0	0	0	12
	31/03/2009	00:00	24:00:00	27	45	0	20	0	2	0	0	0	94
	01/04/2009	00:00	24:00:00	24	39	4	16	0	0	0	0	0	84
	02/04/2009	00:00	24:00:00	27	31	0	11	2	0	0	0	0	71
	03/04/2009	00:00	24:00:00	30	57	0	20	2	0	0	0	0	109
	04/04/2009	00:00	19:00	32	78	4	7	0	0	0	0	0	122
PALESTINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31/03/2009	00:00	24:00:00	18	36	0	9	0	2	0	0	0	65
	01/04/2009	00:00	24:00:00	25	39	0	9	0	2	0	0	0	75
	02/04/2009	00:00	24:00:00	27	52	0	2	2	0	0	0	0	83
	03/04/2009	00:00	24:00:00	26	51	0	14	0	2	0	0	0	94
	04/04/2009	00:00	19:00	36	76	2	4	0	0	0	0	0	117
<b>CARTAGENA</b>													
CARTAGENA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	31/03/2009	00:00	24:00:00	59	274	14	20	52	0	0	0	0	419
	01/04/2009	00:00	24:00:00	55	246	0	13	50	0	0	0	0	363
	02/04/2009	00:00	24:00:00	70	256	4	9	70	0	0	0	0	409
	03/04/2009	00:00	24:00:00	66	292	2	13	52	0	0	0	0	425
	04/04/2009	00:00	19:00	85	447	18	5	40	0	0	0	0	596
PALESTINA	30/03/2009	19:00	24:00:00	0	11	0	2	0	0	0	0	0	13
	31/03/2009	00:00	24:00:00	78	261	12	14	56	0	0	0	0	421
	01/04/2009	00:00	24:00:00	65	248	0	11	38	0	0	0	0	362
	02/04/2009	00:00	24:00:00	71	237	0	7	62	0	0	0	0	377
	03/04/2009	00:00	24:00:00	69	292	2	13	28	0	0	0	0	403
	04/04/2009	00:00	19:00	91	416	12	5	22	0	0	0	0	547

Fuente: Elaboración propia.

## 5.5. COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO

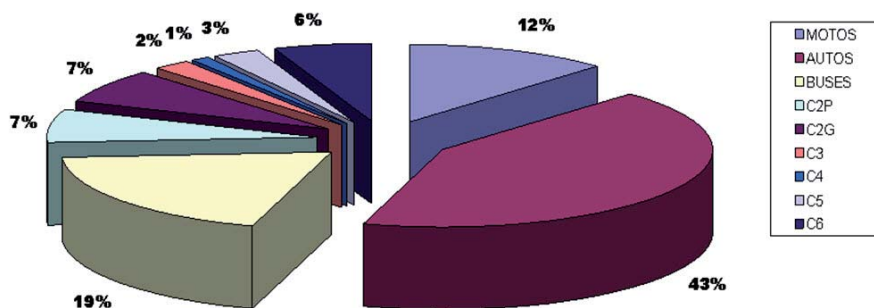
A partir de los estudios de los volúmenes de tránsito se puede determinar la composición y variación de los vehículos que circulan por cada Estación, para ello se agrupa la información por periodo de toma, se determina el promedio de circulación vehicular y a partir de ello se determina la distribución porcentual de los diferentes grupos vehiculares, para obtener indicadores de la distribución. Las siguientes figuras ilustran la composición vehicular, encontrándose en forma general un alto porcentaje de vehículos pesados.

### 5.5.1. Estación San Peregrino

Para este corredor podemos observar (ver Figura 24) que el mayor porcentaje lo presenta los vehículos particulares con un 43%, los buses

con el 19% y las motos con el 12%; el comportamiento de estos se explica por el flujo vehicular de paso entre Manizales y Chinchiná.

**Figura 24.** Composición vehicular estación San Peregrino. Autopista del Café.

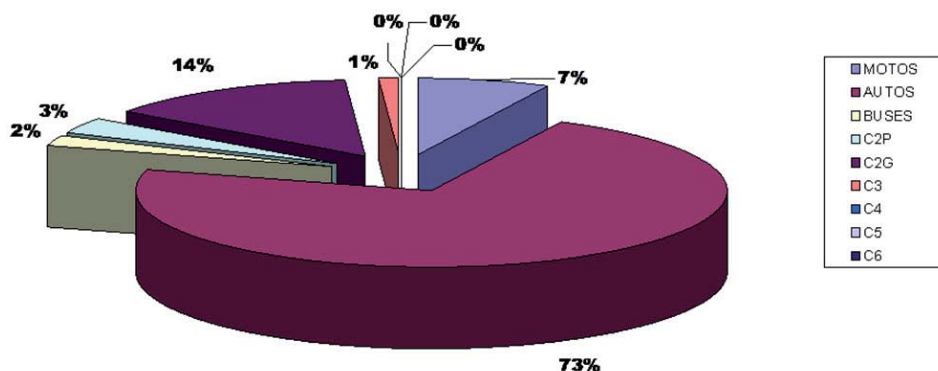


Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2. Estación Tres Puertas – La Cabaña

Este corredor presenta una composición (ver Figura 25) nula de camiones C4 – C6, por cuanto no existió el paso de este tipo de vehículos por la estación aforada, así como el tipo de camiones C3 presenta un volumen muy bajo para el respectiva composición vehicular; los vehículos particulares son los más representativos con el 73%. Este comportamiento se debe a que esta vía posee fuertes restricciones operativas propias de su diseño geométrico.

**Figura 25.** Composición vehicular estación Tres Puertas – La Cabaña.

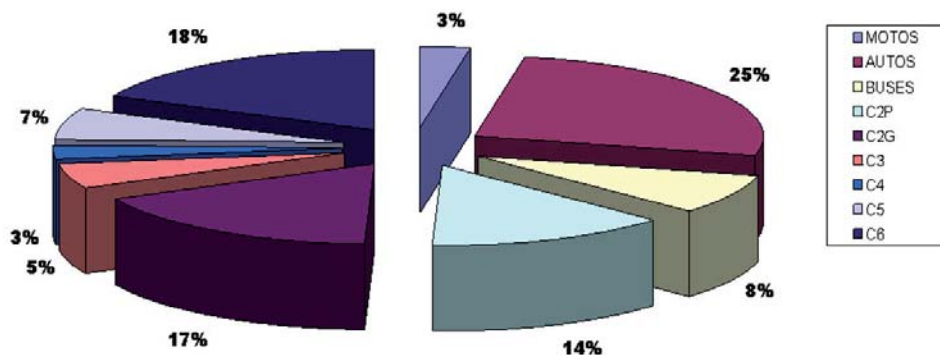


Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.3. Estación Tres Puertas – Km. 41

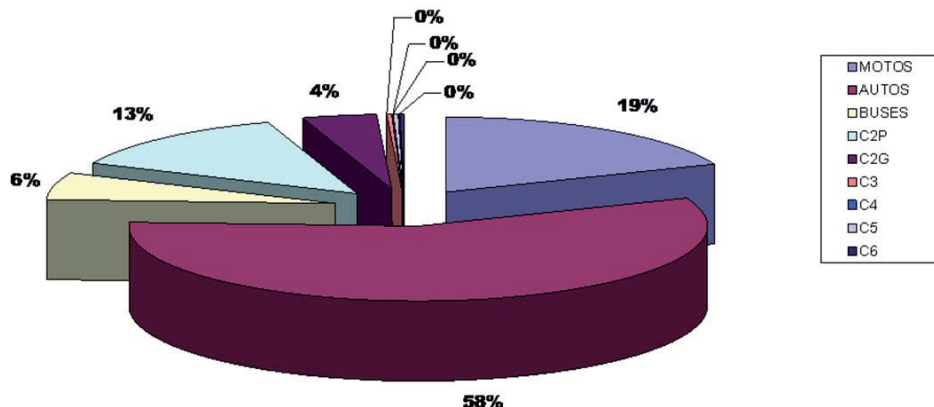
En este corredor se observa (ver Figura 26) un cambio considerable respecto a la estación anterior, en la composición del flujo vehicular de los camiones, ya que del tipo de 6 ejes o superiores (C6) se encuentra el 18%, los camiones grandes de 2 ejes (C2G) el 17%, y los camiones pequeños de 2 ejes (C2P) con el 14%; los vehículos livianos presentan una composición del 25%.

Figura 26. Composición vehicular estación Tres Puertas – Km. 41.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Composición vehicular estación Alto del Paisa (Fonda La Rochela).



Fuente: Elaboración propia.

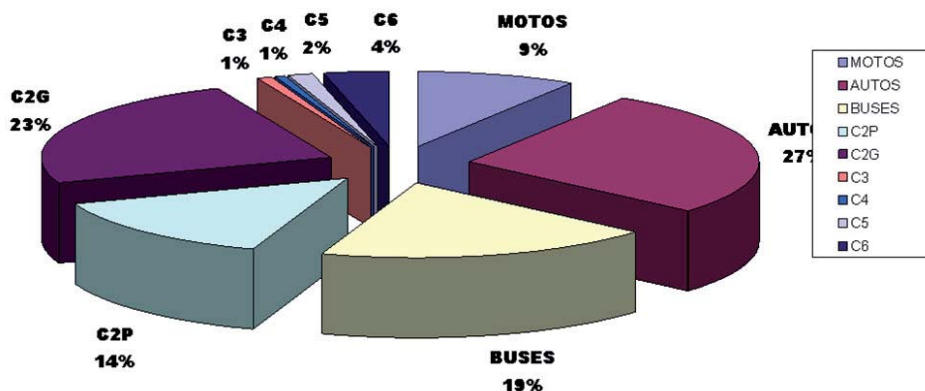
#### 5.5.4. Estación Alto El Paisa (fonda La Rochela)

Este corredor vial (ver Figura 27) presenta un alto flujo de vehículos particulares con el 58%, dicha composición, muy posiblemente se debe a que esta es una zona de actividad recreativa presentando mayor afluencia los fines de semana y días festivos; así mismo las motos con el 19% y los camiones pequeños de 2 ejes con el 13%, son representativas en esta estación.

#### 5.5.5. Estación Tarapacá 1 (Chinchiná – Santa Rosa de Cabal)

Como se puede observar (ver Figura 28) la distribución vehicular de este corredor es similar a la encontrada en la estación Tres Puertas – Km. 41, el porcentaje de vehículos particulares con el 27% es similar a dicha estación, los buses con el 19% son representativos observando que esta vía comunica los municipios de Chinchiná y Santa Rosa, los camiones grandes de 2 ejes (C2G) con el 23%, y los camiones pequeños de 2 ejes (C2P) con el 14% corresponden al mayor porcentaje de carga que se presenta dentro del corredor vial.

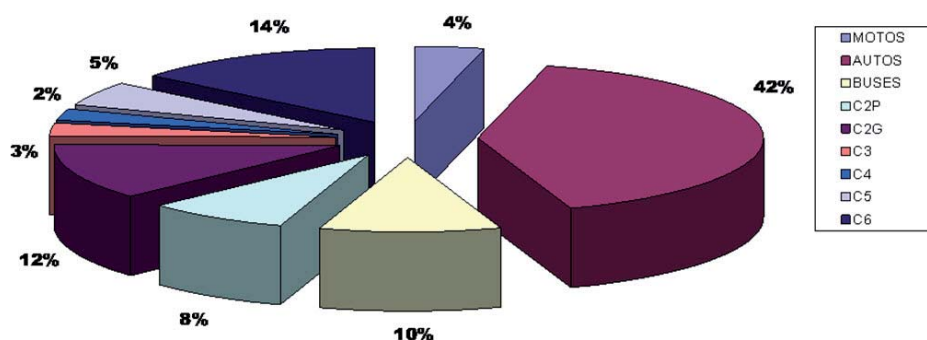
Figura 28. Composición vehicular estación Tarapacá 1 (Chinchiná – Santa Rosa).



### 5.5.6. Estación Tarapacá 2 (Chinchiná – Santa Rosa de Cabal)

El presente corredor con la estación ubicada sobre la Autopista del Café, entre los municipios de Chinchiná y Santa Rosa, en el cruce que conduce al Alto de La Paz, presenta una composición (ver Figura 29) en autos del 42% siendo el más representativo dentro del volumen tomado en campo, los camiones de 6 o más ejes (C6) presentan el 14%, así como los camiones grandes de 2 ejes (C2G) con un 12%, los cuales también son significativos para el grupo de vehículos de carga.

Figura 29. Composición vehicular estación Tarapacá 2 (Chinchiná – Santa Rosa).



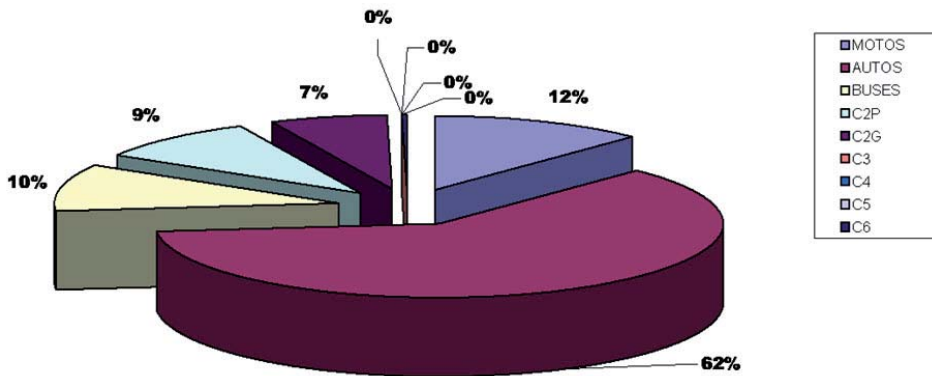
Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.7. Estación Marsella

En este sitio, los autos presentan el 62% del componente vehicular, esta estación fue ubicada sobre la vía que comunica al municipio de Marsella, departamento de Risaralda, con el municipio de Chinchiná, en la intersección que comunica también con la vereda Cartagena. Las motos con el 12%, y el componente de camiones pequeños de 2 ejes (C2P) y camiones grandes de 2 ejes (C2G) con similar porcentaje con 7% y 9% respectivamente, así como los buses que presentan el 10% de los vehículos que ingresan a la zona de estudio por esta vía corresponden a los valores más significativos (ver Figura 30).



Figura 30. Composición vehicular estación Marsella.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.8. Estación La Siria

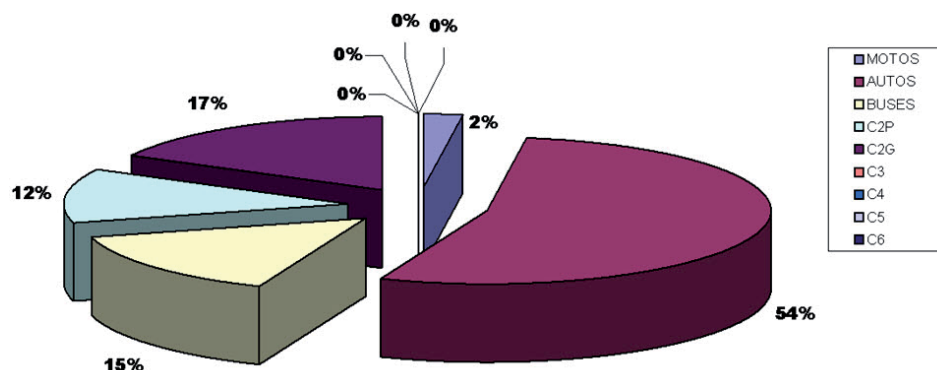
En este corredor la composición vehicular (ver Figura 31) de autos es del 54%, los buses con el 15% y los camiones grandes de 2 ejes con el 17% son considerados como los más representativos en esta vía que comunica el casco urbano de los municipios de Manizales y Chinchiná, por la vía antigua en el sector conocido como La Siria.

Se observa que los camiones de tipo C3 a C6 son de componente nulo en relación a los demás, producto de la restricción normativa impuesta a esta vía para este tipo de vehículos.

### 5.5.9. Estación Las Pavas

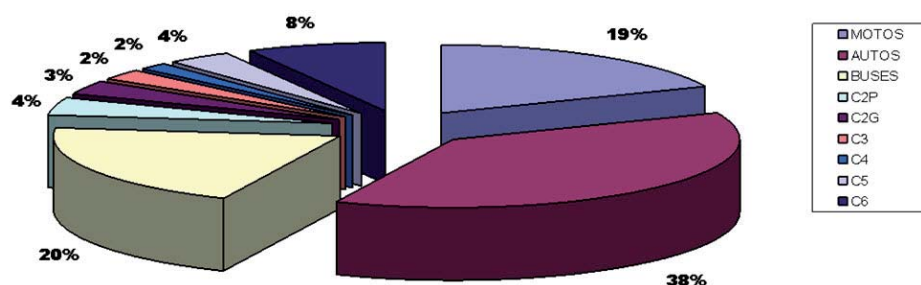
Para este corredor (ver Figura 32) encontramos un mayor porcentaje de motos con el 19% con respecto al corredor de San Peregrino, por cuanto el volumen total de vehículos equivalentes es menor; presentándose un porcentaje del 38% para autos y para buses del 20%.

Figura 31. Composición vehicular estación La Siria.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Composición vehicular estación Las Pavas.

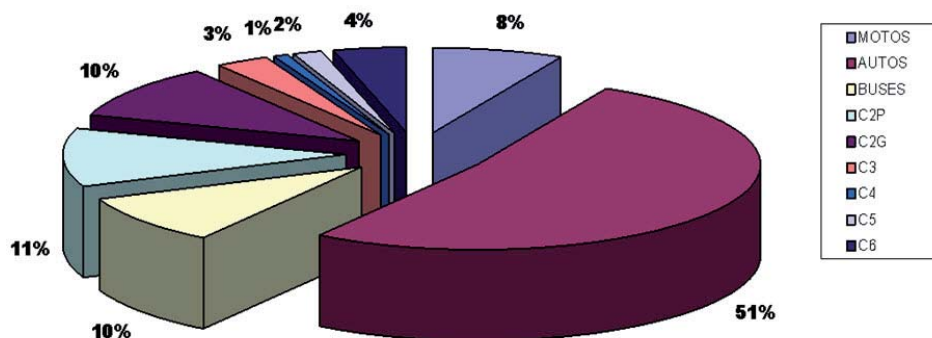


Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.10. Estación San Bernardo del Viento

Para este corredor (ver Figura 33) ubicado sobre la vía Panamericana, se presenta una composición de vehículos particulares del 51% y dentro del tipo de camiones más representativos se encuentran los camiones grandes de 2 ejes (C2G) con el 10%, y los camiones pequeños de 2 ejes (C2P) con el 11%.

Figura 33. Composición vehicular estación San Bernardo del Viento.

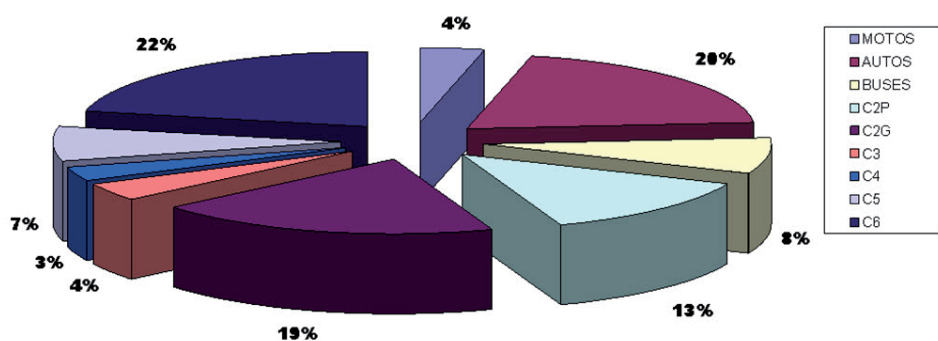


Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.11. Estación peaje Santágueda

Para este corredor (ver Figura 34) la mayor composición vehicular la representan los camiones, el tipo de camiones de 6 ejes o superiores (C6) con el 22%, los camiones grandes de 2 ejes (C2G) con el 19%, y los camiones pequeños de 2 ejes (C2P) con el 13%. Los vehículos livianos participan con el 20% del total del flujo vehicular.

Figura 34. Composición vehicular estación Peaje Santágueda.

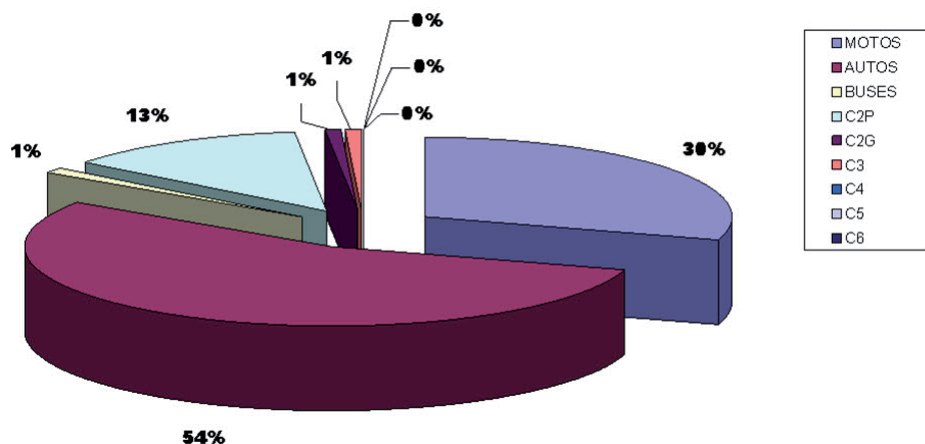


Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.12. Estación Palestina

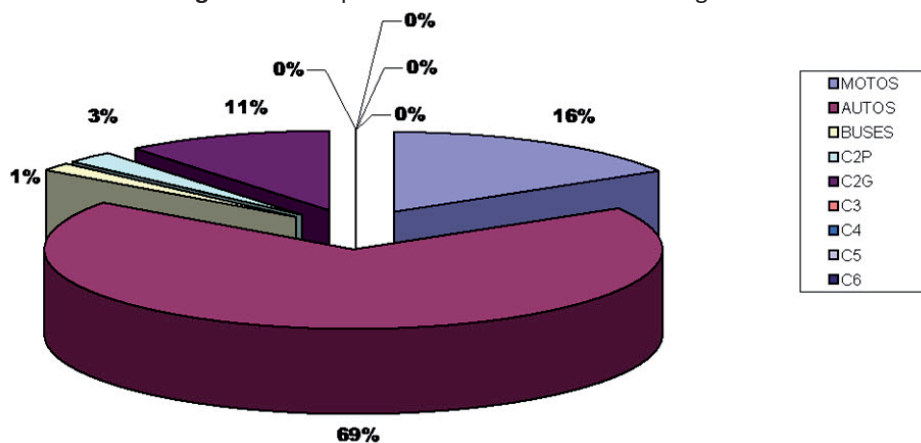
El componente de autos (ver Figura 35) es del 54% y las motos presentan el 30% siendo los más representativos en el corredor por cuanto la Estación fue ubicada sobre una de las vías de acceso al municipio de Palestina, la cual conecta el casco urbano con el sector de Santa Bárbara y las veredas de Cartagena y Curazao; se observa escasez de camiones grandes de 2 ejes (C2G) y los tipos de camiones de 3 ejes en adelante.

Figura 35. Composición vehicular estación Palestina.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Composición vehicular estación Cartagena.



Fuente: Elaboración propia.

### **5.5.13. Estación Cartagena**

En este corredor (ver Figura 36) los autos presentan el 69%, las motos el 16% y los C2P el 13%, por características propias de vías con restricciones operativas.

## **5.6. ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

Para los análisis de las variaciones de los volúmenes de tránsito en las vías que conectan los municipios de los departamentos de Caldas y Risaralda, se procesó la información de los conteos de las trece estaciones que se ubicaron dentro de la zona de estudio, identificándose las horas o periodos pico y valle, notando así la demanda de tránsito que alcanza los volúmenes máximos.

Durante el fin de semana se registraron generalmente los volúmenes máximos, debido a que durante estos días por estas carreteras circula una alta demanda de usuarios de tipo turístico y recreacional.

Los mayores volúmenes del periodo de aforo se presentaron el sábado 4 de abril y los patrones diarios de volúmenes de tránsito en ADEs, en cada una de las trece estaciones de estudio, con volúmenes aforados durante 24 horas, entre los días 30 de marzo y 4 de abril de 2009, para ambos sentidos, son los presentados en la Tabla 29, mostrando únicamente el día más representativo de cada una de las estaciones.

También se presentan los gráficos donde se ilustra el comportamiento de cada una de las estaciones mencionadas, con los respectivos análisis de volumen del tránsito.

En la mayoría de las estaciones se presenta un comportamiento algo similar, esto es, que en la madrugada el volumen es muy bajo, luego se incrementa hasta alcanzar cifras máximas entre las 7:00 y las 8:00 horas, luego disminuye el volumen entre las 10:00 y las 16:00 horas, empieza a ascender nuevamente hasta otra cifra máxima entre las 18:00 y 19:00 horas y en adelante finalmente disminuye hasta la madrugada.

**Tabla 29.** Resumen volumen horario de máxima demanda.

VOLUMEN HORARIO MÁXIMO POR SENTIDO PARA LAS ESTACIONES DE CONTEO				
Estación	Sentido	Día	PERIODO	VHMD(ADEs)
San Peregrino	Medellín	DÍA 03	15:40-16:40	347
	Manizales	DÍA 02	17:15-18:15	296
La Cabaña	Cabaña	DÍA 04	09:55- 10:55	55
	Tres Puertas	DÍA 04	13:20-14:20	48
Tres Puertas	Manizales	DÍA 04	7:45-8:45	527
	Medellín	DÍA 04	11:10-12:10	211
Alto El Paisa	Manizales	DÍA 04	16:25-17:25	112
	Arauca	DÍA 04	17:00-18:00	116
Tarapacá I	Chinchiná	DÍA 31	9:45-10:45	162
	Santa Rosa de Cabal	DÍA 31	13:00-14:00	197
Tarapacá II	Chinchiná	DÍA 03	17:30-18:30	341
	Santa Rosa de Cabal	DÍA 04	8:10-9:10	410
Marsella	Marsella	DÍA 04	7:05-8:05	73
	Palestina	DÍA 03	17:20-18:20	81
La Siria	Chinchiná	DÍA 03	7:05-8:05	472
	Manizales	DÍA 01	17:40-18:40	315
Las Pavas	Chinchiná	DÍA 03	16:05-17:05	193
	Manizales	DÍA 04	14:45-15:45	147
San Bernardo del Viento	La Manuela	DÍA 04	15:50-16:50	189
	Trinidad	DÍA 04	16:35-17:35	157
Peaje Santágueda	Chinchiná	DÍA 04	7:50-8:50	445
	La Manuela	DÍA 04	10:40-11:40	157
Palestina	Cartagena	DÍA 03	11:35-12:35	17
	Palestina	DÍA 04	15:30-16:30	15
Cartagena	Cartagena	DÍA 04	16:25-17:25	76
	Palestina	DÍA 04	8:40-9:40	62

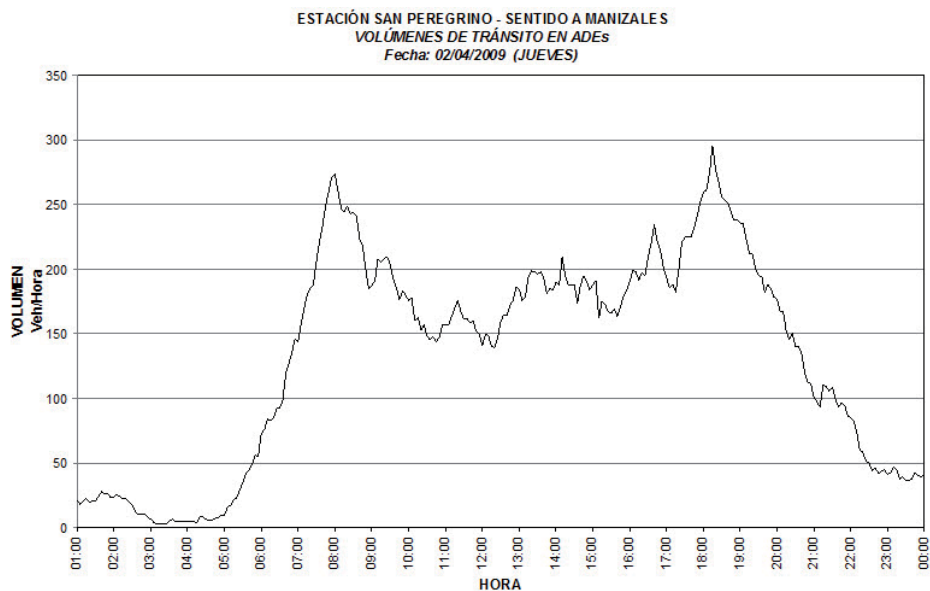
Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.1. Estación San Peregrino

En el sentido hacia Manizales, el día con mayor volumen corresponde al 3 de abril, con 3293 ADEs, sin embargo es el día jueves cuando se presenta el mayor volumen en la hora pico, por lo cual este día se presenta en la Figura 37, ya que es la más representativa de este sentido en cuanto al volumen horario de máxima demanda.

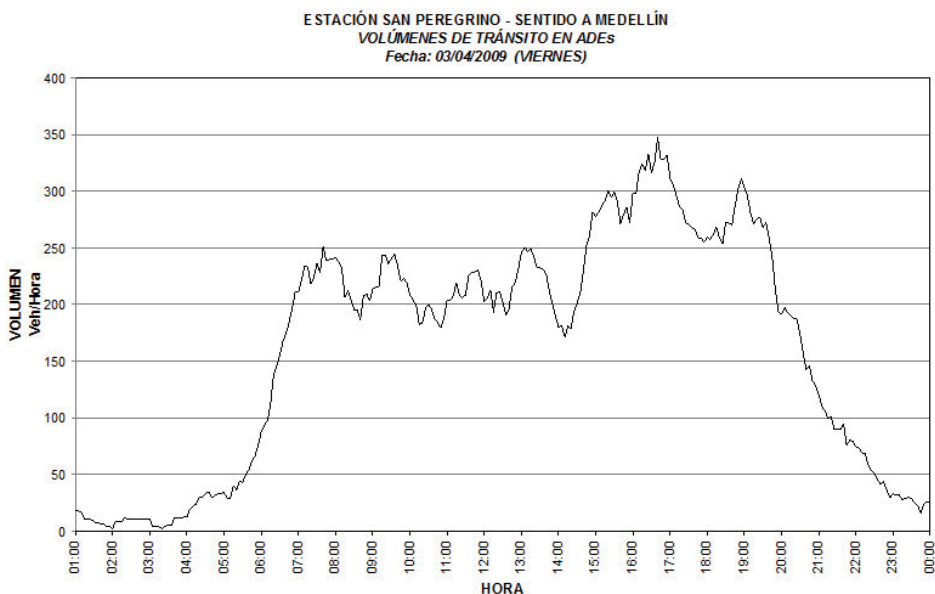
Al analizar esta estación se observa que para el día 30 de marzo en la noche, se tiene un volumen muy bajo, por debajo de los 140 vehículos; en los días 31 de marzo, 1, y 2 de abril, se tuvo un comportamiento muy similar. La hora de máxima demanda se encuentra ubicada entre las 17:15 y 18:15, con un volumen horario de 296 ADEs el día 2 de abril. Para el 3 de abril su volumen aumentó en cierta medida, y para el 4 de abril aumenta considerablemente la circulación de vehículos por esta vía.

**Figura 37.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Peregrino – Sentido Manizales.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 38.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Peregrino – Sentido Medellín.



Fuente: Elaboración propia.

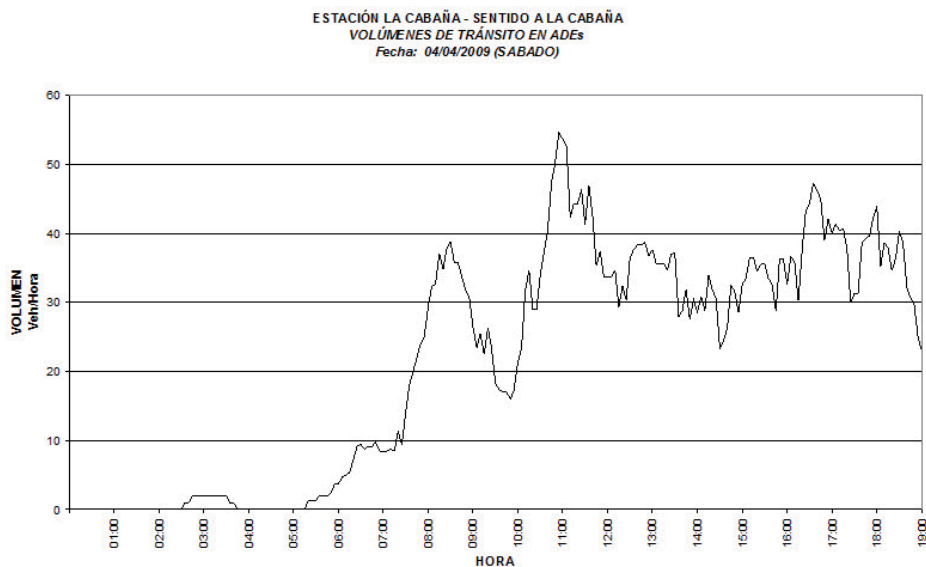
Para este mismo sitio en el sentido a Medellín, no se tiene una variación vehicular pronunciada entre los días 31 de marzo, 1, y 2 de abril. El día 3 de abril es mostrado en la Figura 38, puesto que entre las 15:40 y las 16:40 es cuando se alcanza el mayor volumen horario de 347 ADEs y este mismo día se tiene el mayor volumen diario con 3764 ADEs.

### 5.6.2. Estación Tres Puertas – La Cabaña

En la Figura 39, se muestra el día con mayor volumen del sentido a la cabaña, el cual corresponde al 4 de abril, con 417 ADEs. La hora de máxima demanda se encuentra ubicada entre las 9:55- y 10:55, con un volumen horario de 55 ADEs.

Para la estación La Cabaña en el sentido a Tres Puertas, se tiene cierta variación vehicular entre los días 31 de marzo, 1, y 2 de abril. Para el día 30 de abril no se tiene información alguna de los conteos, debido imprevistos iniciales. El día de la semana que registró mayor volumen fue el sábado 4 de abril, con 384 ADEs.

**Figura 39.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas – La Cabaña. Sentido La Cabaña.

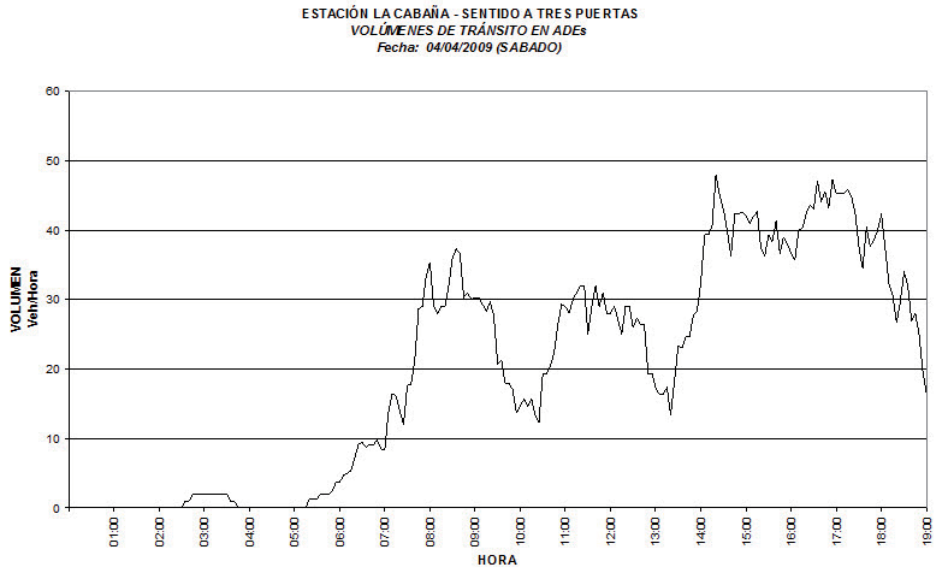


Fuente: Elaboración propia.



La hora de máxima demanda se encuentra ubicada entre las 13:20 y 14:20, con un volumen horario de 48 ADEs, como se aprecia en la Figura 40. La estación en general presenta un volumen vehicular muy bajo, siendo éste su patrón de comportamiento.

**Figura 40.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas – La Cabaña. Sentido Tres Puertas.



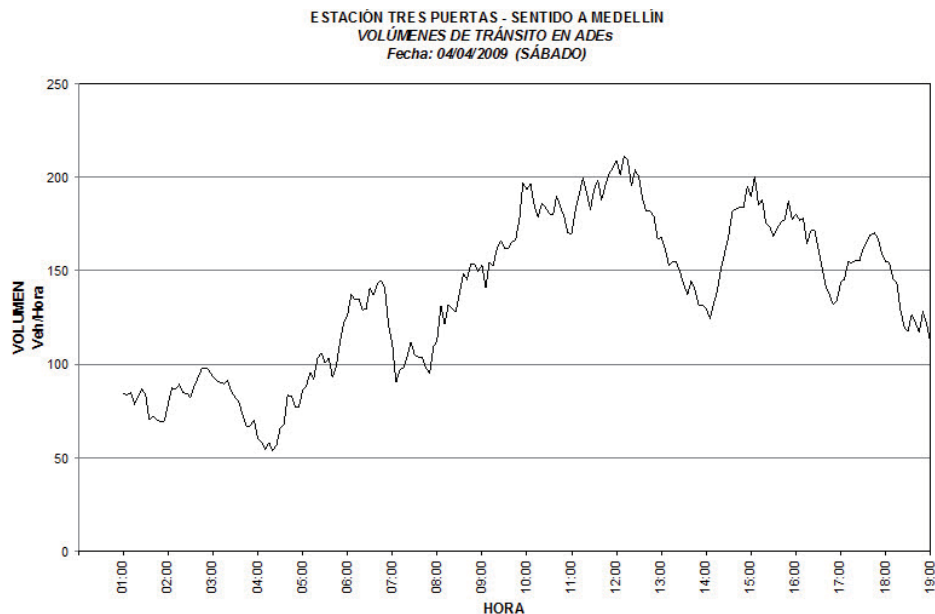
Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.3. Estación Tres Puertas – Km. 41

En el sentido a Medellín, el día con mayor volumen es el 3 de abril, con 3352 ADEs. Aunque el día 4 de abril presenta un volumen alto teniendo en cuenta el hecho de que para este día solo se aforaron 19 horas; además es cuando se presenta el mayor volumen horario con 211 ADEs entre las 11:10 y las 12:10.

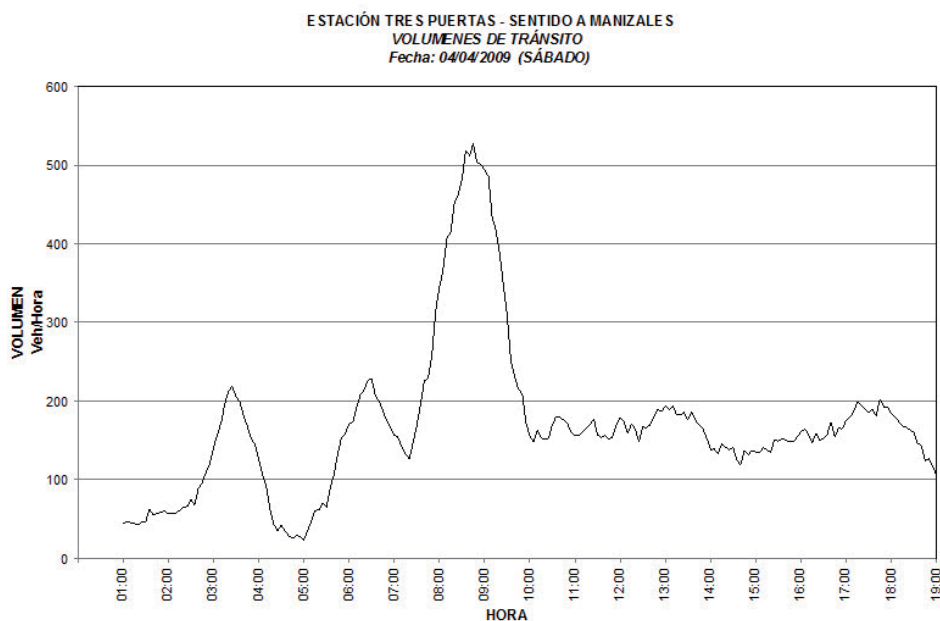
Esta información se puede apreciar en la Figura 41 que se presenta a continuación. En la Figura 42 se muestra el día con mayor volumen horario del sentido hacia Manizales, el cual corresponde al 4 de abril, con 527 ADEs en la hora y se presenta entre las 7:45 y las 8:45.

**Figura 41.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas - sentido a Medellín.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 42.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tres Puertas - sentido a Manizales.



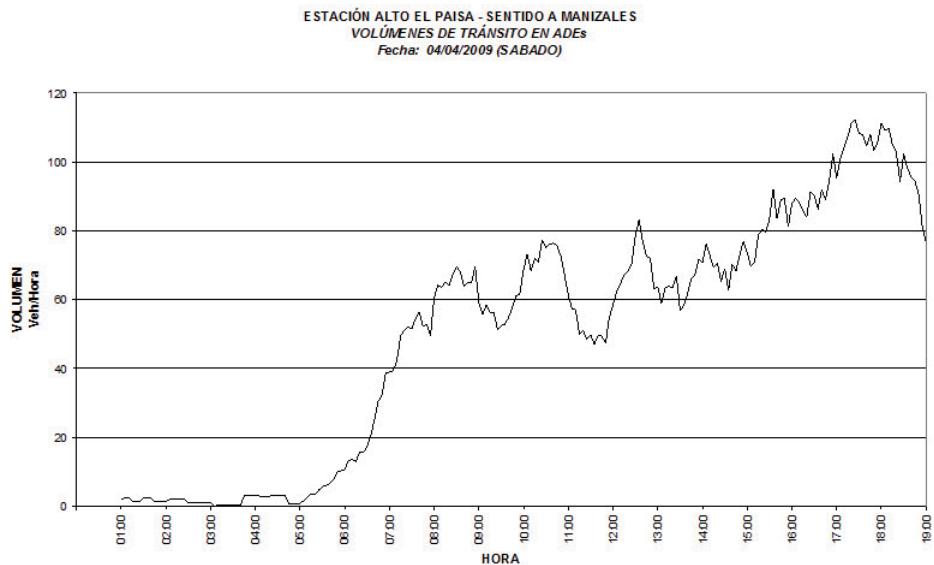
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.6.4. Estación Alto El Paisa (fonda La Rochela)

En el sentido hacia Manizales, el día con mayor volumen corresponde al 3 de abril, con 956 ADEs, pero el día con mayor volumen horario es el 4 de abril con 112 ADEs, entre las 16:25 y las 17:25.

El comportamiento de este día se presenta en la Figura 43. Se destaca que el día 31 de Marzo, al amanecer, sucedió sobre esta vía un deslizamiento que la taponó durante varias horas, esto lógicamente impactó los aforos.

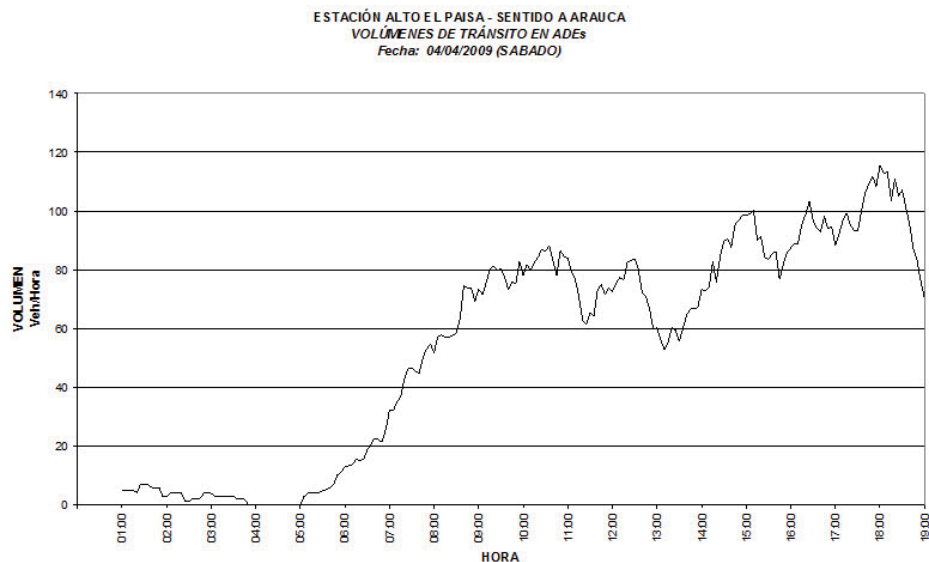
**Figura 43.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Alto El Paisa - sentido a Manizales.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 44 se muestra el día con mayor volumen en el sentido a Arauca el cual corresponde al 4 de abril, con 1010 ADEs. La hora de máxima demanda para este sentido se encuentra entre las 17:00 y las 18:00, con un volumen horario de 116 ADEs.

**Figura 44.** Volúmenes Vehiculares (ADEs). Estación Alto El Paisa - sentido a Arauca.

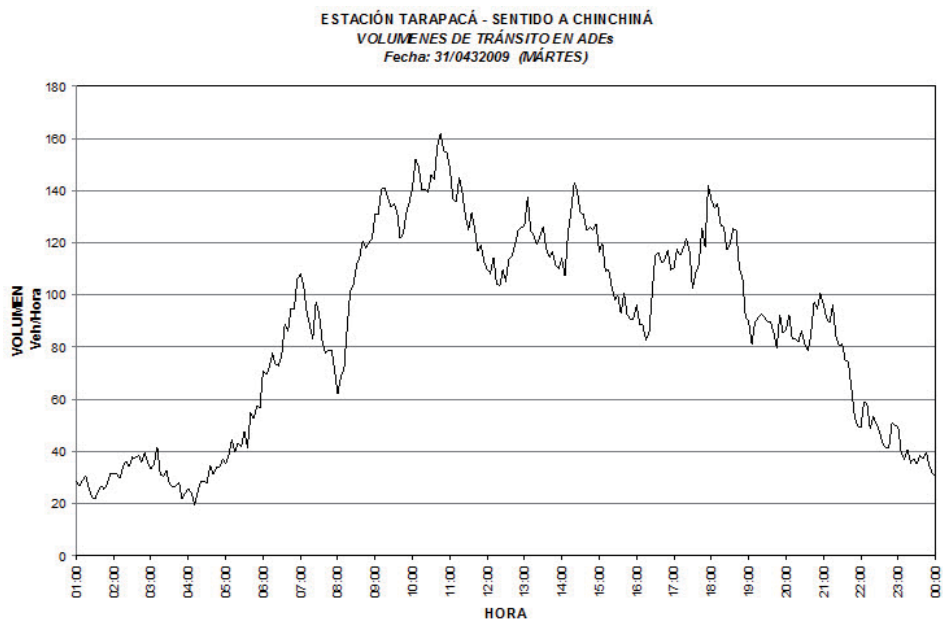


Fuente: Elaboración propia.

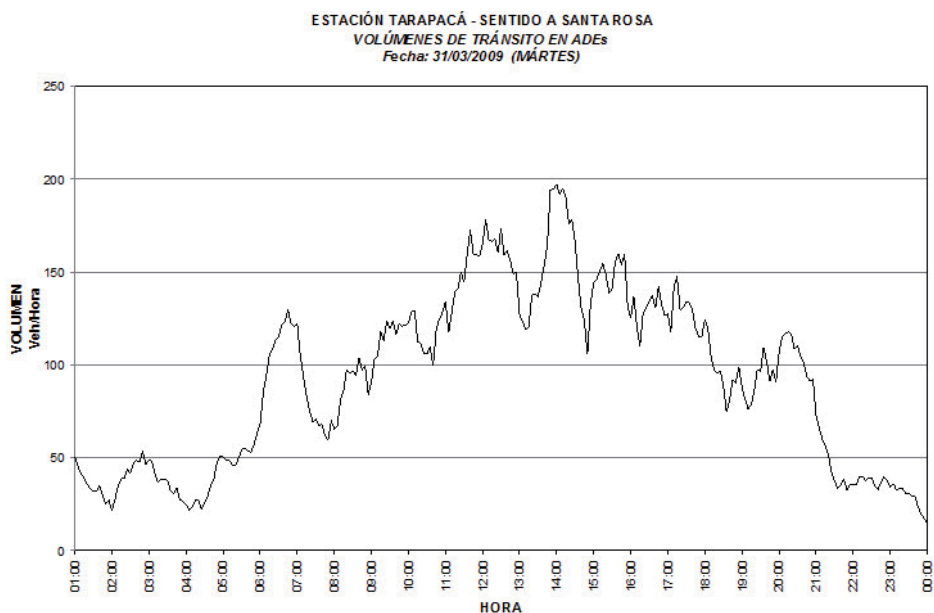
### 5.6.5. Estación Tarapacá 1 (Chinchiná – Santa Rosa de Cabal)

En la Figura 45 se muestra el día con el mayor volumen horario del sentido hacia Chinchiná, el cual corresponde al día 31 de marzo, con 162 ADEs entre las 9:45 y las 10:45. Sin embargo, el día de mayor volumen diario es el viernes 3 de abril con 2242 ADEs; y al comparar los días 31 de marzo, 1, y 2 de abril, se tiene una poca variación, mostrando volúmenes similares.

Para el sentido a Santa Rosa, la Figura 46, muestra la hora de máxima demanda, ubicada entre las 13:00 y las 14:00 del día 31 de marzo, con un volumen horario de 197 ADEs. Para esta estación, el día de la semana que registró mayor volumen fue el viernes 3 de abril, con 2241 ADEs; notándose también que el día 2 de abril se tiene un total de 2193 ADEs, muy similar al anterior.

**Figura 45.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 1 - sentido a Chinchiná.

Fuente: Elaboración propia.

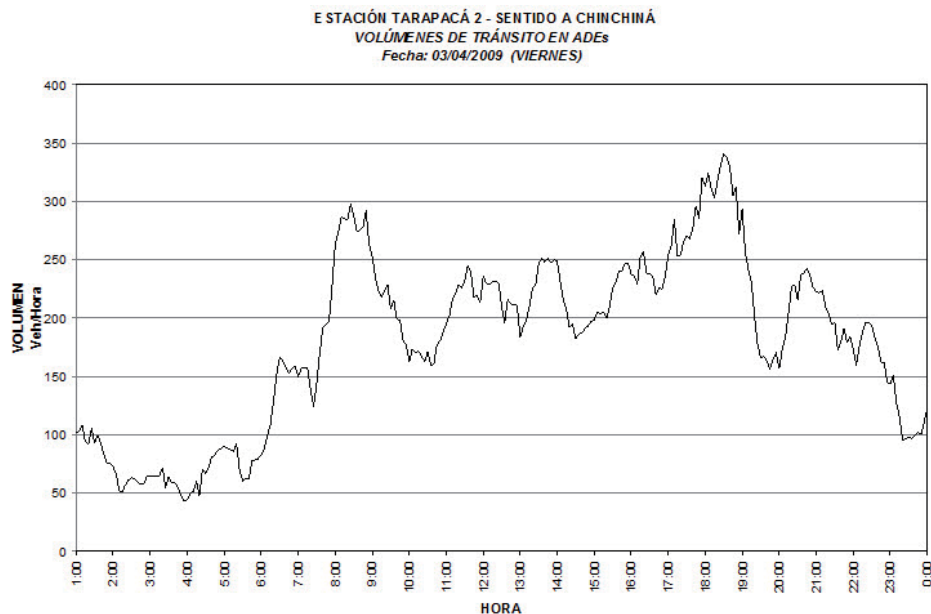
**Figura 46.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 1 - sentido a Santa Rosa.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.6. Estación Tarapacá 2 (Chinchiná – Santa Rosa de Cabal)

En la Figura 47, se muestra el día con mayor volumen del sentido a Chinchiná, el cual corresponde al 3 de abril, con 4249 ADEs. Este día presenta una hora pico de 341 ADEs entre las 17:30 y las 18:30.

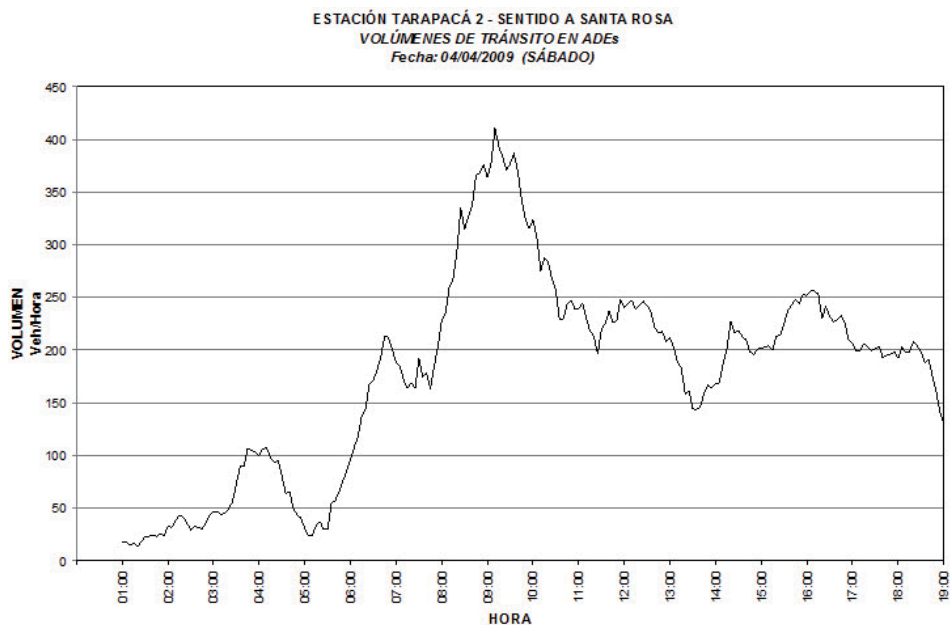
**Figura 47.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 2 - sentido a Chinchiná.



Fuente: Elaboración propia.

Para la estación Tarapacá 2 - sentido a Santa Rosa, el día de la semana que registró mayor volumen fue el viernes 3 de abril, con 3913 ADEs. En la Figura 48, se representan los más altos volúmenes horarios registrados el día 4 de abril entre las 8:10 y las 9:10, con un volumen horario de 410 ADEs.

**Figura 48.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Tarapacá 2 - sentido a Santa Rosa.



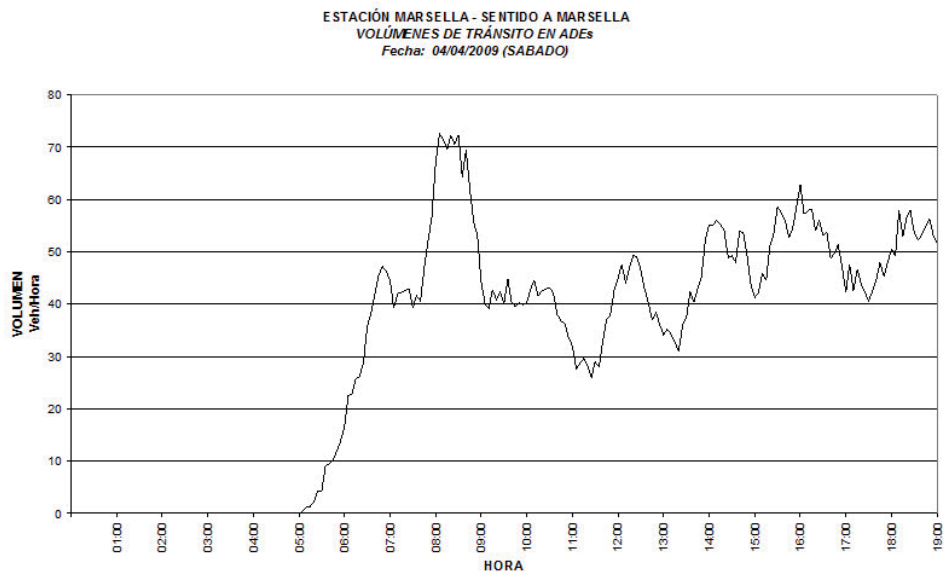
Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.7. Estación Marsella

El día de la semana que registró mayor volumen fue el sábado 4 de abril, con 627 ADEs en el sentido hacia Marsella. En la Figura 49, se muestra la hora de máxima demanda que se encuentra ubicada entre las 7:05 y 8:05, con un volumen horario de 73 ADEs.

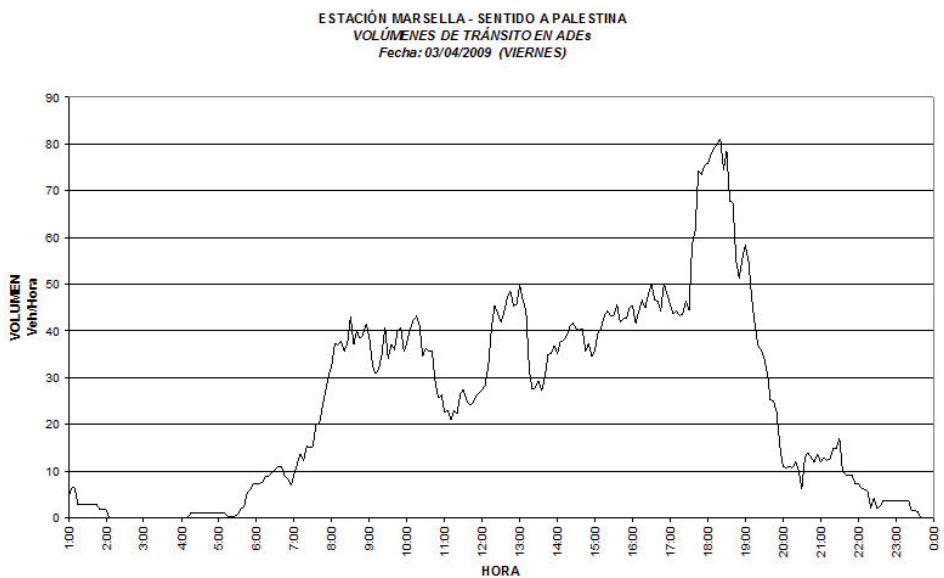
Para la estación Marsella - sentido a Palestina el día de la semana que registró mayor volumen fue el Sábado 4 de abril, con 596 ADEs, pero la hora de máxima demanda fue el día 3 de abril, con 81 ADEs entre las 17:20 y las 18:20, valores que se pueden observar en la Figura 50.

**Figura 49.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Marsella - sentido a Marsella.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 50.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Marsella - sentido a Palestina.



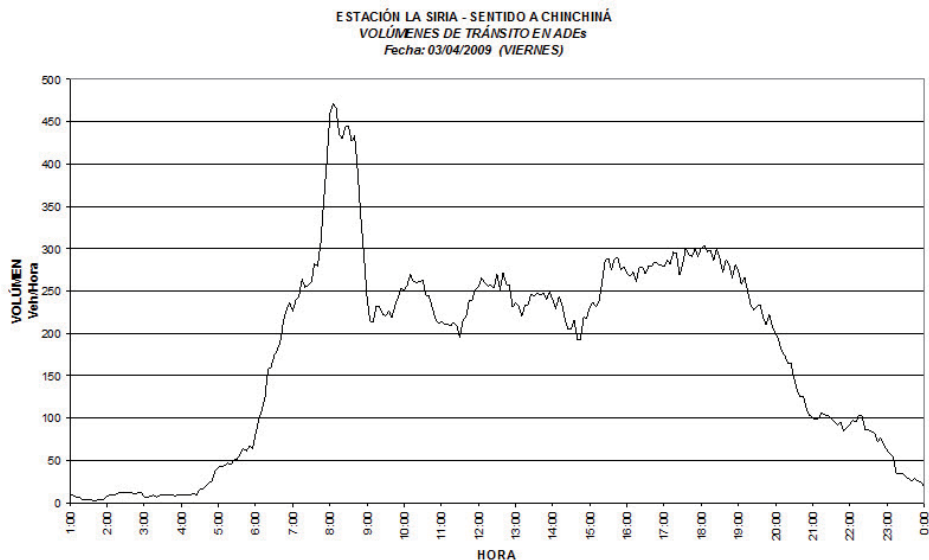
Fuente: Elaboración propia.



### 5.6.8. Estación La Siria

El día con mayor volumen corresponde al 3 de abril, con 4109 ADEs, correspondiente al sentido hacia Chinchiná, y que adicionalmente corresponde al día con la hora de máxima demanda, la cual se presenta entre las 7:05 y las 8:05, con un valor de 472 ADEs. Los volúmenes registrados este día se presentan en la Figura 51.

**Figura 51.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación La Siria - sentido a Chinchiná.



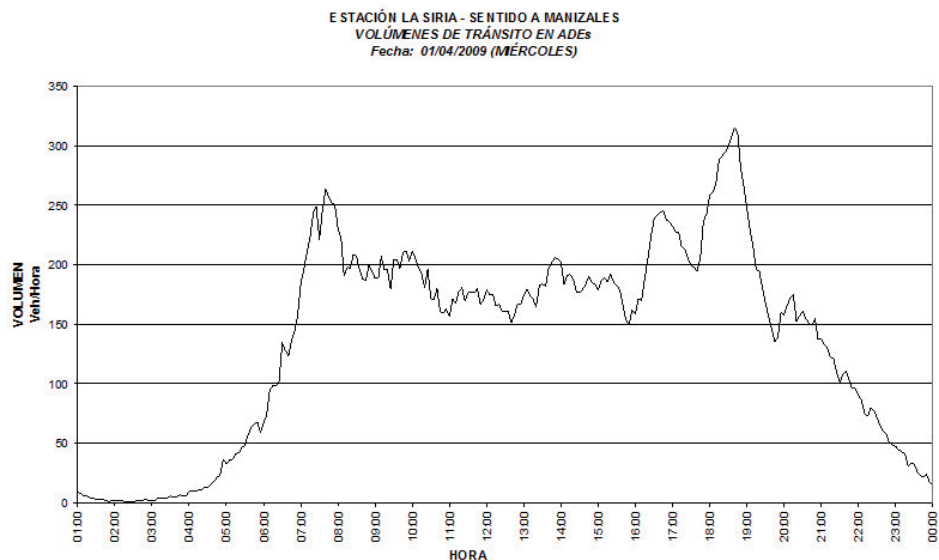
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 52, se muestra el día con la hora de mayor volumen del sentido a Manizales, el cual corresponde al 1 de abril, con un volumen horario de 315 ADEs entre las 17:40 y las 18:40.

### 5.6.9. Estación Las Pavas

En la Figura 53, se muestra el día con mayor volumen el cual corresponde al 3 de abril, con 1960 ADEs en el sentido a Chinchiná, y con un volumen de máxima demanda de 193 ADEs que se presenta de las 16:05 a las 17:05.

**Figura 52.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación La Siria - sentido a Manizales.



Fuente: Elaboración propia.

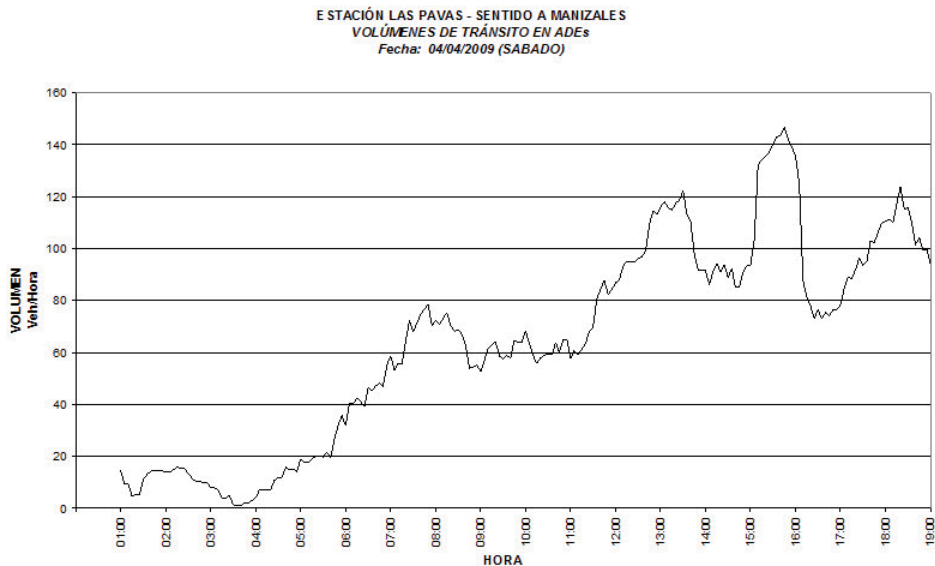
**Figura 53.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Las Pavas - sentido a Chinchiná.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 54, se muestra el día con mayor volumen horario del sentido a Manizales, el cual corresponde al 4 de abril, con un volumen de la hora pico de 147 ADEs, que se presenta entre las 14:45 y las 15:45.

**Figura 54.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Las Pavas - sentido a Manizales.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.10. Estación San Bernardo del Viento

Para la Estación San Bernardo del Viento - sentido a La Manuela, el día de la semana que registró mayor volumen fue el sábado 4 de abril, con 1890 ADEs. El volumen de este día se presenta en la Figura 55, apreciándose el volumen de la hora pico de 189 ADEs, entre las 15:50 y las 16:50.

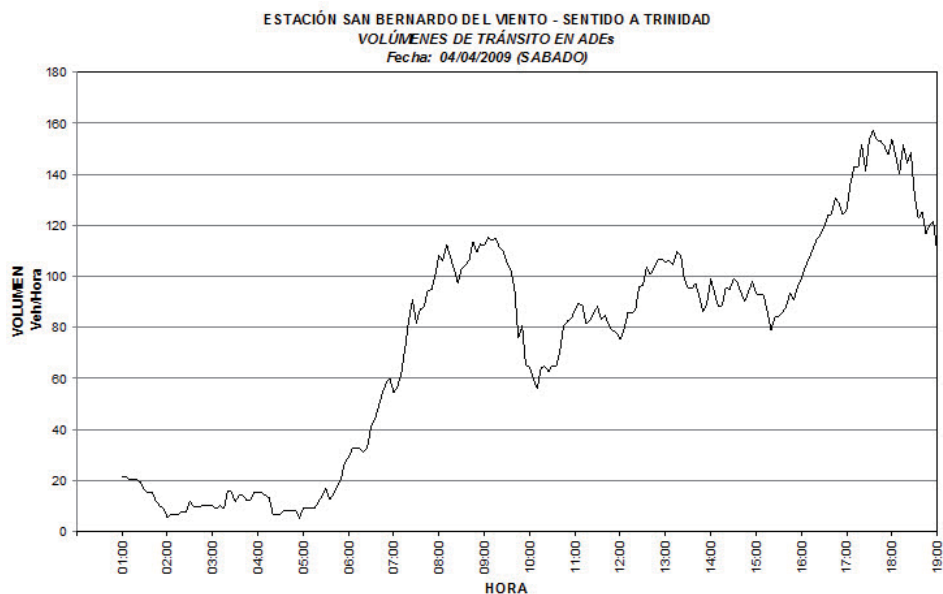
En la Figura 56, se muestra la hora de máxima demanda del sentido a la trinidad ubicado entre las 16:35 y las 17:35 del día sábado 4 de abril, con un volumen horario de 157 ADEs.

**Figura 55.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Bernardo del Viento - sentido a la Manuela.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 56.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación San Bernardo del Viento - sentido a la Trinidad.

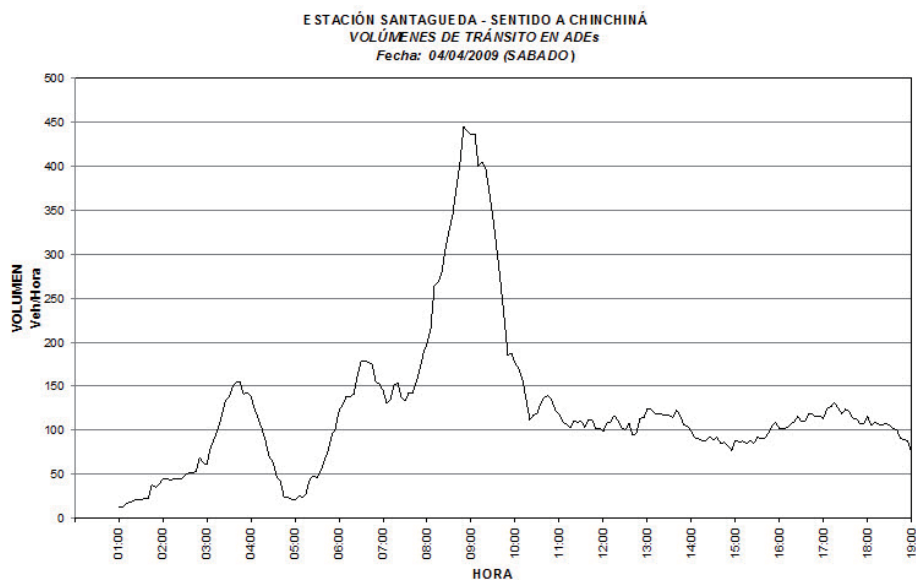


Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.11. Estación peaje Santágueda

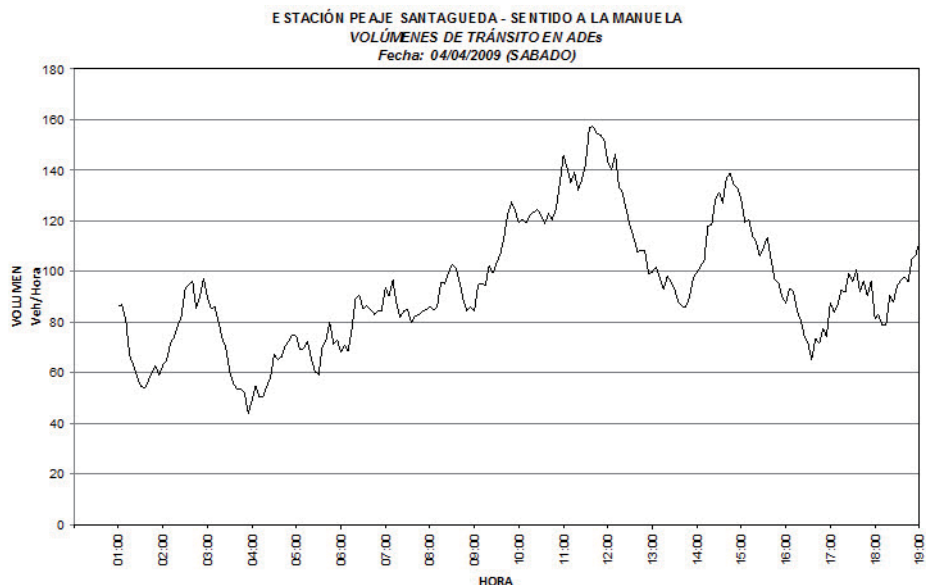
Para la estación Santágueda, se presenta en la Figura 57, el día 4 de abril, correspondiente al mayor volumen horario registrado en los aforos de la estación en el sentido a Chinchiná, con 445 ADEs entre las 7:50 y las 8:50. En el sentido a La Manuela, el día de la semana que registró mayor volumen horario fue el sábado 4 de abril, con 157 ADEs entre las 10:40 y las 11:40 y el cual se presenta en la Figura 58.

**Figura 57.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Peaje Santágueda - sentido a Chinchiná.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 58.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Peaje Santágueda - sentido a la Manuela.



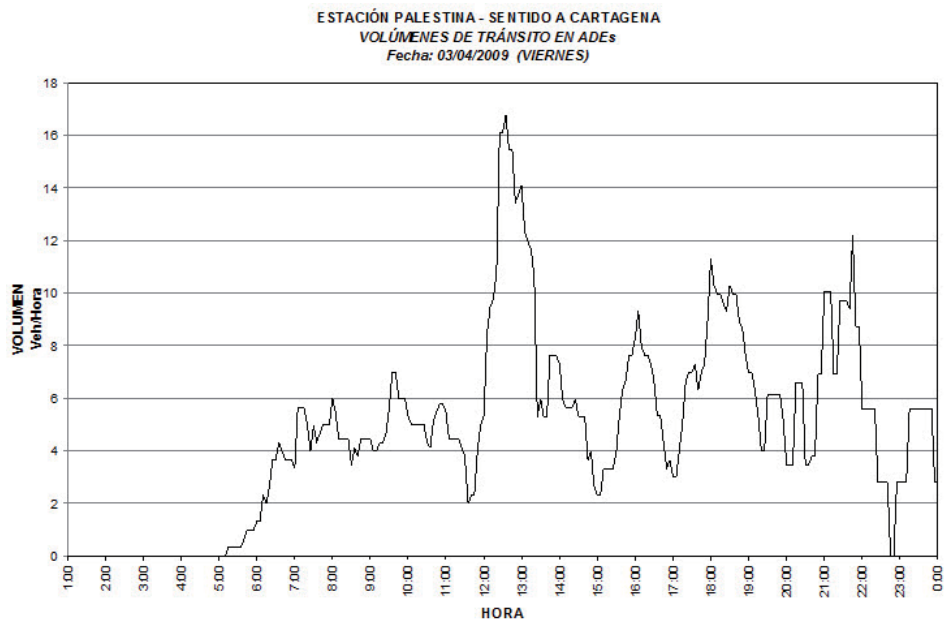
Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.12. Estación Palestina

Para la estación Palestina - sentido a Cartagena, se tiene un volumen muy bajo, y el día de la semana que registró mayor volumen fue el sábado 4 de abril, con 122 ADEs. El volumen que se presenta en la Figura 59, corresponde al día viernes 3 de abril por tener el máximo volumen horario registrado para esta estación con 17 ADEs entre las 11:35 y las 12:35.

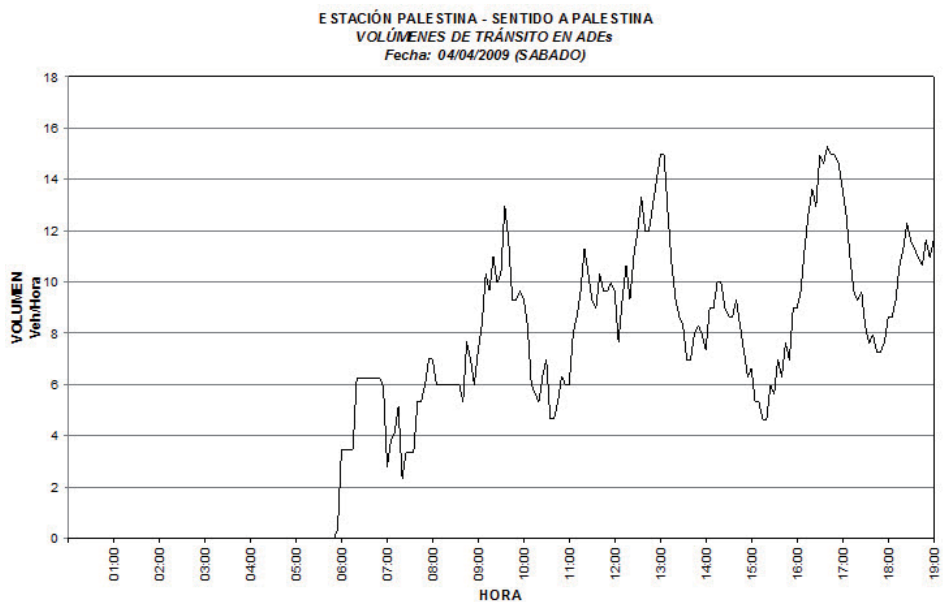
Para la estación Palestina - sentido a Palestina, se tiene igualmente un volumen muy bajo y el día de la semana que registró mayor volumen fue el sábado 4 de abril, con 117 ADEs. Este mismo día se presentó el mayor volumen de la hora pico, con 15 ADEs entre las 15:30 y las 16:30. Este día se presenta en la Figura 60.

**Figura 59.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Palestina - sentido a Cartagena.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 60.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Palestina - sentido a Palestina.



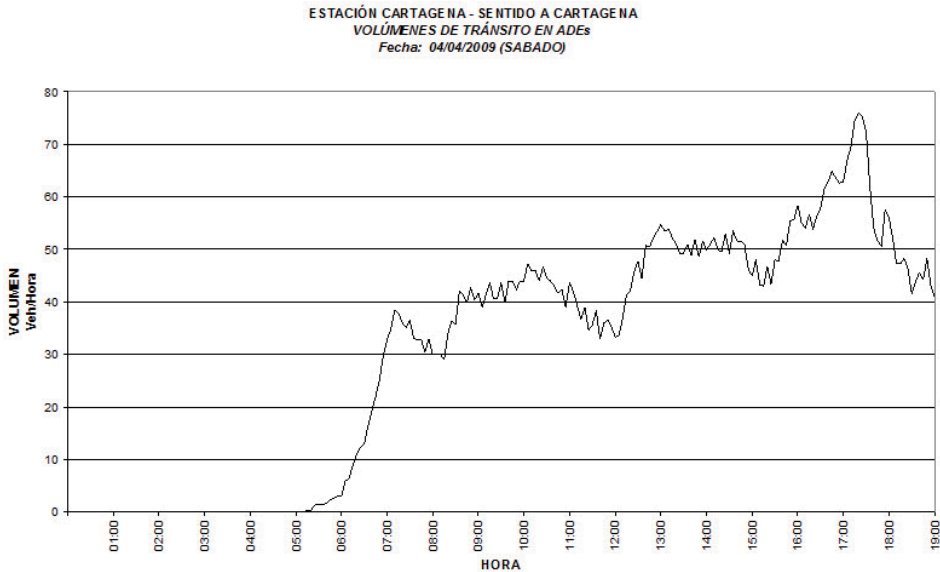
Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.13. Estación Cartagena

El día de la semana que registró mayor volumen en el sentido a Cartagena fue el sábado 4 de abril, con 596 ADEs, con un volumen de la hora pico de 76 ADEs, entre las 16:25 y las 17:25, como se puede apreciar en la Figura 61.

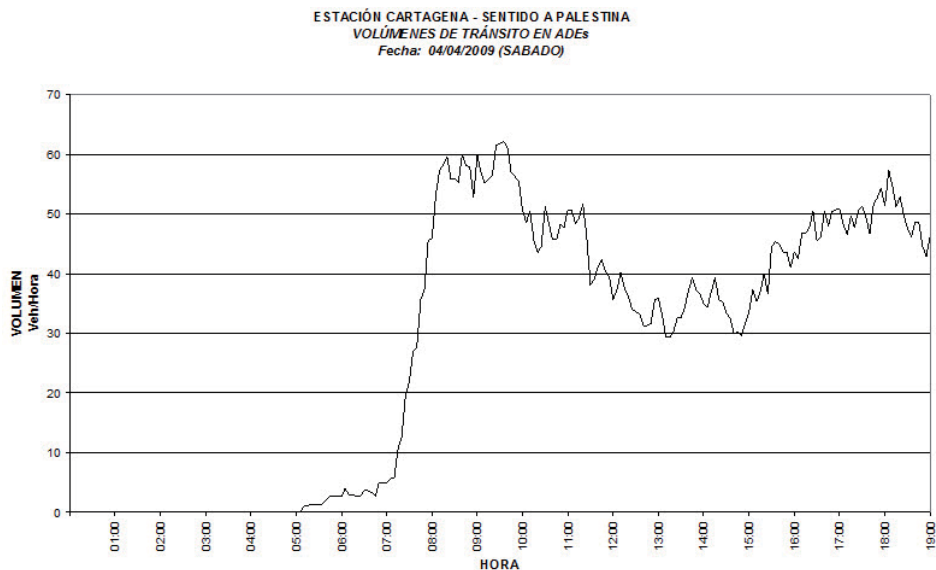
En el sentido a Palestina, el día de la semana que registró mayor volumen fue el sábado 4 de abril, con 547 ADEs y con 62 ADEs en la hora pico, entre las 8:40 y las 9:40, como se presenta en la Figura 62.

**Figura 61.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Cartagena - sentido a Cartagena.



Fuente: Elaboración propia.



**Figura 62.** Volúmenes vehiculares (ADEs). Estación Cartagena - sentido a Palestina.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.7. TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO EQUIVALENTE

Dado que la muestra fue de cinco días equivalentes, se requiere estimar el tránsito promedio diario, considerando el peso porcentual de cada día en el total de la semana, así como el valor porcentual que representa el periodo de las 19:00 a las 24:00 dentro del volumen del día para poder extrapolar el periodo de 19 horas a las 24 horas.

Este proceso se realizó para cada estación y para cada sentido, utilizando para cada una de ellas el valor promedio de cada fracción de los cuatro días que se contaron las 24 horas y así extrapolar el día sábado a este mismo periodo.

Para el peso porcentual de cada día respecto al TPDS, se utilizaron datos anteriores de vías de Caldas, encontrando que el volumen de tránsito de martes a sábado corresponde al 70,18% del TPDS. De acuerdo a este procedimiento, se presenta en la Tabla 30 los resultados obtenidos para cada estación de aforo.

**Tabla 30.** Tránsito promedio diario equivalente en cada estación.

Estación	TPD
TRES PUERTAS Km. 41	3568
PEAJE SANTAGUEDA	2477
PEAJE TARAPACÁ	4592
PEAJE TARAPACÁ 2	2595
PEAJE SAN PEREGRINO	4142
PEAJE SAN BERNARDO DEL VIENTO	2148
PALESTINA	122
MARSELLA	811
PEAJE LAS PAVAS	1896
LA SIRIA	5362
TRES PUERTAS LA CABAÑA	547
CARTAGENA	686
ALTO EL PAISA	1303

Fuente: Elaboración propia.

## 5.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE VOLÚMENES

En todas las estaciones se aprecia que la composición del tránsito tiene tendencias similares, predominando la circulación de vehículos ligeros principalmente por la cercanía entre los cascos urbanos de los corredores viales a los cuales se les realizó el estudio.

En cuanto a los camiones se observa un alto uso de los tipos C2P y C2G y casi escasos de los tipos de camiones C3 a C6 en las estaciones de (Marsella, La Siria, Cartagena, Alto El Paisa y Tres Puertas – La Cabaña); este comportamiento es generalmente atribuible a las restricciones operativas que presentan estas vías.

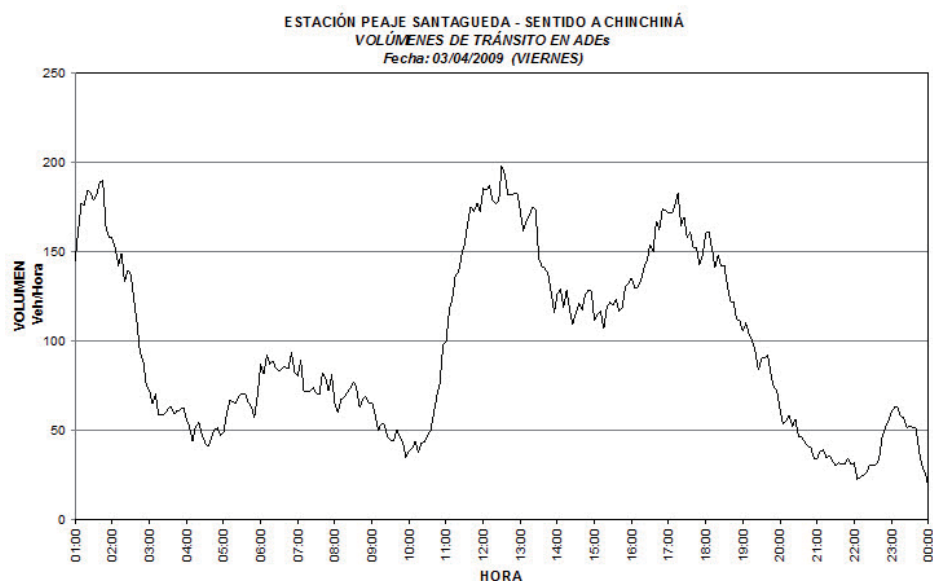
Es relevante mencionar el alto número de motociclistas que hacen uso de la vía, evento que amerita, incrementar las campañas de seguridad vial y cultura ciudadana en este grupo de conductores.

Con base en los estudios realizados de las variaciones de los volúmenes se encontró el flujo más importante para cada una de las estaciones, el volumen horario de máxima demanda, el cual en términos generales se encuentra distante de alcanzar la capacidad horaria de la vía.

Analizando las gráficas de las variaciones horarias de tránsito en Automóviles directos equivalentes (ADEs) se tiene un comportamiento en cierta medida muy similar entre los periodos desde las 6:00, hasta las 20:00, aunque picos muy pronunciados se presentan dentro de este rango, es decir, con muchos altibajos. En el periodo restante se tienen volúmenes muy bajos, después de las 20:00 horas hasta terminar la madrugada.

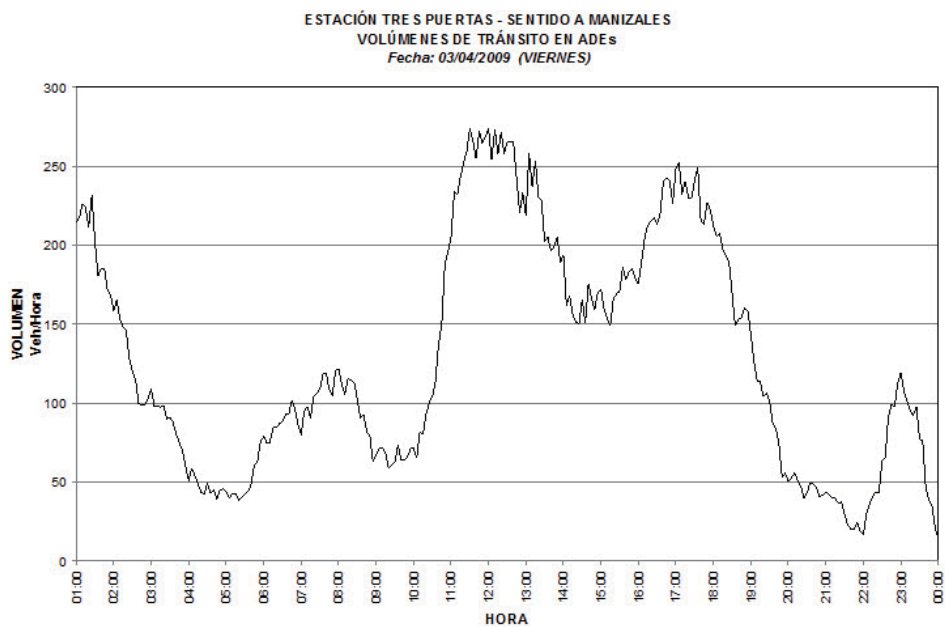
Solamente las estaciones de tres puertas y peaje Santágueda, presentaron un comportamiento atípico el amanecer del día viernes 3 de abril, al registrarse sobre estos corredores altos volúmenes vehiculares entre la una y las dos de la mañana, como se presenta en las Figura 63 y Figura 64. Esto pudo deberse a un represamiento producido sobre la vía Medellín – Tres Puertas por algún evento extraordinario.

**Figura 63.** Tráfico nocturno atípico. Estación peaje Santágueda - sentido a Chinchiná.  
Viernes 3 de abril.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 64.** Tráfico nocturno atípico. Estación Tres Puertas - sentido a Manizales. Viernes 3 de abril.



Fuente: Elaboración propia.

## 6. ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO

Las actividades para el estudio de origen y destino se desarrollaron mediante entrevistas sobre un costado de la vía, con base en la Resolución 0003202 de diciembre 28 de 1999 por la cual se establece el *Manual para determinar las necesidades de movilización en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera* [10].

La principal finalidad de este estudio consistió en obtener información del origen, el destino, el número y tipo de viajes de los vehículos automotores en un área determinada. El estudio de Origen y Destino (OyD) es empleado primordialmente para los propósitos de la planeación del transporte y particularmente para la localización, proyección y programación de nuevas carreteras, para mejorar las vías existentes y para la proyección de infraestructura de transporte público y/o servicios.

### 6.1. TRABAJO DE CAMPO

#### 6.1.1. Localización de las estaciones

La información de campo fue tomada localizando estaciones de encuestas de origen y destino y de aforos sobre los accesos que delimita la zona de influencia del proyecto, haciendo énfasis en sus inmediaciones y las principales conexiones con los demás municipios de los departamentos de Caldas y Risaralda.

De manera particular, para la realización de las encuestas de O y D fueron dispuestas ocho (8) estaciones de aforo dentro de la zona de afectación

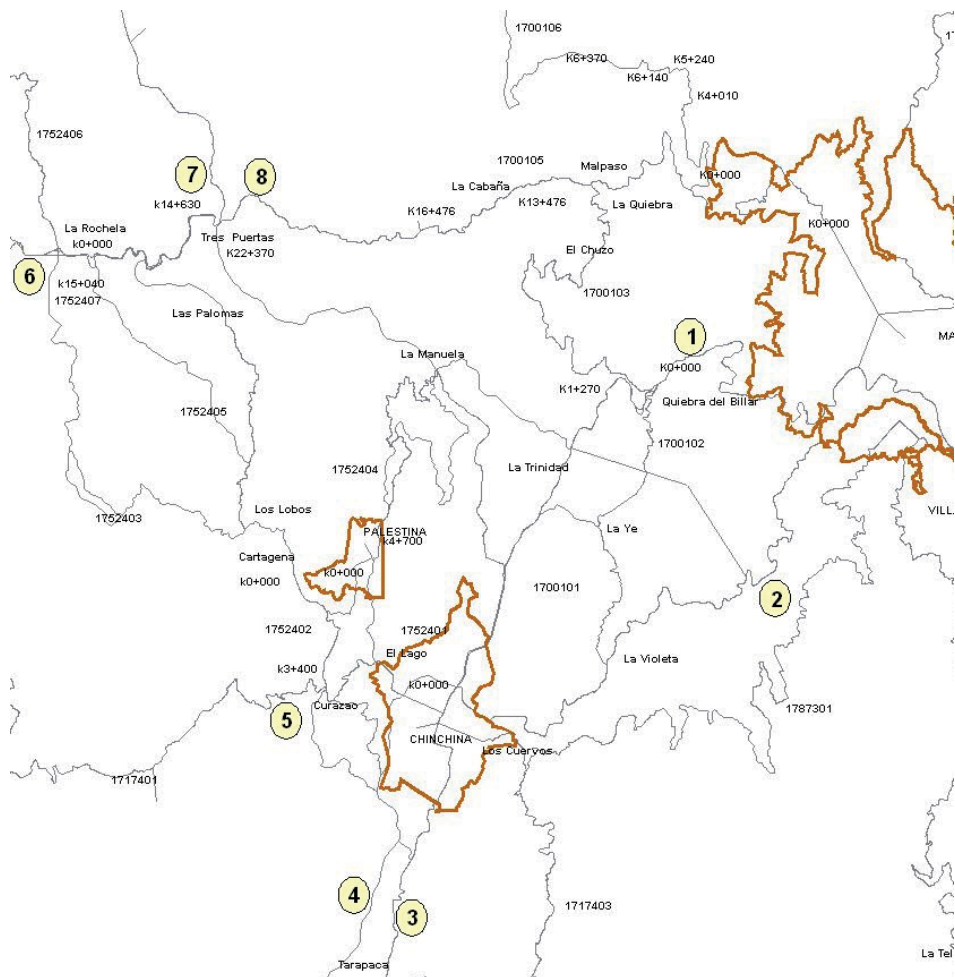
del proyecto, con el fin de caracterizar la movilidad en el área objeto del estudio, como insumo primordial, como se presenta en la Figura 65. La cantidad y localización de las estaciones establecidas como sitios de aforo y de OyD, fueron establecidas de manera estratégica, en la zona del proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Uso del mínimo número posible de lugares de aforo con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible y evitar la duplicidad en la información.
- Los lugares seleccionados no deben corresponder a puntos del área suburbana, donde aún se presenta tránsito de vehículos locales.
- El sitio definido como estación de conteo debe coincidir en lo posible con algún punto de parada obligado del tránsito o zonas de disminución de velocidad, donde se facilite la detención de vehículos por ejemplo: peajes o bahías para el transporte público intermunicipal.

El lugar seleccionado debe disponer de espacio suficiente para estacionar por lo menos tres (3) vehículos sin entorpecer el flujo normal del tránsito.

A continuación se relacionan las estaciones donde se realizaron las encuestas de Origen y Destino:

- San Peregrino - Autopistas del Café (sentido a Medellín).
- Sector Tres Puertas vía a La Cabaña (sentido a Tres Puertas).
- Sector Tres Puertas vía a Km 41 (sentido a Manizales).
- Sector Alto El Paisa (sentido a Manizales).
- Vía Chinchiná - Santa Rosa de Cabal por Tarapacá 1 (sentido a Chinchiná).
- Vía Chinchiná - Santa Rosa de Cabal por Tarapacá 2 (sentido a Chinchiná).
- Sector Curazao vía a Marsella (sentido a Palestina).
- Sector La Siria (sentido a Chinchiná).

**Figura 65.** Localización de estaciones de origen y destino.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2. Descripción del trabajo de campo

La toma de la información correspondiente al estudio de OyD fue realizada durante el horario diurno, en las estaciones de aforo relacionadas anteriormente y el trabajo de campo se desarrolló durante el periodo comprendido entre las 7:00 a.m. y las 7:00 p.m. de los días 31 de marzo, 01, 02, 03 y 04 de abril de 2009.

El método empleado para este estudio fue la entrevista a un lado del camino, consistente en la detención de los vehículos mediante el apoyo de la fuerza pública, para entrevistar a los conductores acerca del origen y el destino del viaje, así como la hora de salida o de despacho; de igual manera se tomaron los datos de la hora de paso del vehículo por la estación de aforo, el tipo de vehículo, el número de placa y la empresa a la cual se encuentra afiliado para aquellos vehículos diferentes a los particulares.

El personal encargado de la elaboración de las encuestas se ubicó en los corredores viales, sobre el costado de circulación vehicular en el sentido de acceso hacia la zona en estudio.

Es de aclarar que los altos volúmenes vehiculares que se presentan en algunas estaciones de aforo, no permitieron detener a la totalidad de los vehículos, por lo que fue tomada la mayor cantidad posible de encuestas, en función de la disponibilidad de personal y del eventual empaquetamiento de vehículos que llegaban a la estación del estudio.

Para este fin, se tomaron todas las medidas necesarias con el fin de evitar congestión vehicular, especialmente en los periodos de máxima demanda vehicular, tales como ubicar las estaciones en sitios con características técnicas y geométricas que ofreciesen amplias distancias de visibilidad y anchos de calzada para el estacionamiento.

En cada estación se contó además con la señalización vial preventiva como los conos y los chalecos reflectivos para el personal de encuestas, con el fin de prevenir e informar a los conductores sobre la presencia de las estaciones de conteo, así como garantizar las condiciones de seguridad e integridad al personal expuesto al riesgo del tráfico vehicular durante el desarrollo de los trabajos de toma de información.

No obstante, se presentaron algunos inconvenientes, en razón a la falta de continuidad en la presencia de la Policía Nacional, de la cual se requería su participación activa y permanente para realizar la detención de los vehículos que circulaban por las estaciones, puesto que a pesar de que se contó con todos los implementos de señalización requeridos en las estaciones para todo el personal que se encontraba sobre la vía, solamente es la fuerza pública como autoridad competente, quien tiene



la facultad de detener los vehículos. Por lo tanto, la elaboración de la encuesta en su totalidad, registrando el origen, el destino y la hora de inicio del desplazamiento, solamente se diligenció en los periodos de tiempo en los cuales la fuerza pública estuvo presente en las estaciones.

Es importante mencionar, de manera particular, que durante la primera jornada diurna de trabajo debido a la falta de presencia de la policía, el inicio de la toma de información se retrasó un par de horas de manera general, hasta que gracias a las gestiones particulares del personal a cargo, se logró contar con el concurso de al menos un agente del orden en cada estación.

Las principales causas que generaron la ausencia del personal de la Policía Nacional en las estaciones de aforo, fueron las siguientes:

- Llegada del personal de la fuerza pública a los sitios de aforo después de las 8:00 a.m.
- Llamado de los superiores para atender operativos.
- Llamado de los superiores para atender accidentes de tránsito en zonas aledañas.
- Órdenes no impartidas para la detención del tránsito por parte de los superiores.

Estas situaciones originaron la presencia de vacíos durante las horas del día donde no fue posible obtener información de las encuestas de OyD, no obstante lo anterior, los resultados no se vieron afectados, dado que se tomó un periodo de muestreo un 66% mayor que el mínimo exigido, previendo los inconvenientes que se pudieran presentar.

La Resolución 0003202 de diciembre 28 de 1999 por la cual se establece el *Manual para determinar las necesidades de movilización en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera* [11] determina en su numeral 4 lo siguiente:

*Este trabajo de campo debe realizarse como mínimo durante tres (3) días consecutivos, durante las 24 horas, en condiciones normales de*

*demanda. En aquellos lugares donde se presenten alteraciones de orden público o la operación del transporte sea limitada, esta toma de información podrá realizarse como mínimo durante 12 horas por cada día, en los dos (2) sentidos de circulación...*

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando el periodo de desarrollo de las actividades (entre las 7:00 a.m. y las 7:00 p.m. de los días 31 de marzo, 01, 02, 03 y 04 de abril de 2009), la toma de información se ajusta a lo establecido en la normatividad correspondiente.

Es importante tener en cuenta que la Resolución mencionada establece además que las condiciones normales de la demanda se definen como la movilización regular de pasajeros que se genera en un corredor vial o en una ruta específica, para determinados períodos del año sin que esté afectada por factores externos al mismo servicio, como son las épocas de vacaciones, los períodos comprendidos entre el 15 de junio y el 31 de julio y entre el 15 de noviembre y el 15 de febrero, Semana Santa, días festivos y las de obstrucción de una vía. En cuanto a los períodos vacacionales, varían de acuerdo al calendario estudiantil de cada región. Estos aspectos también se cumplen en este estudio.

### **6.1.3. Procedimiento para la toma de información**

Como se indicó anteriormente, en las estaciones de conteo, las autoridades de control y apoyo (Policía de Carreteras, Policía Nacional y policías de tránsito) detuvieron la mayor cantidad de los vehículos que por allí transitaban en el sentido en el cual se encontraba ubicada la estación de estudio de OyD. El encuestador se encargó de diligenciar el formato que se observa en la Figura 66., de acuerdo a las secciones que a continuación se explican.

#### **6.1.3.1 Encabezado**

- **ESTACIÓN.** Corresponde al nombre de la estación de aforo.
- **FECHA.** En este campo se escribe la fecha en el orden indicado: día (DD), mes (MM) y año (AA).

Figura 66. Formato encuesta de OyD.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES		ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y ESTUDIOS TÉCNICOS PARA EL SISTEMA VIAL DE LA REGIÓN CENTRO-SUR DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS										UNIVERSIDAD DE CALDAS FACULTAD DE INGENIERÍA																									
ESTADION:		FECHA:		DÍA:		PERIODO:		DE:		AFORADOR:		HOJA:																									
SENTIDO:		D	D	M	M	A	A	A		SUPERVISOR:		DE:																									
CLASE DE VEHÍCULO:		B: Bus	Bt: Busest.	M: Microbus.	K: Camioneta.	C: Campero.	A: Automóvil.	Cm: Camión	W: Mixto.																												
HOR PAS: Hora de Pase		HOR DES: Hora de Despacho																																			
HOR PAS		CLASE DE VEHÍCULO						EMPRESA				PLACA				HOR DES				ORIGEN				DESTINO													
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W																												
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W																												
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W																												
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W																												
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W																												
		B	Bt	M	K	C	A	Cm	W																												

Fuente: Elaboración propia.

- **SENTIDO:** Se escribe la dirección del recorrido que realiza el vehículo del cual se está tomando la información.
- **DÍA.** En este campo se escribe el día de la semana correspondiente a la fecha en la que se toma la información.
- **PERIODO.** Se escribe el intervalo de tiempo desde el momento en que se inicia la toma de información en campo hasta el momento en el que se termina la toma de información. El periodo debe ser expresado de forma continua de 0 a 23, seguido de los minutos.
- **AFORADOR.** Se escribe el nombre completo y claro del aforador sin utilizar apodos o abreviaturas.
- **SUPERVISOR.** Se escribe el nombre completo y claro del supervisor sin utilizar apodos o abreviaturas.
- **HOJA.** Los formatos se enumeran de forma continua a medida que se van diligenciando. La numeración debe ocupar todas las casillas.

### 6.1.3.2 Características del viaje del vehículo

- HOR PAS. (Hora de Paso). Se anota aquí la hora de paso del vehículo por la estación, es decir, la hora en que se están tomando los datos de ese vehículo específico, la cual debe ser expresada de forma continua de 0 a 23, seguida de los minutos.
- CLASE DE VEHÍCULO. En este campo se marca con una “X” la casilla correspondiente a la clase de vehículo que se está aforando. Las diferentes clases de vehículo consideradas en este estudio son:
  - ✦ (B) BUS: Para transporte de pasajeros y sus equipajes, ya sea con o sin cabina separada para el conductor, tiene una distancia entre ejes mayor de cuatro (4.0) metros.
  - ✦ (D) BUSETA: Vehículo cuya distancia entre ejes está entre tres (3.0) y cuatro (4.0) metros.
  - ✦ (M) MICROBÚS: Comprende tanto los vehículos similares a los microbuses urbanos, como los vehículos clase “Van” y/o buseta Tipo “A”.
  - ✦ (K) CAMIONETA: Incluye los taxis de platón y las camionetas adaptadas por acople de carrocería (microbuses antiguos).
  - ✦ (C) CAMPERO: Vehículo de tracción en las cuatro ruedas.
  - ✦ AUTOMÓVIL: Vehículo pequeño para transporte de no más de cinco ó seis pasajeros (sin sobrecupo). Taxi.
  - ✦ (W) MIXTO: Transportan carga y pasajeros simultáneamente, se asocia a los vehículos tipo bus y/o buseta escalera (chivas).
- EMPRESA. Se escribe el nombre de la empresa de transporte a la que se encuentra afiliado el vehículo.
- PLACA. Durante el proceso de toma de información de encuestas se observa y se anota la placa del vehículo en las casillas respectivas.
- HOR DES. (Hora de despacho). Se pregunta al conductor la hora de despacho, es decir, la hora en que inició el recorrido para iniciar el viaje.

- **ORIGEN.** Se pregunta al conductor en qué ciudad o municipio inició el recorrido, es decir, dónde comenzó el viaje del vehículo.
- **DESTINO.** Se pregunta al conductor el nombre de la ciudad o municipio en donde termina la ruta, es decir, el destino final.

#### **6.1.4. Clasificación y envío de la información**

Una vez efectuado el trabajo de campo, la información fue organizada por cada estación para ser entregada a los coordinadores y/o supervisores, quienes se encargaron de revisar los datos consignados en cada casilla, detectando las posibles inconsistencias.

Adicionalmente, el coordinador y/o supervisor de cada estación entregó un informe donde se manifestaban las condiciones bajo las cuales se tomó la información u otros inconvenientes presentados en el desarrollo de la misma.

## **6.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

### **6.2.1. Codificación de sitios**

En el proceso de encuestas a conductores se pregunta el origen y el destino del viaje, por lo cual se hizo necesario establecer una codificación de los diferentes sitios para facilitar el procesamiento de la información. Entre la Tabla 31 y la Tabla 35 se presenta la codificación de sitios según los departamentos y municipios.

Con estos códigos se estableció uno más general conformado por seis dígitos, donde los dos primeros dígitos corresponden al departamento, los dos siguientes corresponden a los municipios y los dos últimos corresponden a la calificación de urbano (01) o rural (02). Ahora bien, todos y cada uno de los 37.892 orígenes y destinos fueron codificados según lo explicado.

**Tabla 31.** Códigos de los departamentos y las capitales.

CÓDIGO	DEPARTAMENTOS	CÓDIGO	CAPITALES
02	ANTIOQUIA	01	Medellín
03	ARAUCA	01	Arauca
04	ATLÁNTICO	01	Barranquilla
05	BOLÍVAR	01	Cartagena
06	BOYACÁ	01	Tunja
07	CALDAS	01	Manizales
08	CAQUETÁ	01	Florencia
09	CASANARE	01	Yopal
10	CAUCA	01	Popayán
11	CESAR	01	Valledupar
12	CHOCO	01	Quibdó
13	CÓRDOBA	01	Montería
14	CUNDINAMARCA	01	Bogotá DC
15	GUAINÍA	01	Puerto Inírida
16	LA GUAJIRA	01	Riohacha
17	EL GUAVIARE	01	San José del Guaviare
18	HUILA	01	Neiva
19	MAGDALENA	01	Santa Marta
20	META	01	Villavicencio
21	NARIÑO	01	Pasto
22	NORTE DE SANTANDER	01	Cúcuta
23	PUTUMAYO	01	Vaupés
24	QUINDÍO	01	Armenia
25	RISARALDA	01	Pereira
27	SANTANDER	01	Bucaramanga
28	SUCRE	01	Sincelejo
29	TOLIMA	01	Ibagué
30	VALLE DEL CAUCA	01	Cali
31	EL VAUPÉS	01	Mitú
32	EL VICHADA	01	Puerto Carreño

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32.** Códigos de los municipios de Caldas.

CÓDIGO	MUNICIPIO
01	Manizales
02	Aguadas
03	Anserma
04	Aranzazu
05	Belalcázar
06	Chinchiná
07	Filadelfia
08	La Dorada
09	La Merced
10	Manzanares
11	Marmato
12	Marquetalia
13	Marulanda
14	Neira
15	Pacora
16	Palestina
17	Pensilvania
18	Ríosucio
19	Risaralda
20	Salamina
21	Samaná
22	Supía
23	San José
24	Victoria
25	Villamaría
26	Viterbo

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 33.** Códigos de los municipios de Risaralda.

CÓDIGO	MUNICIPIO
01	Pereira
02	Apia
03	Balboa
04	Belén de Umbría
05	Dosquebradas
06	Guática
07	La Celia
08	La Virginia
09	Marsella
10	Mistrató
11	Pueblo Rico
12	Quinchia
13	Santa Rosa de Cabal
14	Santuario

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 34.** Códigos de los municipios de Quindío.

CÓDIGO	MUNICIPIO
01	Armenia
02	Buenavista
03	Calarcá
04	Circasia
05	Córdoba
06	Filandia
07	Génova
08	La Tebaida
09	Montenegro
10	Pijao
11	Quimbaya
12	Salento

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 35.** Códigos de los municipios del Valle del Cauca.

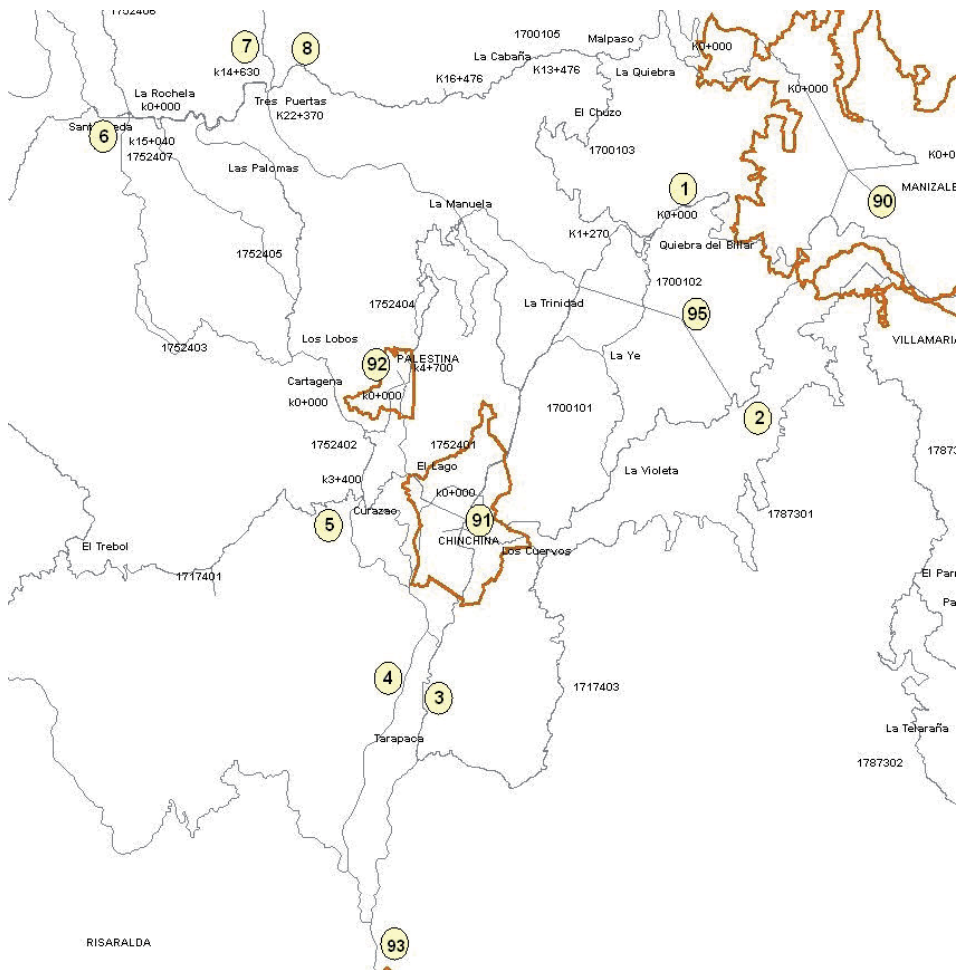
<b>CÓDIGO</b>	<b>MUNICIPIO</b>
01	Cali
02	Alcalá
03	Ansermanuevo
04	Argelia
05	Bolívar
06	Cartago
07	El Águila
08	El Cairo
09	El Dovio
10	La Unión
11	La Victoria
12	Obando
13	Roldanillo
14	Toro
15	Ulloa
16	Versalles
17	Andalucía
18	Buga
19	Bugalagrande
20	Darién
21	El Cerrito
22	Ginebra
23	Guacarí
24	Restrepo
25	Riofrío
26	San Pedro
27	Trujillo
28	Tuluá
29	Yotoco
30	Buenaventura
31	Calcedonia
32	Sevilla
33	Candelaria
34	Dagua
35	Florida
36	Jamundí
37	La Cumbre
38	Palmira
39	Pradera
40	Yumbo
41	Vijes
42	Zarzal

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.2. Simplificación de la codificación

Fue necesario simplificar la codificación a nivel tanto de estaciones de encuestas, como de orígenes y destino asociados a los sectores del área de influencia del proyecto, definiéndose seis sitios con códigos adicionales a los asignados a las ocho (8) estaciones (ver Figura 67.), esto con el fin de obtener en el procesamiento una matriz mucho más simplificada que

**Figura 67.** Localización de códigos adicionales para simplificación de la matriz de OyD.



Fuente: Elaboración propia.

permita modelar el área de estudio conservando las propiedades de la matriz general.

Los aspectos más importantes de la simplificación consisten en concentrar todos los destinos que pasan por las estaciones 3 y 4 en el destino 93, salida por Pereira; de igual forma se procedió con el ingreso a Manizales, definiendo el destino 90 como el código del tráfico que accede por las estaciones 1 y 2; el código 95 representa el tráfico interno desde y hacia la zona rural del municipio de Manizales y los códigos 91 y 92 representan los origen o destino de los municipios de Chinchiná y Palestina respectivamente.

### **6.2.3. Expansión a la población total**

El objetivo siguiente fue expandir la muestra tomada en campo a la fecha en que se realizaron las encuestas, con el fin de obtener un estimativo del número total de viajes realizados durante dicho periodo. Después de concluido el proceso de revisión y validación de los datos que conforman la muestra, sujetos a las técnicas de análisis estadístico, estos fueron expandidos con el fin de representar a todo el universo y generalizar el comportamiento de la población. En este caso fueron aplicados los denominados Factores de Expansión, para convertir los datos de la muestra a estimaciones para toda la población o el universo de la zona en estudio.

Como se mencionó anteriormente, el empaquetamiento de vehículos causado por los vehículos pesados o por incidentes en la carretera, así como la concentración de flujos producto de las hora pico y dado que las encuestas se realizaron durante 12 horas, se requiere hacer una expansión de los datos sobre el periodo en estudio a las 24 horas del día y por los cinco días del estudio, en función de los aforos de volúmenes vehiculares, los cuales se realizaron simultáneamente con las encuestas OyD. Esto se logra mediante la determinación de los volúmenes y las encuestas realmente realizadas por día, estación y tipo de vehículo y mediante la formulación que se presenta a continuación. En la Tabla 36 se presenta el volumen por sentido para cada estación.

**Tabla 36.** Volúmenes diarios en el sentido de la encuesta de OyD.

Estación	DÍA	Auto	Bus	Camión
01	1	1210	330	390
01	2	1161	318	395
01	3	1515	397	453
01	4	2000	419	161
01	31	1087	330	407
02	1	1986	217	604
02	2	1957	192	571
02	3	2200	248	691
02	4	2370	323	430
02	31	1634	206	713
03	1	514	179	420
03	2	579	206	515
03	3	654	238	472
03	4	662	224	365
03	31	525	178	497
04	1	1159	161	724
04	2	1298	170	809
04	3	1747	177	840
04	4	2101	229	414
04	31	1105	157	741
05	1	276	30	37
05	2	285	36	54
05	3	324	39	56
05	4	424	31	25
05	31	280	25	44
06	1	461	17	81
06	2	518	22	87
06	3	564	28	84
06	4	722	33	40
06	31	247	16	123
07	1	557	102	904
07	2	574	97	835
07	3	844	116	842
07	4	1392	185	826
07	31	506	103	812
08	1	191	3	41
08	2	217	3	32
08	3	262	6	34
08	4	345	3	24
08	31	185	2	36

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que cada estación se analizó durante cinco días, la expansión se calculó sobre el periodo de toma de información considerando las fluctuaciones diarias del tráfico por cada estación y cada día de aforo y encuesta. Los factores de expansión se obtienen mediante la siguiente ecuación:

$$FE = \frac{N}{n}$$

En donde:

*F.E.* = Factor de expansión

*N* = Tamaño del Universo (vehículos registrados por aforo)

*n* = Número de elementos de la muestra (vehículos encuestados)

Es conveniente indicar que *n* corresponde al número efectivo de encuestas aceptadas definitivamente; es decir, que no fueron consideradas las encuestas rechazadas, casos en los cuales no se obtuvo una respuesta favorable de los entrevistados o que por algún motivo la información no fue completamente registrada. En la Tabla 37 se presenta el número de encuestas efectivas realizadas por estación, día y tipo de vehículo.

**Tabla 37.** Encuestas efectivas realizadas.

Estación	Día	Auto	Bus	Camión
1	1	267	141	56
1	2	550	189	138
1	3	442	170	76
1	4	755	179	30
1	31	196	126	44
2	1	510	70	98
2	2	302	45	60
2	3	482	55	111
2	4	621	78	84

2	31	450	59	77
3	1	151	67	74
3	2	143	55	100
3	3	139	60	71
3	4	94	42	47
3	31	205	87	135
4	1	608	93	282
4	2	649	96	281
4	3	853	120	254
4	4	1033	125	126
4	31	528	97	287
5	1	32	3	3
5	2	159	25	25
5	3	153	15	26
5	4	168	17	15
5	31	33	2	1
6	1	255	26	66
6	2	229	22	74
6	3	205	15	63
6	4	408	31	33
6	31	241	19	33
7	1	153	51	243
7	2	149	53	244
7	3	252	71	273
7	4	562	106	198
7	31	167	39	166
8	1	83		23
8	2	67		19
8	3	67	2	19
8	4	65	1	12
8	31	84		17

Fuente: Elaboración propia.

En resumen se puede apreciar que se tomaron 12.510 encuesta a automóviles, 2.452 encuestas a buses y 3.984 encuestas a camiones, para un total de encuestas efectivas de 18.946 encuestas. Todos los datos de expansión fueron calculados para cada estación por tipo de vehículo y para cada día de aforo. En la Tabla 38 se presentan los factores de expansión por estación, día y tipo de vehículo.

**Tabla 38.** Factores de expansión por tipo de vehículo, estación y día.

Estación	Día	FEA <sup>1</sup>	FEB <sup>2</sup>	FEC <sup>3</sup>
1	1	4,53	2,34	6,96
1	2	2,11	1,68	2,86
1	3	3,43	2,34	5,96
1	4	2,65	2,34	5,38
1	31	5,55	2,62	9,25
2	1	3,89	3,10	6,16
2	2	6,48	4,27	9,52
2	3	4,56	4,51	6,23
2	4	3,82	4,13	5,11
2	31	3,63	3,49	9,26
3	1	3,40	2,67	5,68
3	2	4,05	3,75	5,15
3	3	4,71	3,97	6,65
3	4	7,04	5,34	7,78
3	31	2,56	2,05	3,68
4	1	1,91	1,73	2,57
4	2	2,00	1,77	2,88
4	3	2,05	1,48	3,31
4	4	2,03	1,83	3,29
4	31	2,09	1,62	2,58
5	1	8,63	10,00	12,33
5	2	1,79	1,44	2,16
5	3	2,12	2,60	2,15
5	4	2,52	1,85	1,68
5	31	8,48	12,50	44,00
6	1	1,81	0,65	1,23
6	2	2,26	1,00	1,18
6	3	2,75	1,87	1,33
6	4	1,77	1,08	1,21
6	31	1,02	0,84	3,73
7	1	3,64	2,00	3,72
7	2	3,85	1,83	3,42
7	3	3,35	1,63	3,08
7	4	2,48	1,74	4,17
7	31	3,03	2,64	4,89
8	1	2,30		1,78
8	2	3,24		1,68
8	3	3,91	3,00	1,79
8	4	5,30	3,25	1,99
8	31	2,20		2,12

Fuente: Elaboración propia.

Para la tabla anterior se tiene que:

<sup>1</sup>FEA = Factor de expansión para autos.

<sup>2</sup>FEB = Factor de expansión para buses.

<sup>3</sup>FEC = Factor de expansión para camiones.

En general, el promedio de los factores de expansión para todo el estudio fue de 3.9, el promedio para los livianos fue de 3.47, para los buses de 2.89 y para los camiones de 5.25. Se destaca que el equivalente promedio correspondió a una muestra del 25%, es decir un carro encuestado por cada 4 vehículos que pasaron, considerando un periodo de 24 horas, conociendo de antemano que la encuestas fueron realizadas en un periodo de 12 horas.

### **6.3. APLICACIÓN DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN**

La aplicación de los factores de expansión para el periodo de encuestas se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$ME = MC * FE$$

En donde:

*ME* = Matriz OyD expandida para el periodo de encuestas en la estación y por tipo de vehículo

*MC* = Matriz OyD obtenida en campo en la estación por tipo de vehículo

*FE* = Factor de Expansión de la estación por tipo de vehículo

### **6.4. MATRICES OBTENIDAS**

Como resultado final del procesamiento se obtuvieron ocho (8) matrices; cuatro (4) correspondientes a la matriz general discriminadas en total, autos, buses y camiones, que conforman una matriz de gran tamaño (128x128), y otras cuatro (4) correspondientes a la matriz simplificada total, autos, buses y camiones.



A continuación se presenta en las Tablas (Tabla 39, Tabla 40 , Tabla 41 y Tabla 42) las matrices simplificadas de Origen y Destino, promedio de los cinco días del estudio:

**Tabla 39.** Matriz OyD simplificada total.

		DESTINO								
		5	6	7	8	90	91	92	93	95
ORIGEN	5	1	14	7	2	85	251	9	16	9
	6	0	196	26	2	303	41	17	14	10
	7	1	57	59	6	582	51	5	936	42
	8	0	172	86	0	4	4	2	2	4
	90	2	548	564	10	22	1328	106	2104	298
	93	1	35	983	1	1995	526	14	27	30

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 40.** Matriz de OyD simplificada autos.

		DESTINO								
		5	6	7	8	90	91	92	93	95
ORIGEN	5	1	4	3	2	63	216	8	13	8
	6	0	186	18	1	240	29	12	6	10
	7	1	37	19	3	329	22	2	351	12
	8	0	153	75	0	4	4	0	1	3
	90	1	414	328	8	16	963	90	1346	258
	93	0	19	418	1	1250	343	11	13	13

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41.** Matriz de OyD simplificada buses.

		DESTINO								
		5	6	7	8	90	91	92	93	95
ORIGEN	5	0	0	0	0	14	18	0	0	0
	6	0	1	0	0	21	1	0	0	0
	7	0	0	0	0	57	0	0	62	1
	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	90	1	60	112	0	1	140	5	271	6
	93	0	1	79	0	261	38	0	4	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42.** Matriz de OyD simplificada camiones.

		DESTINO								
		5	6	7	8	90	91	92	93	95
ORIGEN	5	0	10	5	0	7	17	1	2	0
	6	0	9	8	1	43	11	4	7	0
	7	0	21	40	3	197	29	3	522	29
	8	0	18	11	0	0	0	2	1	1
	90	0	74	124	2	6	225	11	487	34
	93	1	15	485	0	485	146	3	10	15

Fuente: Elaboración propia.

## 6.5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ORIGEN - DESTINO

Las actividades para el estudio de Origen y Destino mediante entrevistas sobre un costado de la vía, se efectuaron con base en la Resolución 0003202 de diciembre 28 de 1999 por la cual se establece el *Manual para determinar las necesidades de movilización en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera* [10].

Es importante resaltar que en el transcurso de la toma de información en campo de encuestas de OyD, se presentaron algunos inconvenientes en razón a la falta de continuidad en la presencia de la Policía Nacional, de la cual se requería su participación activa y permanente para realizar la detención de los vehículos que circulaban por las estaciones.

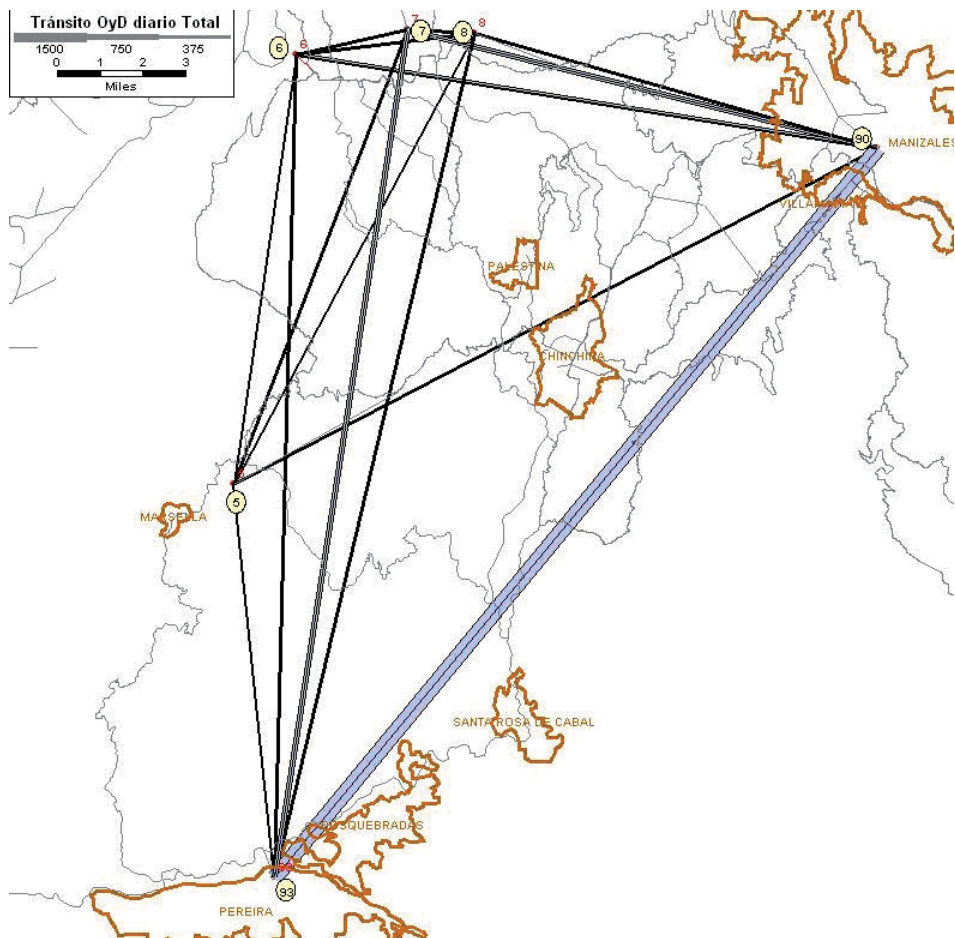
Como resultado general de la toma de información, se obtuvo que el equivalente promedio correspondiera a una muestra del 25%, es decir un carro encuestado por cada 4 vehículos que pasaron, considerando un periodo de 24 horas y conociendo que las encuestas fueron realizadas en un periodo de 12 horas. Esto en términos generales, representa una alta confiabilidad de los resultados por la amplitud del tamaño de la muestra.

De la matriz general total se puede observar cómo la zona de estudio posee un carácter de tipo central dado que se encontraron más de 100 orígenes y otro tanto de destinos, destacándose que sobre la red estudiada se presentan viajes hacia más de doce (12) departamentos, entre los que resalta Antioquia con el 9.1% de los viajes totales, Risaralda con el 19.4%, el Quindío con el 2.4% y Valle del Cauca con el 7.9% del total de viajes.

También se encontró una alta relación de viajes internos, puesto que el 57.9% de los viajes tienen origen en el departamento de Caldas, siendo Manizales quien aporta el 42.6% del origen de todos los viajes. Con respecto a los destinos, Antioquia posee el 8.1% del total de ellos, Quindío el 3.3%, Risaralda el 15.8% y el Valle del Cauca el 7.3% del total de los destinos. Al igual que los orígenes, Caldas posee la mayoría de los destinos con el 62.2% de ellos con una participación de Manizales del 24.3% y de Chinchiná del 18.9% de los destinos de los viajes.

Para efectos de simplicidad en el análisis de los corredores de la zona de influencia, la matriz general se simplificó, de tal forma que las estaciones

Figura 68. Líneas de deseo de viaje total general externos.



Fuente: Elaboración propia.

1 y 2 se remplazaran por la estación 90, es decir Manizales, así mismo las estaciones 3 y 4 por la 93 representada por el centroide de Pereira.

Adicionalmente se crearon los centroides 91 como Chinchiná, 92 como Palestina y 95 como la zona rural de Manizales (por ser significativo el número de viajes internos hacia la zona rural de este municipio), obteniéndose una matriz de seis orígenes (estaciones 5, 6, 7, 8 y centroides 90 y 93) y nueve destinos (estaciones 5, 6, 7, 8 y centroides 90, 91, 92, 93 y 95)

De la matriz simplificada se obtiene que el 42.9% de los viajes se originan o pasan por Manizales, el 31.1% se originan o pasan por Pereira y el 15% pasan por la estación 7 (salida a Medellín).

Respecto a los destinos, el 26.7% de los destinos pasan o van a Pereira, el 25.8% tienen como destino Manizales o pasan por ella y el 14.9% de los viajes pasan por la estación 7 (salida a Medellín). Se destaca como Chinchiná posee el 19% de los destinos, siendo este el más frecuente al interior de la zona de estudio.

En las Figuras 68 a 71, se presentan las líneas de deseo de viaje total general externos, total de autos, total de buses y total de camiones, respectivamente.

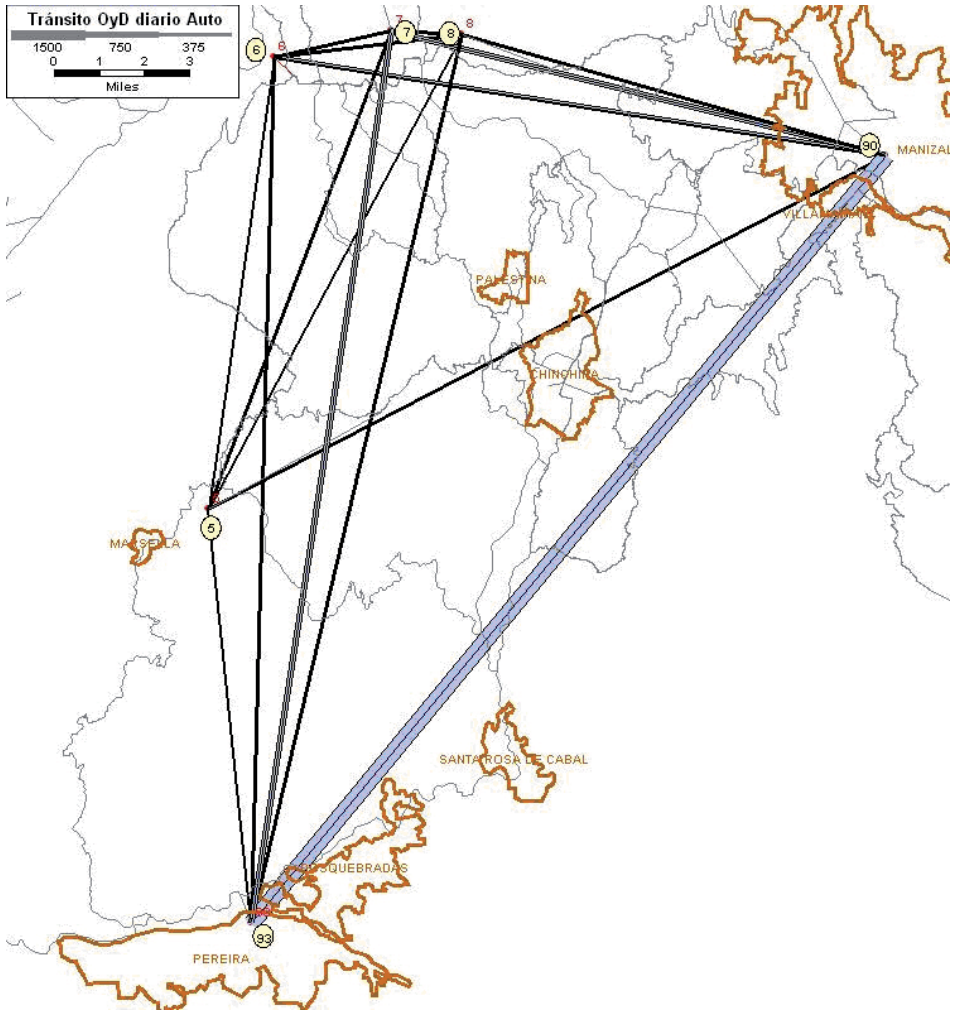
Se destaca que la mayoría de los viajes tienen origen o destino el par Manizales – Pereira, seguido por el par Pereira – Estación 7 (Salida a Medellín). En general los vehículos livianos mantienen la tendencia de los pares Manizales – Pereira y Pereira – Estación 7 (Salida a Medellín) con similar comportamiento al descrito para los deseos de viaje total. En este caso, para los buses (ver Figura 70), son mucho más notorios los valores de los viajes del par origen - destino Manizales – Pereira.

Se puede apreciar (ver Figura 71) cómo se destacan los viajes del par Pereira – Estación 7 (salida a Medellín), respecto al flujo de camiones, probablemente influenciados por el consumo de la ciudad de Pereira, así como por las atracciones de Cali y Buenaventura, dado que este es el corredor de paso obligado desde Medellín hacia estos sitios.

Entre la Figura 72 y la Figura 75, se presentan los viajes internos desde las estaciones de acceso a la zona de estudio, hacia Chinchiná (estación 91), Palestina (estación 92) y hacia la zona rural del municipio de Manizales (estación 95). Chinchiná se configura como el principal destino al interior de la zona de estudio, con viajes desde y hacia Manizales y Pereira (ver Figura 72).

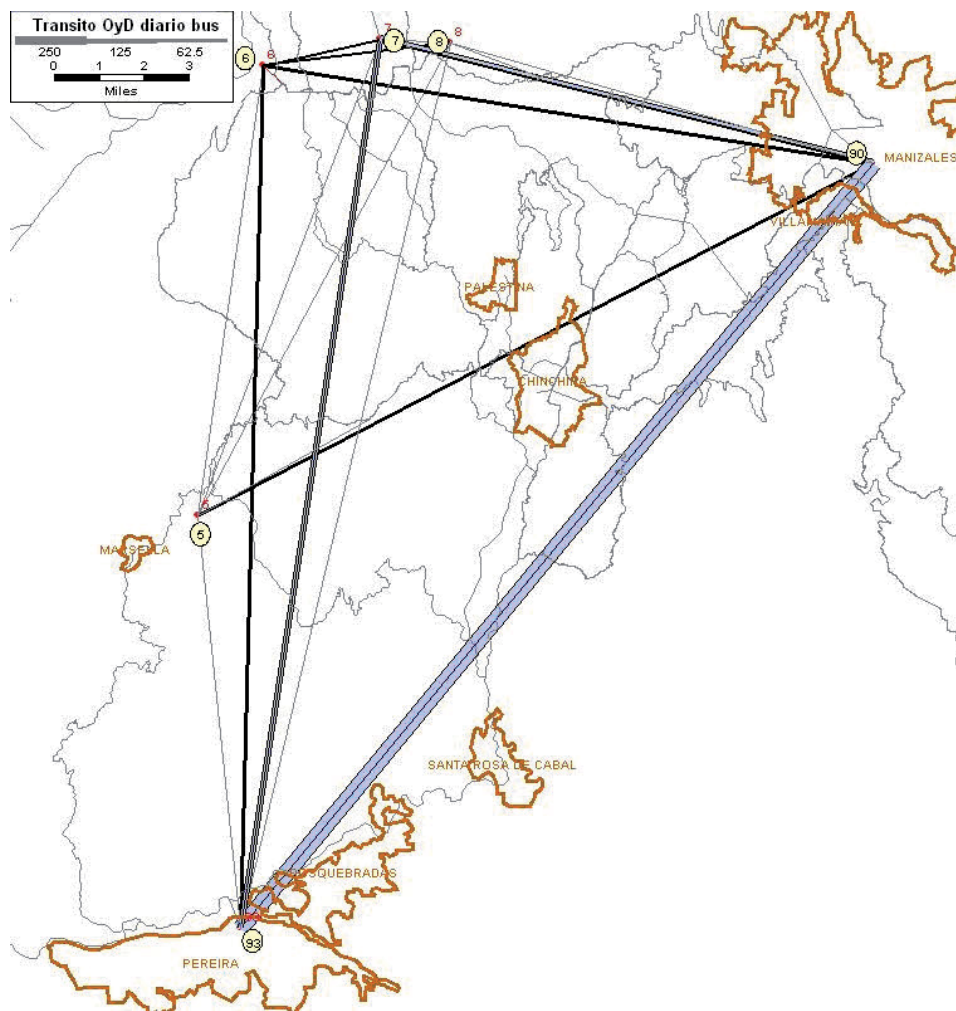
Se nota una fuerte relación entre Manizales y Chinchiná como el par origen – destino más importante del interior de la zona de estudio para todos los tipos de vehículos, seguido por el par Chinchiná – Pereira (Ver Figura 73, Figura 74 y Figura 75).

Figura 69. Líneas de deseo de viaje livianos externos.



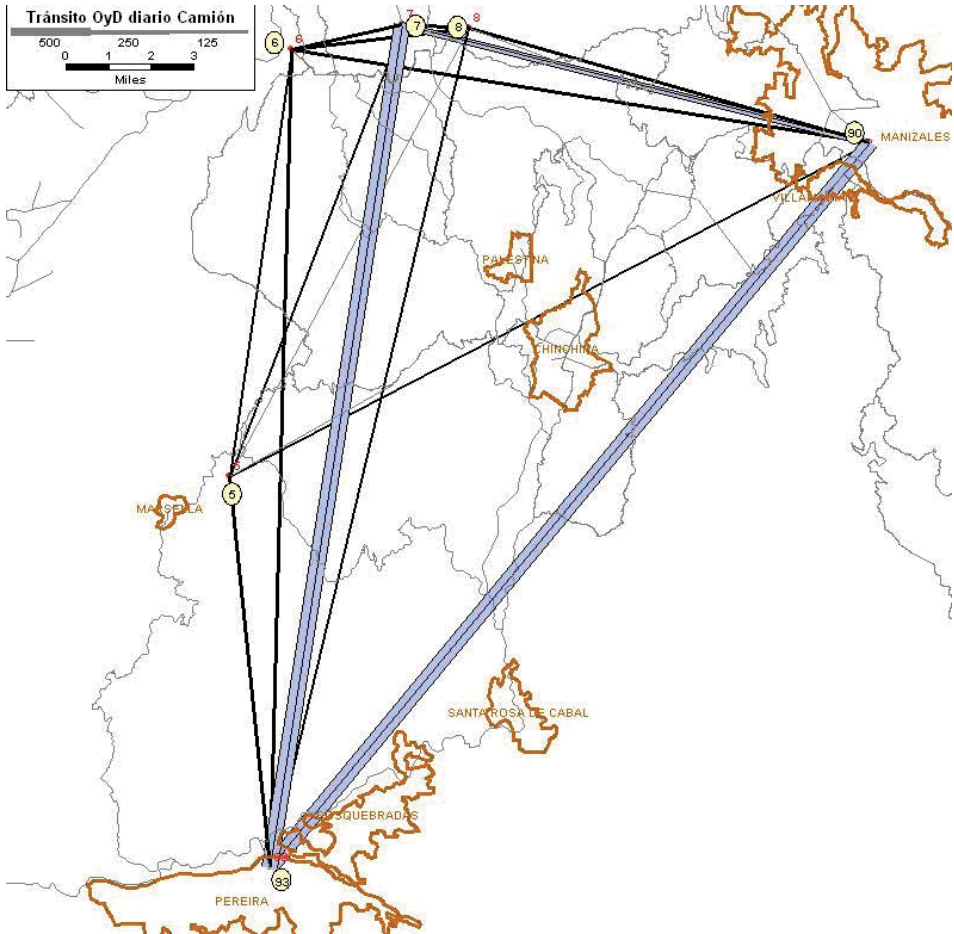
Fuente: Elaboración propia.

Figura 70. Líneas de deseo de viaje buses externos.



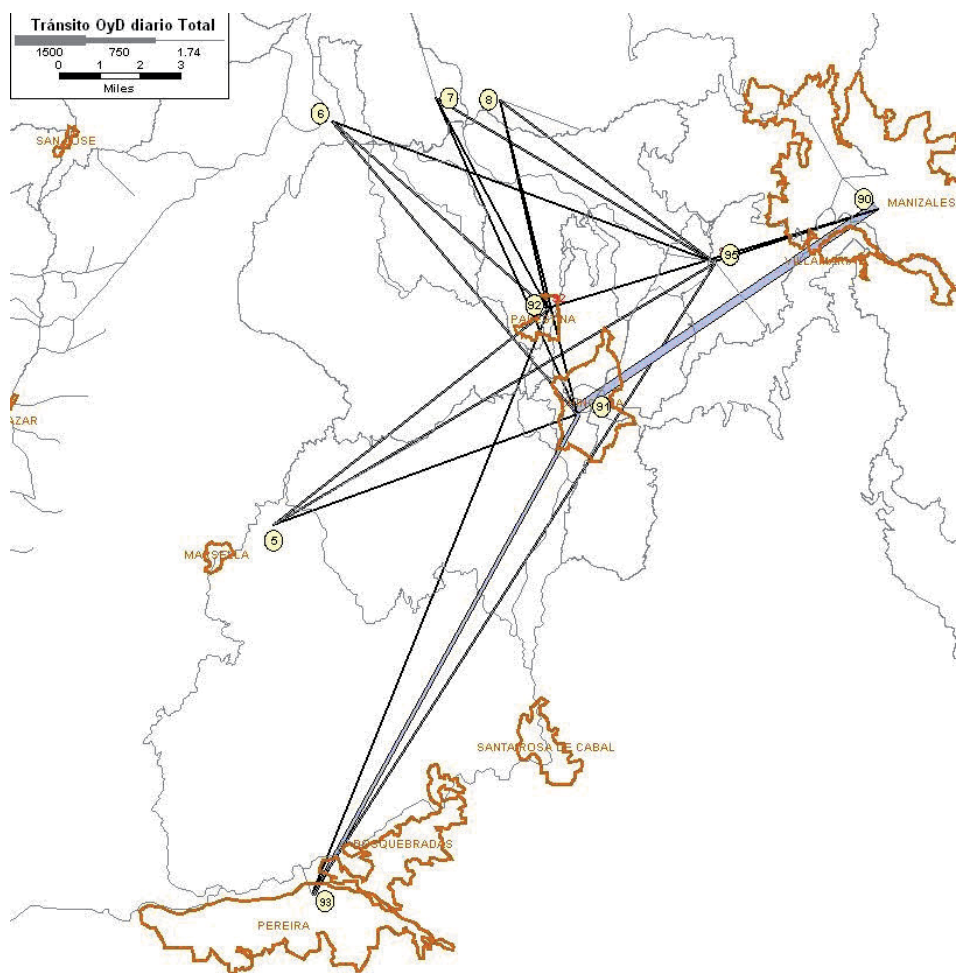
Fuente: Elaboración propia.

Figura 71. Líneas de deseo de viaje camiones externos.



Fuente: Elaboración propia.

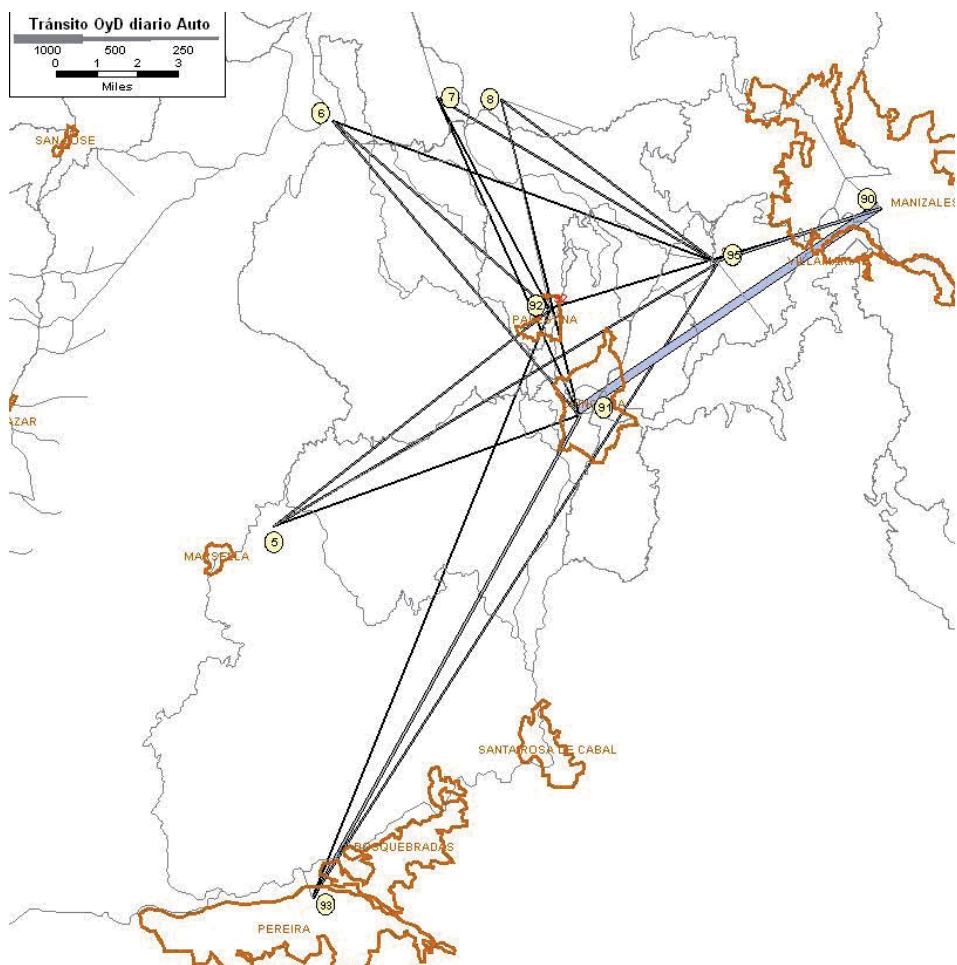
Figura 72. Líneas de deseo de viaje total general interno.



Fuente: Elaboración propia.

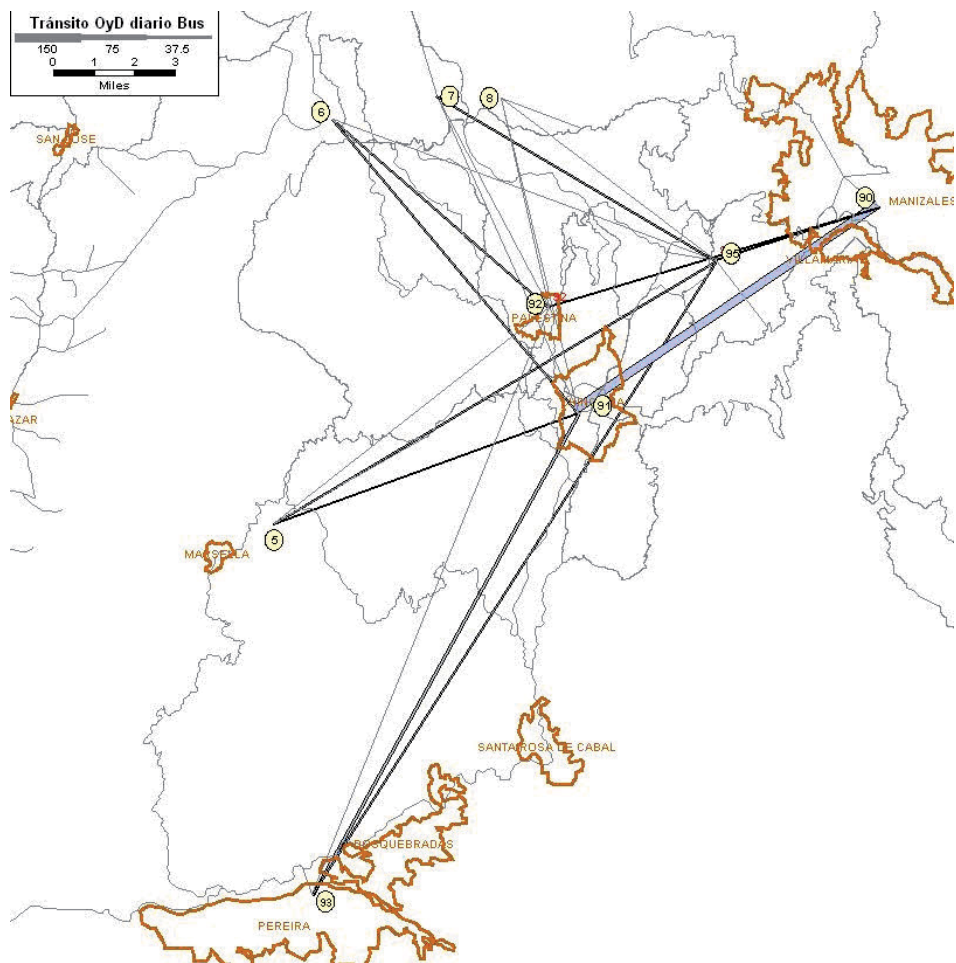


Figura 73. Líneas de deseo de viaje de livianos interno.



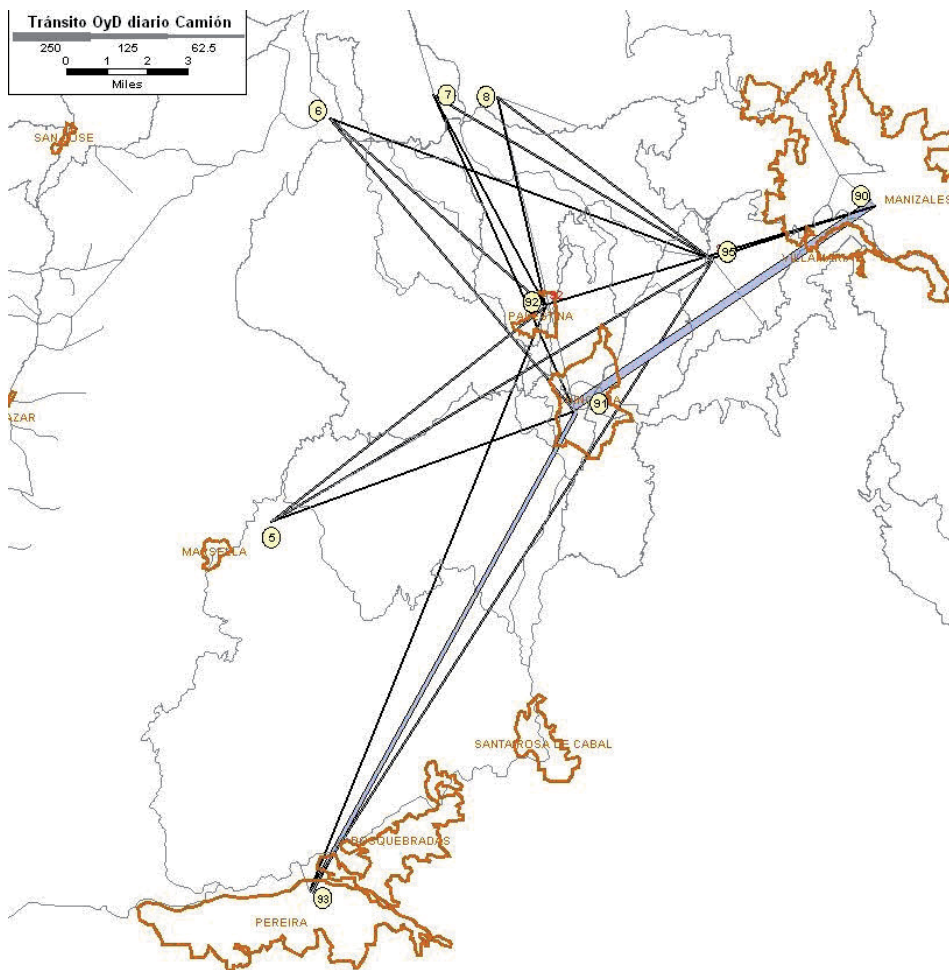
Fuente: Elaboración propia.

Figura 74. Líneas de deseo de viaje de buses interno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 75. Líneas de deseo de viaje de camiones interno.



Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad Palestina no corresponde a un extremo de un par origen – destino importante, por lo que presenta un número bajo de viajes, sin embargo esta situación se presume cambiará con la construcción del aeropuerto del Café.

## 7. VEHÍCULO FLOTANTE

El parámetro que mejor define la calidad del servicio de una vía es su velocidad; a partir de ella se puede determinar su nivel de servicio, el cual se define como *la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, que se refleja en grado de satisfacción o contrariedad que experimentan éstos al usar la vía* [5]. El nivel de servicio es una medida cualitativa y va del nivel de servicio A (velocidad flujo libre) al F (congestión).

La calidad del servicio que presta una vía, se puede evaluar a partir de la determinación de las velocidades de recorrido y de marcha que sobre ella se alcancen. El estudio consiste en medir los tiempos de recorrido y de marcha y a partir de estos determinar la velocidad con la que se transita sobre la vía.

La evaluación de los tiempos de recorrido y demoras y la determinación de las velocidades de circulación sobre los corredores establecidos previamente mediante el estudio del Vehículo Flotante, están orientadas fundamentalmente hacia la obtención de la velocidad de operación de vehículos livianos.

La velocidad promedio sobre una vía que se requiere calcular en el desarrollo de este estudio es la velocidad media con base en la distancia o velocidad media de recorrido, que se calcula como la distancia recorrida, dividida entre el tiempo medio de recorrido de varios viajes, sobre un tramo determinado de vía.

La información de las demoras se registra cuando el flujo del tránsito es detenido o forzado. La duración de las demoras del tránsito se mide en unidades de tiempo, anotando el lugar en que ocurren, causa y frecuencia

de las mismas, para un recorrido. Las demoras pueden ser determinadas, para recorridos a lo largo de una ruta, durante un día y hora de la semana específica, así como en lugares seleccionados, donde existen serios problemas de tránsito.

En el método del vehículo flotante, es necesario contar con un vehículo ligero en perfectas condiciones mecánicas de funcionamiento, un conductor habitual representativo, los anotadores, y un (1) cronómetro para medir los datos de tiempo de recorrido y demoras durante el recorrido del vehículo de prueba.

El propósito en este caso en particular es caracterizar la movilidad de la región centro-sur del departamento de Caldas, para obtener los *Tiempos de recorrido y demoras*, mediante el estudio del *Vehículo flotante*, las velocidades promedio a lo largo de varios corredores específicos establecidos en la zona de influencia del proyecto, así como la causas que influyen en la variación de estas velocidades y tiempos (demoras y detenciones), con el propósito de evaluar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras del tránsito vehicular, así como el de alimentar la base de datos que servirá de soporte para el modelo de accesibilidad.

## **7.1. PROCEDIMIENTO REALIZADO EN CADA RECORRIDO**



Para cada recorrido se siguió el siguiente procedimiento y se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Los recorridos fueron realizados sobre los corredores viales de la zona en estudio relacionados anteriormente, en diferentes días de la semana, en diferentes horas del día y en ambos sentidos de circulación.
- Estos recorridos fueron planificados y realizados en los periodos de mayor demanda de viajes (horas pico), así como en los periodos horas valle de los días típicos. La determinación de las horas pico se hizo mediante el análisis de los volúmenes vehiculares obtenidos mediante el estudio de aforos desarrollado en el marco de este

mismo convenio. Los periodos de máxima demanda (hora pico) se presentan en Tabla 29 de este documento.

- De acuerdo con las recomendaciones establecidas para la realización de este tipo de estudios, la longitud mínima del tramo estudiado debe ser alrededor de un 1.5 Km., parámetro que se cumplió cabalmente.
- Para realizar el trabajo de campo, se desarrolló el siguiente formato (ver Figura 76):

**Figura 76.** Formato de campo del estudio de velocidad por el método del vehículo flotante.

		ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y ESTUDIOS TÉCNICOS PARA EL SISTEMA VIAL DE LA REGIÓN CENTRO-SUR DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS ESTUDIO DEL VEHÍCULO FLOTANTE					
INSTITUCIÓN:		ENTIDAD:		FECHA (D.M.A.):		Hoja:	
APROBADO:		OBSERVACIONES:		DIA:		DE:	
HORA INICIO:		HORA FIN:		RECORRIDO No.:		LONGITUD:	
Condición climática:		Tramo:		Sentido:		Velocidad a flujo libre (km/h):	
VÍA RECORRIDA		CRUCE CON VÍA TRANSVERSAL		LECTURA DEL ODOMETRO		Tiempo acumulado de parada	
						INICIO (min - seg)	
						FIN (min - seg)	
						TIEMPO TOTAL ACUMULADO	
						CAUSA DE LA DEMORA	

Fuente: Elaboración propia.

- Antes de emprender los recorridos, se determinaron los puntos iniciales y finales del tramo, así como los puntos de control donde se consideró importante registrar tiempos de recorrido parciales y/o medir demoras.
- Los puntos de control establecidos a lo largo de los corredores viales correspondieron a lugares de referencia (veredas, estaciones de policía, algunos puentes), sitios donde se presentan cambios en las características de la vía, del terreno o del tipo de superficie de rodadura (*pavimento en buen estado – PB, pavimento en regulas estado – PR, pavimento en mal estado – PM, Afirmado en buen estado – AB, afirmado en regular estado – AR y afirmado en mal*

*estado – AM*), estaciones de peaje y/o puntos de intersecciones viales, entre otros.

- En la primera columna se toma el dato de la vía sobre la cual se realizó el recorrido; la segunda columna contiene las principales vías transversales que se encuentran en el recorrido. Estos dos (2) datos conforman los principales puntos de control establecidos. De igual manera, se consignó en la hoja de campo la información de identificación sobre el encabezado:
  - ✦ SITIO: Nombre del corredor en estudio.
  - ✦ SENTIDO: Sentido de circulación que se analizará.
  - ✦ FECHA: (D.M.A.): Fecha en que se realiza el estudio.
  - ✦ AFORADOR: Nombre del aforador.
  - ✦ DIA: Corresponde al día de la semana del estudio.
  - ✦ RECORRIDO No.: Número de recorrido a realizar.
- Poco antes de llegar al punto de inicio, se anotan en la hoja de campo los datos generales de última hora relativos al recorrido, tales como hora de inicio y condiciones climáticas.
- Posteriormente se da inicio al desplazamiento a lo largo del corredor seleccionado en el vehículo de prueba, con el propósito de abarcar condiciones de comportamiento normal en la corriente del tránsito.
- En el instante en que el vehículo de prueba pasó sobre el inicio del tramo, se registró la lectura del odómetro, al tiempo que se puso en marcha el cronómetro.
- Durante los recorridos del tramo en estudio se registraron en la tercera columna del formato de campo las distancias recorridas acumuladas en el odómetro desde el inicio del tramo en el momento del paso por cada uno de los puntos de control, verificado en cada dato la repetitividad del resultado y su coherencia con las medidas preexistentes.
- Simultáneamente, se registraron de manera acumulada en el campo "INICIO" (cuarta columna del formato de campo), las



lecturas de los tiempos acumulados de paso por los puntos de control. Es de aclarar que estas lecturas se realizaron en el instante en que el vehículo pasó sobre el eje de la vía transversal que constituye el punto de control a considerar. Generalmente en las intersecciones se usó como referencia del paso del vehículo observado, la línea imaginaria de prolongación del eje de la vía transversal de la intersección.

- La definición de las demoras (lugar, duración y causa de cada detención), se realizó durante el mismo procedimiento de toma de información en campo en el momento en que estas se presentaron, de manera acumulada de acuerdo con lo registrado en el cronómetro.
- Se registró el tiempo acumulado en términos de minutos y segundos (min – seg) en el campo “FIN” en el instante en que el vehículo se detuvo; por su parte, en el momento en que el vehículo se puso en movimiento, se anotó en el campo “TIEMPO TOTAL ACUMULADO” (sexta columna del formato de campo) el valor indicado por el cronómetro en términos de minutos y segundos (min – seg). La diferencia de estas dos lecturas corresponde al tiempo de demora.
- En la séptima columna “CAUSA DE LA DEMORA” se indicó la causa aparente de la demora, asociada ésta al lugar exacto donde se experimentó, escribiendo además el símbolo correspondiente, así:
  - ✦ S - Semáforo.
  - ✦ SP - Señal de pare.
  - ✦ GI - Giro a la izquierda.
  - ✦ GD - Giro a la derecha.
  - ✦ VE - Vehículos estacionados.
  - ✦ P - Cruce de peatones.
  - ✦ B - Transporte público sirviendo a pasajeros.
  - ✦ C - Congestión.
  - ✦ PE - Estación de peaje.
- Al llegar el vehículo flotante al final del tramo, se detuvo el cronómetro y se consignó el tiempo total de recorrido en la fila

que contiene las vías que conforman el último punto de control.

- Una vez se llegó al final del corredor recorrido, se dio media vuelta para empezar de nuevo la marcha en el sentido contrario, y de esta manera proceder a estudiar el corredor vial en el otro sentido de circulación.

## 7.2. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Con los datos capturados en campo fueron calculados el tiempo total de recorrido y las demoras, tanto para cada tramo entre puntos de control como para todo el corredor estudiado. Con esta información, las medidas de tiempo fueron convertidas en velocidades medias de recorrido para cada tramo en estudio, dividiendo la longitud del tramo o del corredor por el tiempo de recorrido. La velocidad media de cada recorrido se calculó de la siguiente manera:

$$Vr = \frac{60 * D}{T}$$

Donde,

$Vr$  = velocidad de recorrido en km/h.

$D$  = longitud del tramo o del corredor en estudio en kilómetros

$T$  = tiempo de recorrido en minutos

## 7.3. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos se relacionan a continuación en la Tabla 43:

**Tabla 43.** Resultados de velocidad en hora pico y hora valle sobre los corredores evaluados.

CÓDIGO	TRAMO	VHP	VHV
		Km/h	Km/h
2902	Estación Uribe - La Violeta	40,15	42,21
2902	La Violeta - Chinchiná	37,61	39,84
5005	Estación Uribe - San Peregrino	45,07	47,11
5005	San Peregrino - La Trinidad	45,07	47,84
5005	La Trinidad - La Manuela	45,54	50,42
5005	La Manuela - Tres Puertas	52,67	49,87
50CL02	Tres Puertas - Km 41	50,34	51,29
29CL09	La Manuela - Club Campestre	47,37	50,91
29CL06	La Manuela - Palestina	12,95	15,18
29CL09	Club Campestre - Chinchiná	44,48	47,61
29CL09-1	La Trinidad - Club Campestre	50,75	52,85
50CL05	Manizales - Quiebra de Vélez	32,52	35,70
50CL05	Quiebra de Vélez - La Cabaña	36,40	38,92
50CL05	La Cabana - Tres Puertas	35,93	38,35
5004	Tres Puertas - La Fonda (La Rochela)	37,14	37,60
5004	La Fonda (La Rochela) - Alto El Paisa	36,92	41,55
5004	Alto El Paisa - Arauca	30,15	32,18
29CL01	La Fonda (La Rochela) - Y vía secundaria dpto.	30,41	31,58
29CL01	Y vía secundaria dpto. - La Capilla	41,42	42,16
29CL01	La Capilla - Palestina	23,38	24,08
29CL01-1	Curazao-hacia Marsella (La Ínsula)	21,04	22,76
29CL01-2	La Capilla - Curazao	21,77	30,58
2902	Chinchiná - Guayabal	34,88	41,20
2902	Guayabal - Peaje Tarapacá I	35,46	36,00
29CL01	Palestina - cruce hacia Chinchiná	23,49	24,34
29CL01-1	Cruce hacia Chinchiná - Curazao	29,47	29,89
29CL01	Intersección Palestina - Chinchiná	20,53	27,50
A. La Paz	Curazao - variante Santa Rosa (A. La Paz)	22,83	23,25
VAR CHINCHINÁ	Peaje Tarapacá II - intersección hacia Guayabal	45,86	54,67
VAR CHINCHINÁ	Intersección hacia Guayabal - Cruce A. La Paz (var Chinchiná)	53,33	57,78
VAR CHINCHINÁ	Cruce A. La Paz (var Chinchiná) - Intersección TERPEL	45,00	46,09

VHP = Velocidad Hora Pico; VHV = Velocidad Hora Valle.

Fuente: Elaboración propia.

## 7.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS VEHÍCULO FLOTANTE

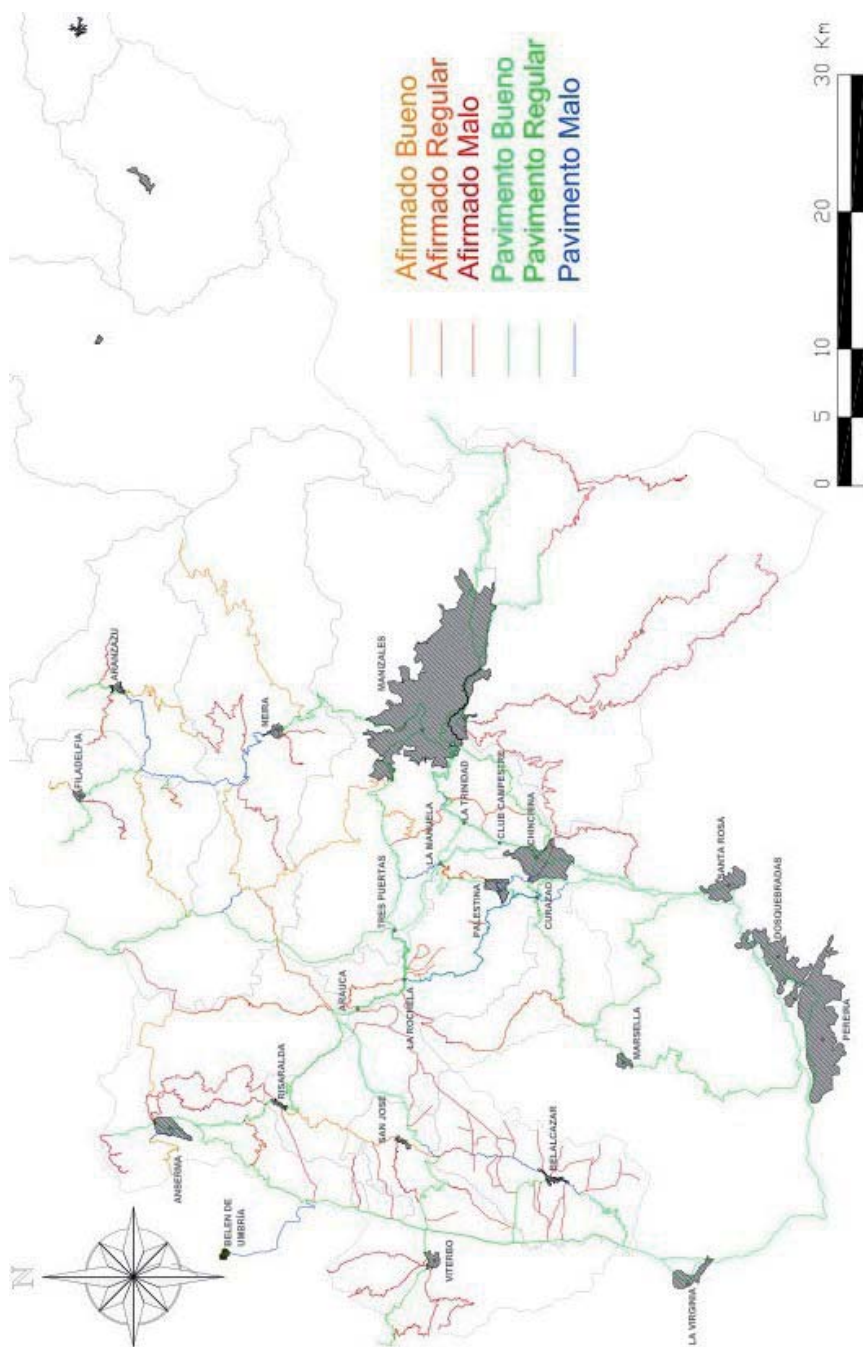
El presente análisis permitió caracterizar el comportamiento del tráfico vehicular en los corredores viales de la zona de influencia de la región centro-sur del departamento de Caldas, en lo referente a la velocidad promedio por tramos y/o a lo largo de la distancia recorrida, así como la clasificación de las demoras registradas.

La evaluación de los tiempos de recorrido y la determinación de las velocidades sobre los corredores establecidos previamente, por el método desarrollado en este estudio, están orientados a la operación de vehículos livianos. Es de aclarar que durante el proceso de toma de información en campo fueron utilizados vehículos ligeros particulares, los cuales efectuaron los recorridos a una velocidad representativa de las condiciones medias del tránsito (velocidad “promedio”); considerada como el promedio de las velocidades de los vehículos en circulación en la corriente del tránsito.

El proceso de toma de información de campo es representativo de las condiciones de operación de los arcos estudiados, dado que la toma de información fue suspendida de manera temporal, en razón al paro de transportadores de carga que se presentaba durante algunos días en el país; no obstante, tales actividades fueron reanudadas una vez superada esta situación y normalizadas las condiciones del tráfico, lo que garantiza la calidad de la información y la representatividad del periodo estudiado.

## **7.5. DATOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Los resultados presentados en la Tabla 44, fueron incorporados al sistema de información geográfica, en cada arco correspondiente, sin embargo el resto de arcos incluidos en un perímetro de 35 Km. (ver Figura 8) a partir de la población de Palestina, no fueron evaluados mediante medidas de campo, por lo que se realizó un análisis estadístico de las medidas existentes, utilizando la base de datos del SIG, para determinar las características según el tipo de vía (primaria, secundaria o terciaria, ya sea nacional o departamental, ver Figura 77), el tipo de terreno por el cual se desarrolla la vía (ver Figura 78), el tipo de superficie de rodadura (pavimento o afirmado) y su estado (bueno regular o malo, ver Figura 79).



**Figura 77.** Red vial estudiada según la categoría de la vía.

Fuente: Elaboración propia a partir de GOBERNACIÓN DE CALDAS [4].

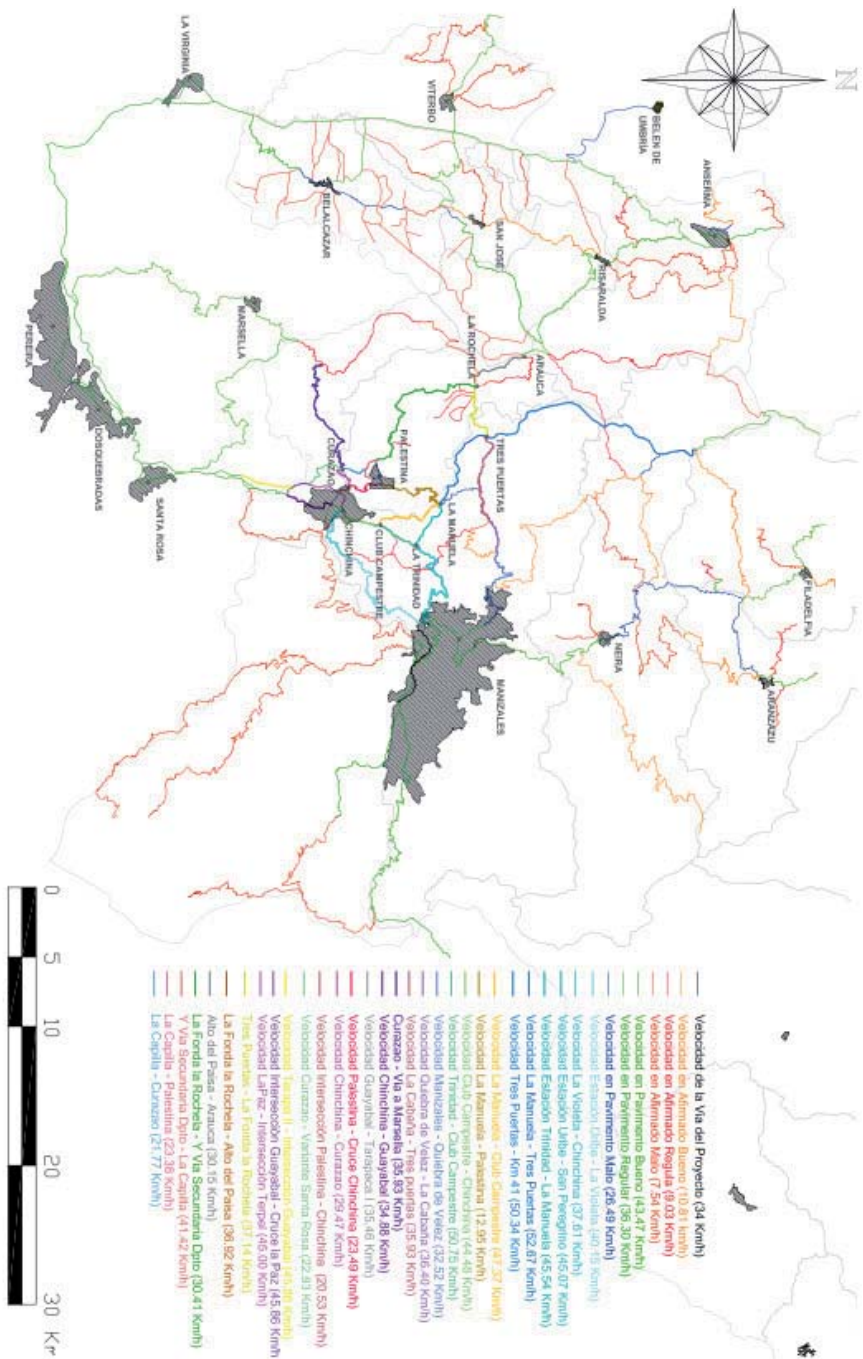
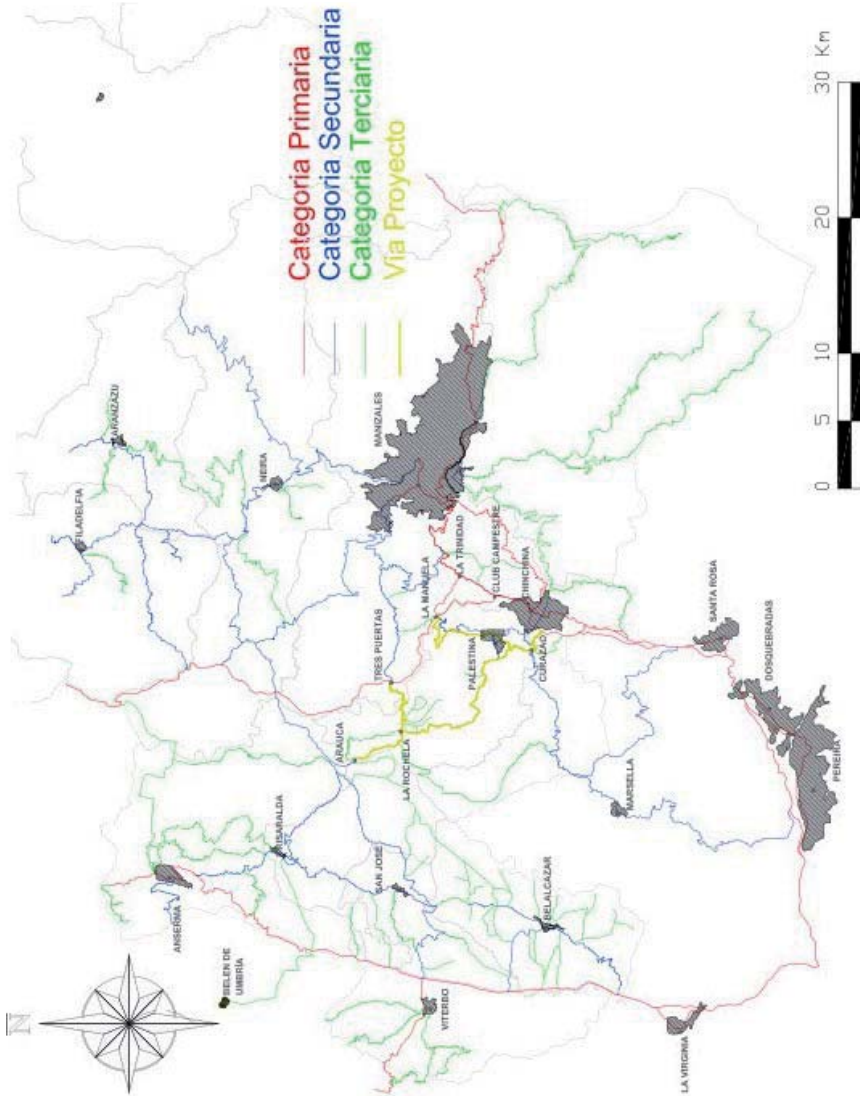


Figura 78. Red vial estudiada según el tipo de terreno.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 79.** Red vial estudiada según el tipo y estado de la superficie de rodadura.

Fuente: Elaboración propia.





Con esta información se determinó la diferencia porcentual para los diferentes tipos de vías respecto a su estado por cada categoría, encontrando una variación promedio del 16.5% de disminución de la velocidad por pasar de un estado de bueno a regular o de regular a malo. Con este parámetro se determinaron las velocidades promedio para todos los arcos de la zona de análisis donde se carecía de información de velocidad promedio del tipo de vía y el estado de su superficie de rodadura, como es el caso del afirmado en vías terciarias en mal estado, ya que este tipo de superficie no se encontró en ninguno de los arcos donde se tomó información en forma directa. Las demás vías fueron caracterizadas con los valores promedios encontrados en la zona de análisis del trabajo de campo.

Finalmente, la red vial estudiada según las velocidades de operación se observan en la Figura 80. Es con todo los anteriores datos de propiedades de los arcos, con los cuales se analiza y obtiene el modelo de tránsito.



## 8. MODELO DE TRÁNSITO

De forma general, el proceso de planificación regional, debe tener en cuenta el tráfico que soporta la red en análisis, entendiendo que este es un proceso evolutivo, explicado actualmente mediante métodos que involucran variables como la población actual y futura, su distribución en el territorio, la generación de viajes y su relación con las particularidades de cada zona.

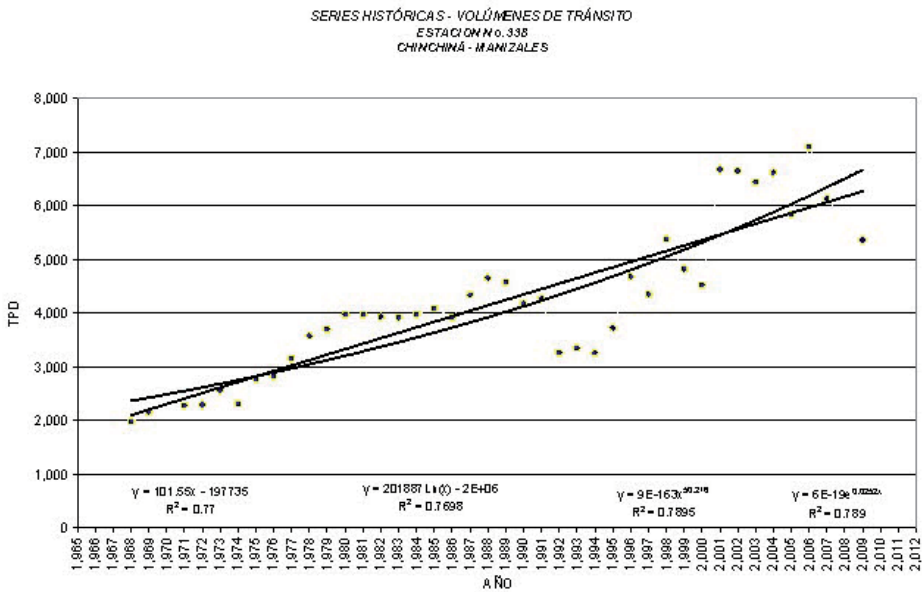
En este caso particular, se realizó un análisis sobre la zona centro sur del departamento de Caldas; específicamente se analizó el modelo de tránsito involucrando los municipios de Manizales, Chinchiná, Villamaría, Palestina, Neira, Anserma, Risaralda, Belalcázar, Viterbo, San José, Santa Rosa de Cabal, Dosquebradas, Pereira, Marsella y La Virginia.

El siguiente subcapítulo contiene el modelo de tránsito formulado mediante la herramienta TransCAD® consistente en un Sistema de información geográfica (SIG) de aplicación específica a problemas del tránsito y del transporte, donde se han integrado los resultados de los análisis de los volúmenes vehiculares, el análisis de las series históricas de tránsito, el análisis de la prueba de vehículo flotante, el análisis de accesibilidad territorial que la red viaria actual está ofreciendo al territorio, el estudio de origen y destino (O y D), y lo relacionado con la base del levantamiento vial tomado de la base cartográfica existente y ajustada con levantamientos realizados mediante equipos GPS.

## 8.1. ANÁLISIS DE SERIES HISTÓRICAS DE TRÁNSITO CORREGIDAS

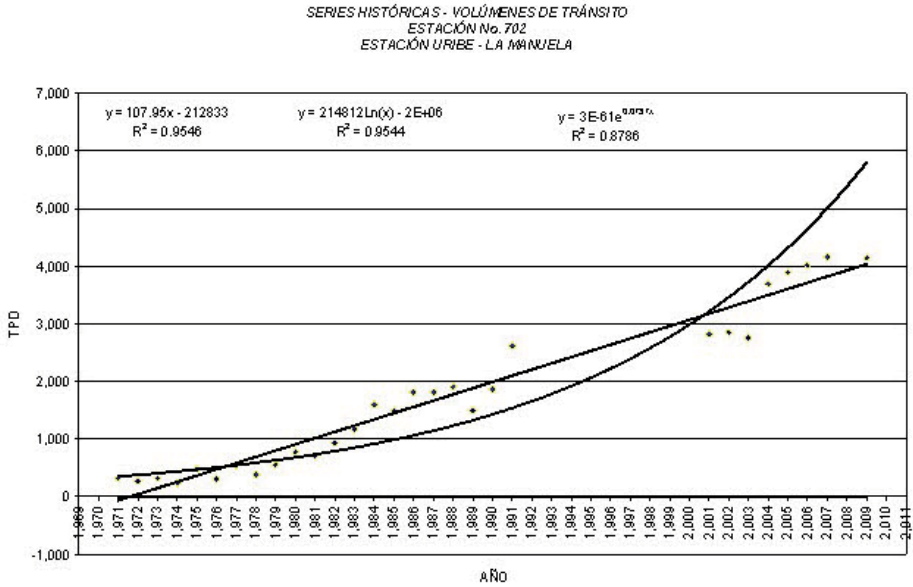
En el desarrollo de este libro se presentó el análisis de regresión para cada estación tomando el 100% de los datos, lo que en muchos casos significó que el coeficiente de correlación fuera no significativo. A continuación se presenta un análisis donde se descartan aquellos puntos considerados atípicos hasta obtener valores aceptables de correlación (ver Figura 81 a Figura 91).

**Figura 81.** Serie histórica corregida estación 338.



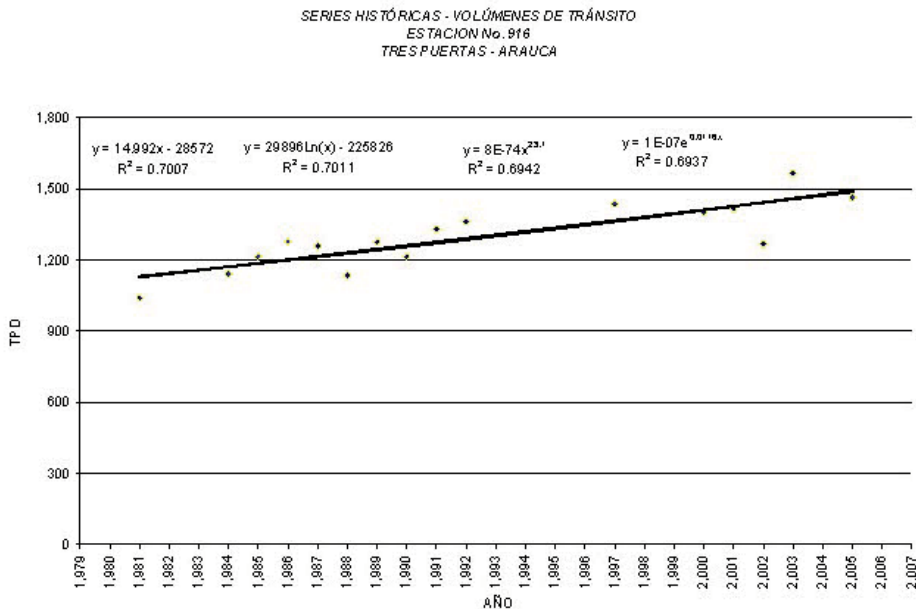
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 82.** Serie histórica corregida estación 702.



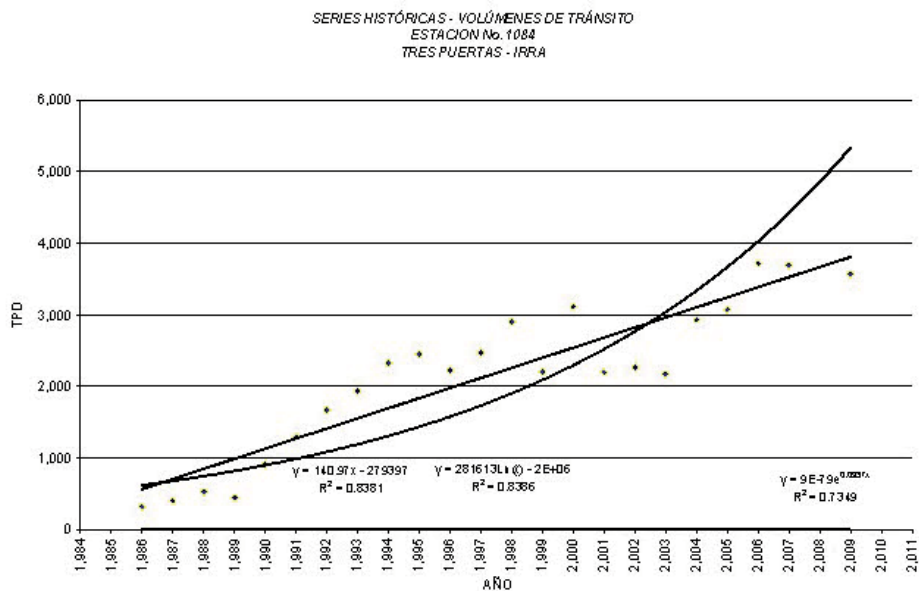
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 83.** Serie histórica corregida estación 916.



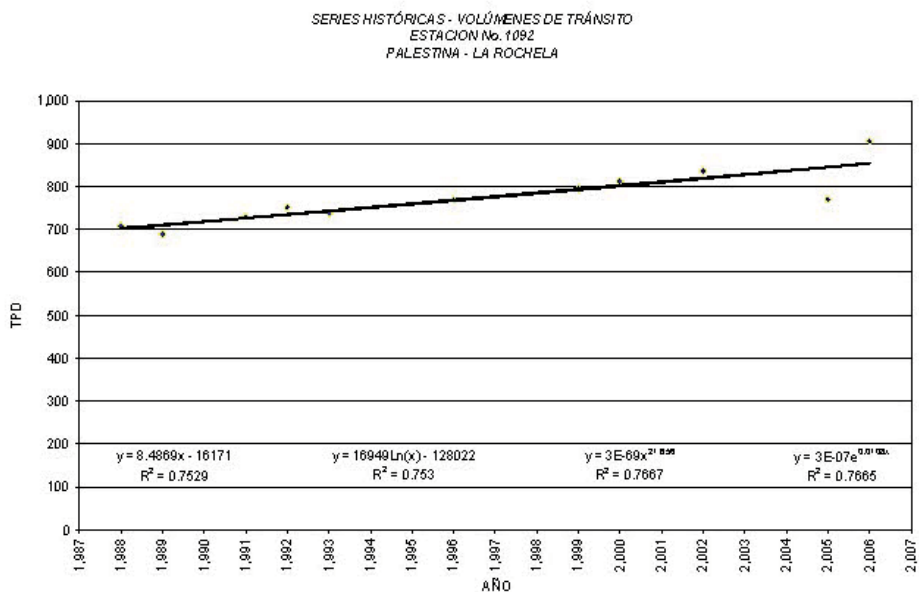
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 84.** Serie histórica corregida estación 1084.



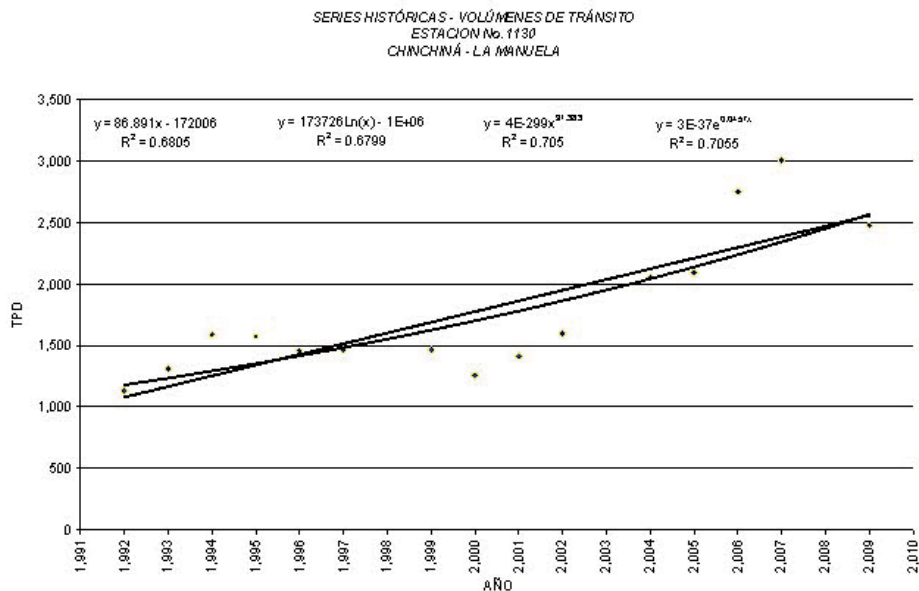
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 85.** Serie histórica corregida estación 1092.



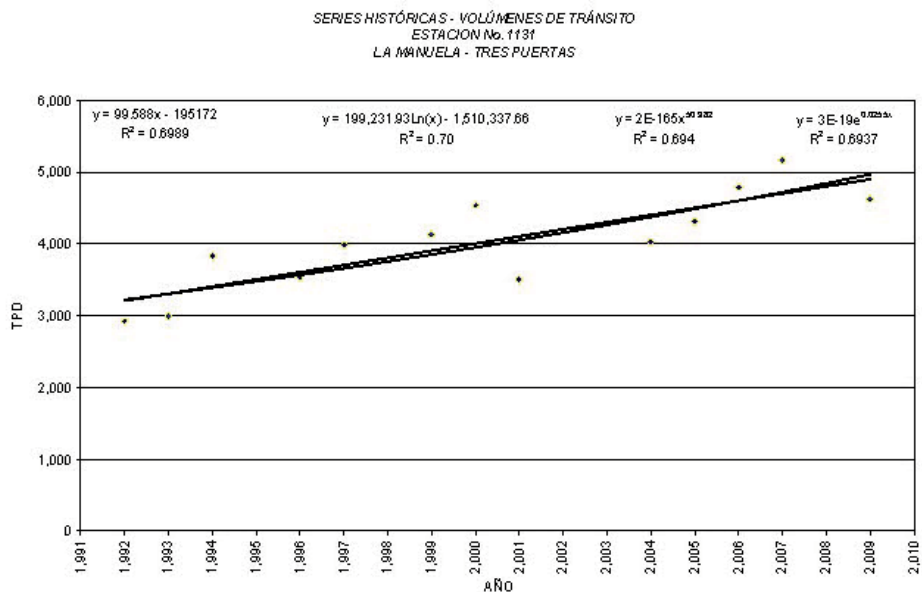
Fuente: Elaboración propia.

Figura 86. Serie histórica corregida Estación 1130.



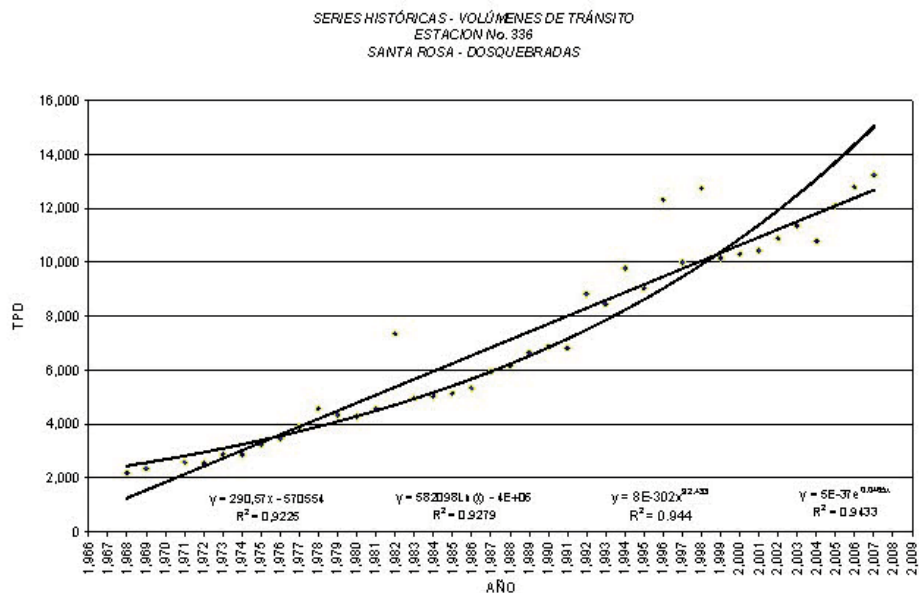
Fuente: Elaboración propia.

Figura 87. Serie histórica corregida estación 1131.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 88.** Serie histórica corregida estación 336.



**Figura 89.** Serie histórica corregida estación 337.

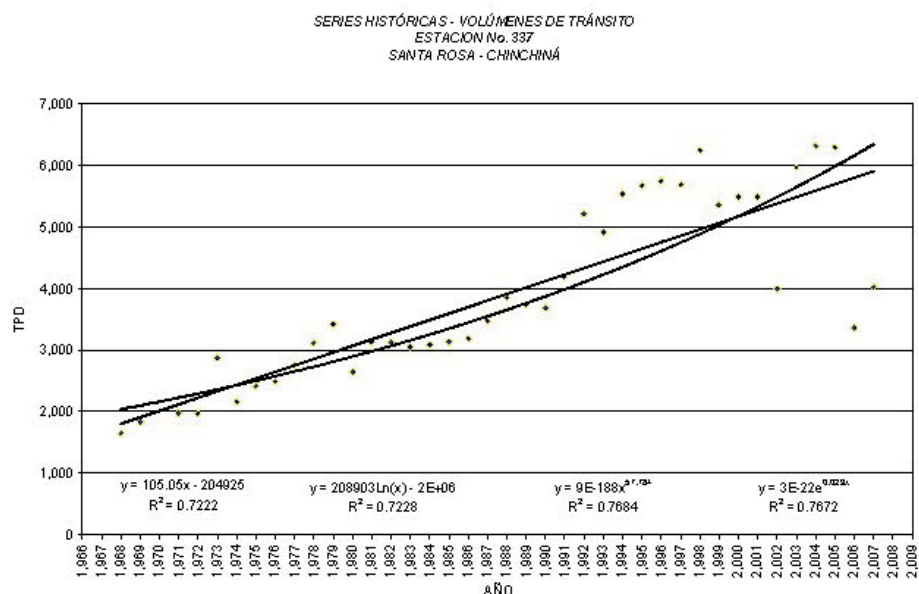
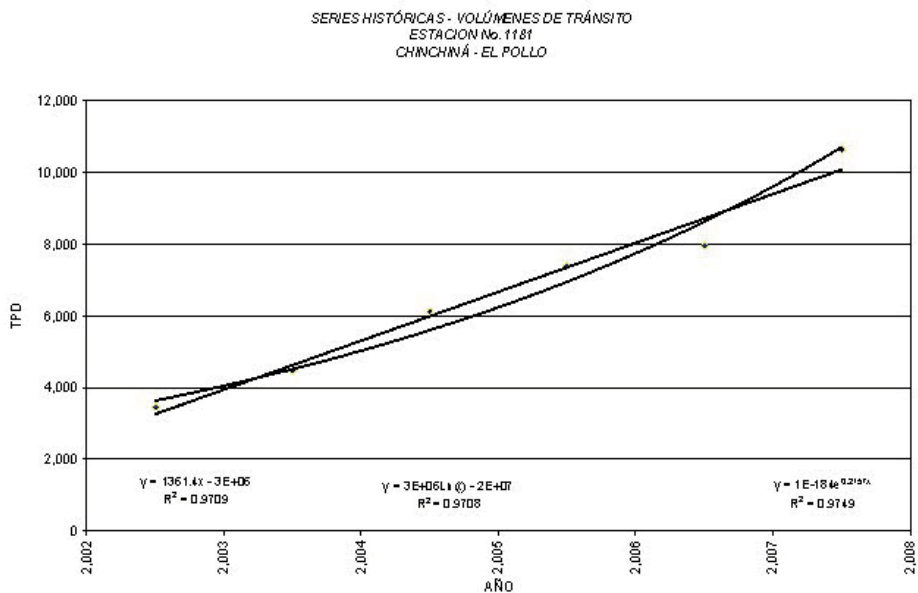


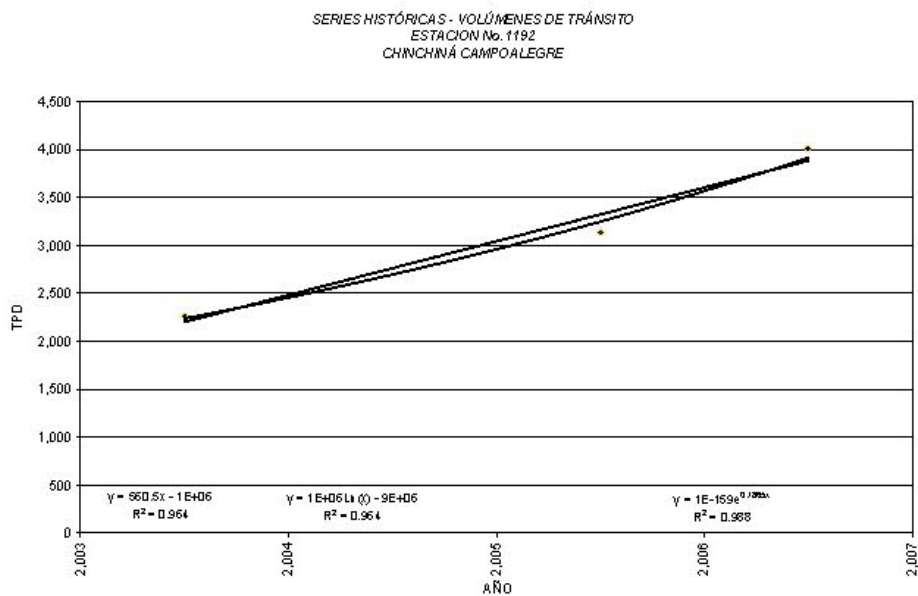


Figura 90. Serie histórica corregida estación 1181.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 91. Serie histórica corregida estación 1192.



Fuente: Elaboración propia.

## 8.2. DATOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En la Figura 77 se presentó la red vial estudiada, así mismo, cada arco que conforma la red vial posee unos atributos que han sido organizados en una estructura de base de datos como se observa en la Figura 92. La estructura de base de datos está conformada entonces por los siguientes campos:

ID:	Código de identificación del tramo.
Length:	Longitud del tramo.
Dir:	Sentido de circulación del tramo.
COD_VIA:	Código de identificación del tramo de vía.
VHP_1:	Velocidad en la hora pico.
TVIAJE_HP_1:	Tiempo de viaje en la hora pico.
TIPO SUPERFICIE:	Material de la superficie de rodadura.
PB:	Longitud en pavimento en buen estado.
PR:	Longitud en pavimento en regular estado.
PM:	Longitud en pavimento en mal estado.
AB:	Longitud en afirmado en buen estado.
AR:	Longitud en afirmado en regular estado.
AM:	Longitud en afirmado en mal estado.
CATEGORIA:	Nombre de quien depende la administración de la vía.
TIPO_TERRE:	Tipo de terreno.
PENDIENTE:	Pendiente de la vía.
CAPACIDAD:	Capacidad estimada del tramo de vía.
F1:	Factor 1 de corrección de la capacidad.
F2:	Factor 2 de corrección de la capacidad.
N:	Número de carriles del tramo de calzada.
CBC:	Capacidad básica del carril.
W:	Ancho promedio del tramo de calzada.

Figura 92. Estructura de la base de datos.

COD_VIA	VHP_1	VHP_2	VIAJE_HP_2	[TIPO SUPERFICIE]	PB	PR	PM	AB	AR	AM	CATEGORIA	TIPO_TERRE	PENDIENTE
17557	36.30	36.30	2.97	PAVIMENTO	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	M	6.45
5005	52.67	52.67	4.63	PAVIMENTO	4.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PRIMARIA_INVIAS	M	6.67
29CL08	10.81	10.81	19.57	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	3.53	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	O	4.39
17269	10.81	10.81	37.88	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	6.83	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	M	6.49
17257	7.54	7.54	33.03	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.15	TERCIARIA_DEPT	P	2.00
2508	43.47	43.47	2.19	PAVIMENTO	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PRIMARIA_INVIAS	M	7.49
2903	36.30	36.30	6.04	PAVIMENTO	0.00	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	PRIMARIA_INVIAS	P	1.87
29CL01	30.41	34.00	3.72	PAVIMENTO	1.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	M	7.02
50CL02	50.34	50.34	6.27	PAVIMENTO	0.00	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	PRIMARIA_INVIAS	O	5.23
17557	9.03	9.03	20.89	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00	SECUNDARIA_DEPT	M	8.18
3301	26.49	26.49	4.99	PAVIMENTO	0.00	0.00	2.21	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	M	6.61
SC	9.03	9.03	32.36	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	0.00	4.88	0.00	SECUNDARIA_DEPT	O	3.50
29CL01-1	21.04	21.04	19.19	PAVIMENTO	0.00	6.73	0.00	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	O	4.79
50CL05	36.40	36.40	4.23	PAVIMENTO	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	O	3.97
SC	43.47	43.47	5.88	PAVIMENTO	5.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PRIMARIA_INVIAS	M	8.37
20rs07	36.30	36.30	3.51	PAVIMENTO	0.00	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_RISA	O	3.45
17205	7.54	7.54	37.89	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.76	TERCIARIA_DEPT	P	2.00
17263	7.54	7.54	42.70	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.37	TERCIARIA_DEPT	O	4.90
17535	10.81	10.81	14.06	AFIRMADO	0.00	0.00	0.00	2.53	0.00	0.00	TERCIARIA_DEPT	M	6.58
17269	26.49	26.49	5.37	PAVIMENTO	0.00	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	SECUNDARIA_DEPT	M	8.50

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los campos citados anteriormente fue diligenciado para cada tramo y para el total de los 1.358 Km. de longitud pertenecientes a la zona de análisis. El origen de dicha información proviene de diferentes fuentes, y fundamentalmente obtenido de la información primaria, secundaria y de cálculos matemáticos.

Se tuvieron en cuenta los datos de velocidad obtenidos (ver Figura 80) de los análisis de velocidad de operación en la red. Todos estos datos hacen parte fundamental de la definición del modelo de tránsito.

### 8.3. DEFINICIÓN DEL MODELO DE TRÁNSITO

Para asignar viajes a una red vial, se requiere definir los diferentes parámetros que la conforman, como se explicó con anterioridad, de acuerdo con la jerarquía de cada segmento, y como mínimo debiendo incluir:

- Identificación de cada segmento.
- Longitud del segmento de vía.
- Jerarquía de la vía.
- Capacidad del segmento.
- Velocidad a flujo libre.

### **8.3.1. Calibración del modelo de asignación de viajes**

Como la información que se tiene de origen y destino de la zona de estudio que se obtuvo a partir de encuestas a conductores de vehículos, la modelación del comportamiento de los viajes del área de análisis no requiere una asignación por separado de los viajes por modo.

Por lo tanto, se hace la modelación de los viajes denominada asignación de tránsito, la cual tiene como insumos principales la matriz de origen y destino, la red vial y los aforos obtenidos en campo.

#### *8.3.1.1 Generación de la red vial*

De la suma de los diferentes parámetros mencionados anteriormente, se genera la red a ser utilizada para la modelación del tránsito en la zona de análisis, teniendo en cuenta que por la forma de obtención de la matriz de origen y destino, no se requiere incluir la precarga utilizada en los análisis en ciudades, y que se debe definir parámetros como el alfa ( $\alpha$ ) y el beta ( $\beta$ ), correspondientes a los parámetros de calibración de la función de congestión.

Adicionalmente, respecto a los conectores, se utilizaron capacidad y velocidades muy altas, dado que en este caso representan arcos virtuales por donde se representan los accesos de los viajes a la red. Lo anterior pretende representar en forma simplificada el comportamiento de los usuarios sobre la infraestructura existente.

#### *8.3.1.2 Matriz de origen y destino*

Para la adecuada representación del modelo, se utilizó la matriz de origen y destino presentada en la Tabla 44, que representa los 11.610 viajes promedios diarios que son obtenidos en cada uno de los centroides y que incluyen todos los tipos de vehículos.

Para el proceso de asignación se tuvieron en consideración los siguientes aspectos:

**Tabla 44.** Matriz de origen y destino diaria.

	5	6	7	8	90	91	92	93	95	Sum
5	1	14	7	2	85	251	9	16	9	394
6		196	26	2	303	41	17	14	10	609
7	1	57	59	6	582	51	5	936	42	1739
8		172	86		4	4	2	2	4	274
90	2	548	564	10	22	1328	106	2104	298	4982
93	1	35	983	1	1995	526	14	27	30	3612
Sum	5	1022	1725	21	2991	2201	153	3099	393	11610

Fuente: Elaboración propia.

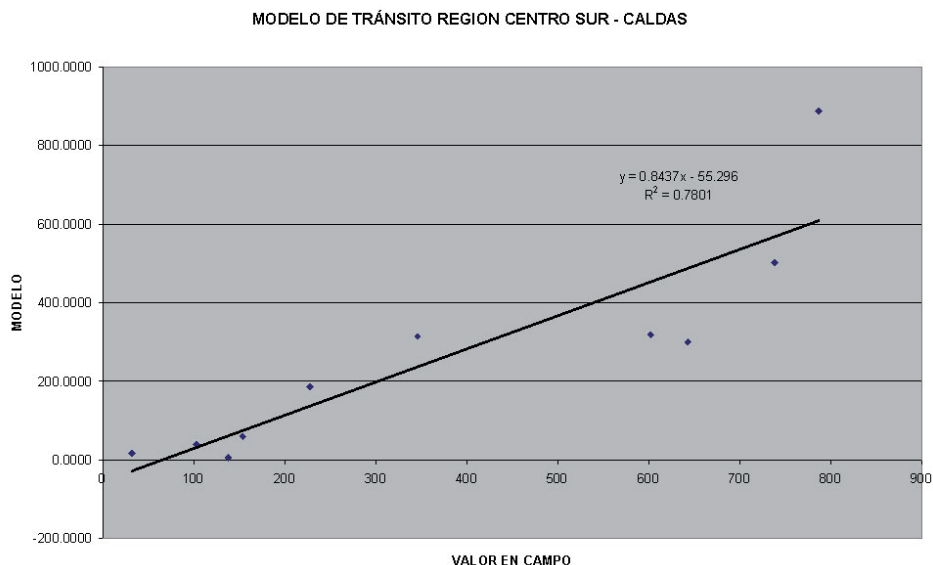
- Métodos: Se evaluaron los diferentes métodos como son *Todo o nada*, *Estocástico*, *Incremental*, *Capacidad Restringida*, y *Equilibrio del Usuario*.
- Impedancia: tiempo de viaje.
- Capacidad: capacidad de cada arco.
- Parámetros alfa y beta: 0.5 y 5 respectivamente.

### 8.3.2. Validación del modelo de asignación

Se entiende como validación del modelo la comparación de los resultados que este arroja con los que se presentan en la realidad, los cuales en nuestro caso se presentan en la Tabla 30, y que corresponde a los resultados de los tránsitos promedios diarios de los puntos de aforos correspondientes a los 13 sitios que son mostrados en la Figura 1, donde los sitios presentados acordonan en forma rigurosa el área de estudio que se pretende evaluar.

En la Figura 93 se presentan los resultados obtenidos del modelo al compararlos con los aforados en campo, donde se observa que el modelo Equilibrio del usuario representa adecuadamente la realidad, y un coeficiente de correlación que representa alrededor del 78% de los datos.

**Figura 93.** Gráfica de dispersión de los datos del modelo vs aforos en campo.



Fuente: Elaboración propia.

## 8.4. PROSPECCIÓN Y PROYECCIONES FUTURAS

### 8.4.1. Sistema aéreo

Dado que en el sector de análisis se prevé la inserción de nueva infraestructura aérea, se hace un análisis del movimiento de carga y pasajeros del eje cafetero y se compara con los valores de carga a nivel nacional y especialmente con el segundo aeropuerto del país, es decir el de Rionegro.

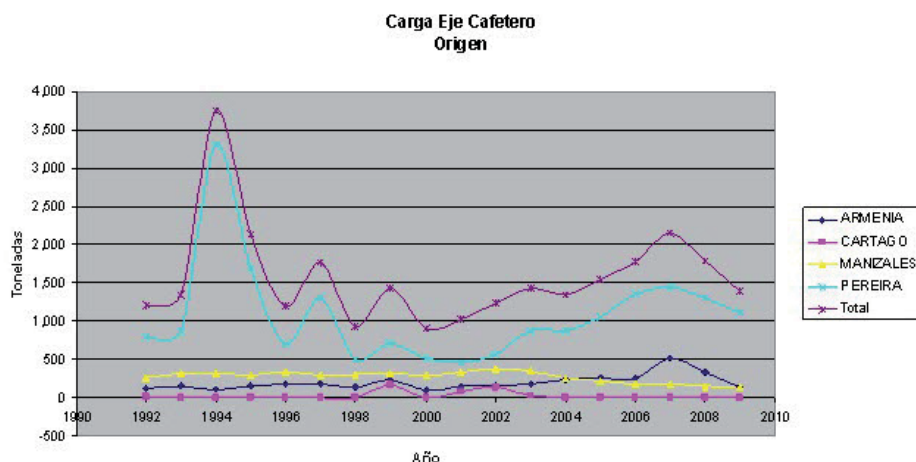
Se presenta a continuación las estadísticas de movilización de carga y pasajeros del Eje Cafetero, a partir de 1992. En la Tabla 45 se presenta el total de carga con origen eje cafetero discriminada por aeropuerto, donde se incluye el aeropuerto de Cartago por estar en el área de influencia directa del proyecto de análisis. De igual forma se presenta en la Tabla 46 y hasta la Tabla 50 las movilizaciones de carga con origen y destino eje cafetero y origen y destino Rionegro, tanto nacional como internacional.

**Tabla 45.** Carga con origen eje cafetero (Ton).

Año	ARMENIA	CARTAGO	MANIZALES	PEREIRA	Total
1992	121	18	270	794	1.203
1993	157	0	316	879	1.352
1994	110	0	324	3.311	3.745
1995	155	0	285	1.697	2.137
1996	181	0	327	690	1.198
1997	180	0	286	1.303	1.769
1998	134	0	301	495	930
1999	232	166	325	713	1.436
2000	94	6	288	517	905
2001	147	82	338	454	1.021
2002	153	135	379	574	1.241
2003	185	23	342	876	1.426
2004	230	0	247	875	1.352
2005	260	0	221	1.056	1.537
2006	243	0	187	1.351	1.781
2007	516	0	181	1.449	2.146
2008	336	0	147	1.303	1.786
2009	135	0	140	1.112	1.387

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

Adicionalmente, de la Figura 94 a la Figura 99 se presentan estos resultados en forma gráfica, permitiendo visualizar las diferencias de ambas regiones e inferir las tendencias de este modo de transporte en los últimos años.

**Figura 94.** Carga con origen eje cafetero (Ton).

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

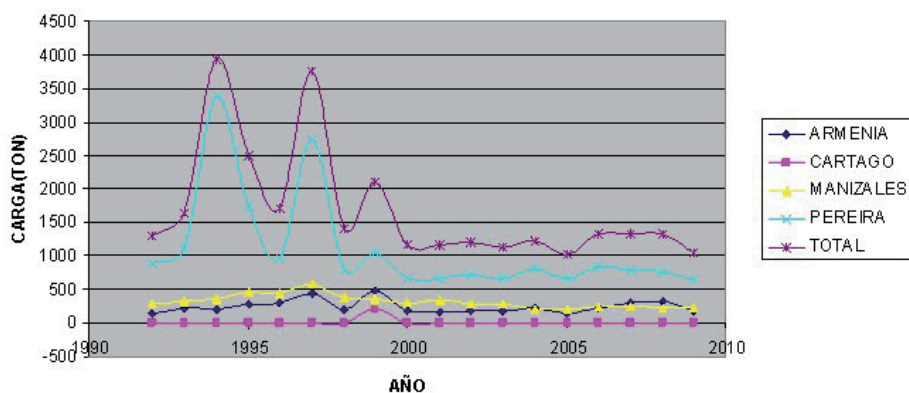
**Tabla 46.** Carga con destino eje cafetero (Ton).

AÑO	ARMENIA	CARTAGO	MANIZALES	PEREIRA	TOTAL
1992	139	0	274	888	1301
1993	227	0	326	1102	1655
1994	200	0	361	3381	3942
1995	286	1	466	1736	2489
1996	297	0	445	967	1709
1997	436	12	580	2736	3764
1998	209	1	386	808	1404
1999	491	193	365	1051	2100
2000	188	1	304	665	1158
2001	163	0	336	664	1163
2002	183	0	292	729	1204
2003	190	0	273	671	1134
2004	215	0	204	810	1229
2005	152	0	205	670	1027
2006	231	0	246	848	1325
2007	294	0	246	790	1330
2008	328	0	231	773	1332
2009	174	0	232	647	1053

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Figura 95.** Carga con destino eje cafetero (Ton).

**CARGA EJE CAFETERO DESTINO**



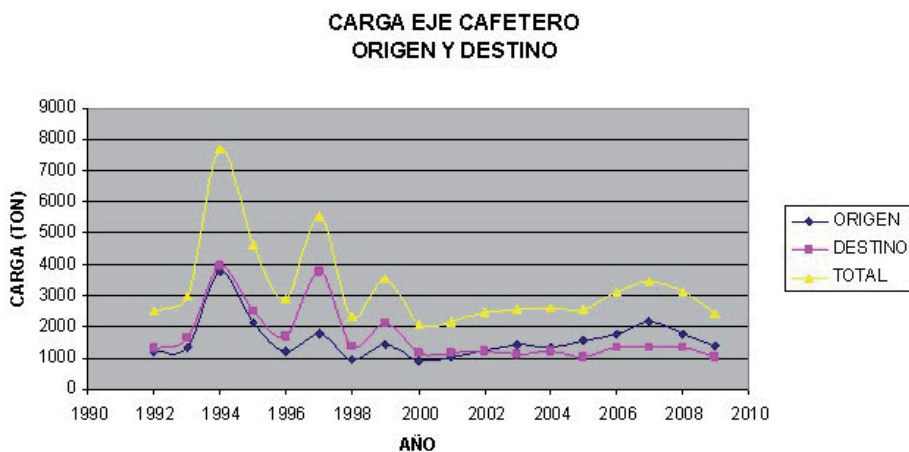
Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].



**Tabla 47.** Carga total (O y D) eje cafetero (Ton).

AÑO	ORIGEN	DESTINO	TOTAL
1992	1202,691	1300,402	2503,093
1993	1352,007	1654,543	3006,550
1994	3745,604	3942,633	7688,237
1995	2136,759	2489,38	4626,139
1996	1197,151	1708,491	2905,642
1997	1769,072	3763,864	5532,936
1998	930,718	1403,723	2334,441
1999	1436,149	2100,572	3536,721
2000	904,536	1157,632	2062,168
2001	1021,223	1163,485	2184,708
2002	1241,028	1204,919	2445,947
2003	1425,06	1134,453	2559,513
2004	1351,499	1229,763	2581,262
2005	1537,672	1027,568	2565,240
2006	1781,08	1324,695	3105,775
2007	2146,437	1329,895	3476,332
2008	1786,849	1332,471	3119,320
2009	1386,874	1053,013	2439,887

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Figura 96.** Carga con origen y destino eje cafetero (Ton).

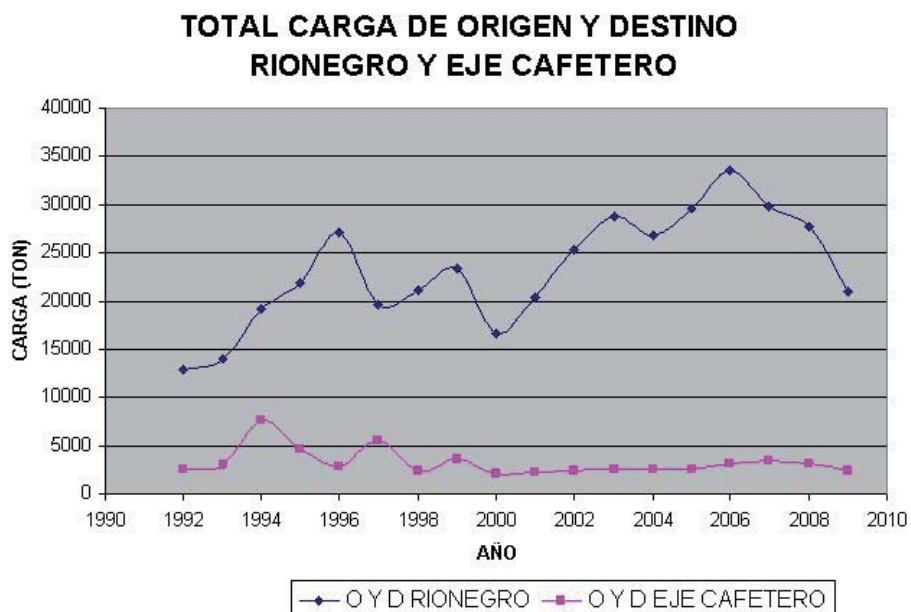
Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Tabla 48.** Carga total nacional de Rionegro y eje cafetero (Ton).

AÑO	O Y D RIONEGRO	O Y D EJE CAFETERO
1992	12950,17	2503,09
1993	13863,20	3006,55
1994	19162,21	7688,24
1995	21886,10	4626,14
1996	27044,94	2905,64
1997	19647,58	5532,94
1998	21193,93	2334,44
1999	23362,68	3536,72
2000	16642,90	2062,17
2001	20367,33	2184,71
2002	25319,13	2445,95
2003	28795,24	2559,51
2004	26826,33	2581,26
2005	29542,44	3105,78
2006	33598,06	3476,33
2007	29875,12	3119,32
2008	27747,39	2439,89
2009	20914,61	

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Figura 97.** Carga total nacional con origen y destino en Rionegro y eje cafetero (Ton)



Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

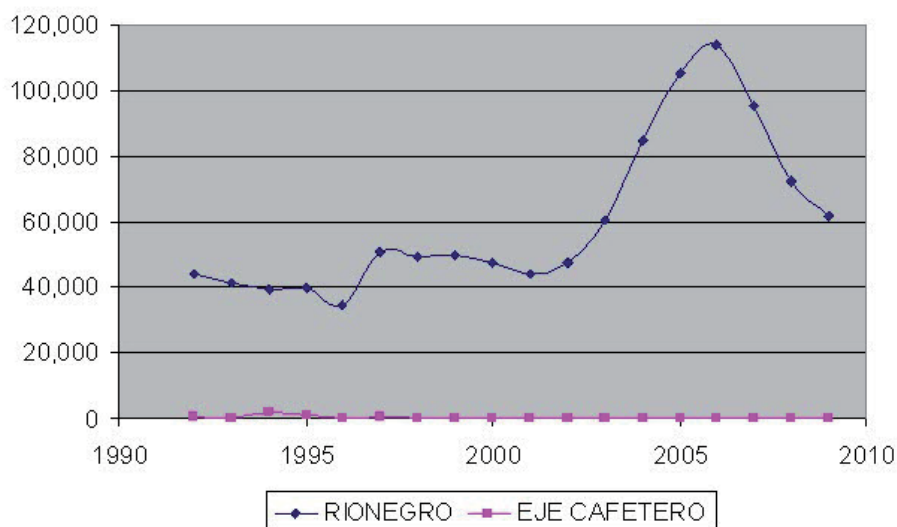
**Tabla 49.** Carga total internacional de Rionegro y eje cafetero (Ton)

AÑO	RIONEGRO	EJE CAFETERO
1992	43.978,0	497,0
1993	41.325,0	131,0
1994	3.919,0	1.930,0
1995	39.798,0	753,0
1996	34.309,0	65,0
1997	50.812,0	367,0
1998	49.375,0	40,0
1999	49.897,0	0,0
2000	47.567,0	0,0
2001	43.823,0	17,0
2002	47.326,0	8,0
2003	60.347,0	1,0
2004	84.734,0	0,0
2005	105.398,0	0,0
2006	113.840,0	0,0
2007	95.176,0	0,0
2008	72.084,0	0,0
2009	6.146,0	38,0

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Figura 98.** Carga internacional total con origen y destino Rionegro y eje cafetero (Ton)

### CARGA INTERNACIONAL O Y D RIONEGR O Y D RIONEGR O - EJE CAFETERO



Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Tabla 50.** Carga total nacional e internacional de Rionegro y eje cafetero (Ton).

AÑO	NACIONAL E INTERNACIONAL EJE CAFETERO	NACIONAL E INTERNACIONAL RIONEGRO
1992	3.001,0	56.928,0
1993	3.138,0	55.188,0
1994	9.618,0	58.352,0
1995	5.379,0	61.684,0
1996	2.971,0	61.354,0
1997	5.900,0	70.460,0
1998	2.375,0	70.569,0
1999	3.537,0	73.260,0
2000	2.062,0	64.209,0
2001	2.202,0	64.190,0
2002	2.454,0	72.645,0
2003	2.560,0	89.142,0
2004	2.582,0	111.561,0
2005	2.565,0	134.940,0
2006	3.106,0	147.438,0
2007	3.477,0	125.051,0
2008	3.119,0	99.832,0
2009	2.478,0	82.374,0

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales de la Aeronáutica Civil [1].

**Figura 99.** Carga total nacional e internacional de Rionegro y eje cafetero (Ton).



Con la información anterior se puede concluir que la carga movilizada por todo el eje cafetero es muy baja, dado que sumándola toda en un solo aeropuerto, sería equivalente a movilizar una tractomula cada 5 días, esto es lógico dado que la carga que se moviliza por este modo de transporte es mercancía de valor específico alto, es decir que posee una relación precio/peso alta y por tanto usualmente no es masiva.

Lo anterior implica que incluso el segundo aeropuerto del país (Rionegro) moviliza en promedio 28 veces más carga que todo el Eje Cafetero y aun así requiere solo de un equivalente de 7 tractomulas diarias, siendo de esta forma contundente el hecho de que la red vial no será impactada por este tipo de vehículo en términos de esta nueva implantación de infraestructura aeroportuaria.

Es necesario también destacar que siendo el aeropuerto de Rionegro el segundo a nivel nacional, por encima de ciudades como Cali y Barranquilla, se requerirá de muchos años para llegar a siquiera acercarnos a estos valores, sobretodo dado el antecedente de carencia de producción de este tipo de carga evaluado en nuestra región (eje cafetero).

#### **8.4.2. Producción por áreas potenciales**

Se realizó también un análisis relacionado con la producción potencial de áreas de terreno disponibles en función del uso del suelo y de la potencialidad productiva de los terrenos, como se presenta en la Tabla 51, donde se concluye que la producción potencial en términos de toneladas representa alrededor de 10 tractomulas diarias, lo cual no es significativo dado que están distribuidas en toda la infraestructura.

#### **8.4.3. Evaluación de factores de crecimiento vegetativo**

En general, (ver de la Figura 81 a la Figura 91) se puede establecer un crecimiento promedio anual del 1.41% para los próximos 20 años, por lo tanto, en este análisis se utilizará un 1.5%.

**Tabla 51.** Producción potencial de los suelos de los municipios de Chinchiná y Palestina.

Usos del suelo	Rendimiento	Rendimiento	Área	Área	Peso
	Kg/Ha	Ton/Ha	m <sup>2</sup>	Ha	Ton
<i>Zonas Pastos - Caña</i>			<b>19.567.799,86</b>	<b>1.956,78</b>	<b>5.339,07</b>
Pastos	260,00	0,26	9.783.899,93	978,39	254,38
Caña	5.197,00	5,20	9.783.899,93	978,39	5.084,69
<i>Zona Café - Cítricos - Plátano - Transitorios</i>			<b>44.771.279,08</b>	<b>4.477,12</b>	<b>72.178,03</b>
Café	4.000,00	4,00	11.192.819,77	1.119,28	4.477,13
Cítricos	26.243,00	26,24	11.192.819,77	1.119,28	29.373,32
Plátanos	8.000,00	8,00	11.192.819,77	1.119,28	8.954,26
Transitorios	26.243,00	26,24	11.192.819,77	1.119,28	29.373,32
<i>Zona Café con Sombrío - Caña - Plátano</i>			<b>11.573.701,20</b>	<b>1.157,37</b>	<b>5.477,06</b>
Café con Sombrío	1.000,00	1,00	3.857.900,40	385,79	385,79
Caña	5.197,00	5,20	3.857.900,40	385,79	2.004,95
Plátanos	8.000,00	8,00	3.857.900,40	385,79	3.086,32
<i>Zona Café - Cítricos - Cacao - Transitorios</i>			<b>28.969.736,96</b>	<b>2.896,96</b>	<b>41.360,45</b>
Café	4.000,00	4,00	7.242.434,24	724,24	2.896,97
Cítricos	26.243,00	26,24	7.242.434,24	724,24	19.006,32
Cacao	622,50	0,62	7.242.434,24	724,24	450,84
Transitorios	26.243,00	26,24	7.242.434,24	724,24	19.006,32
<i>Zona Uso Restringido - Pastos</i>			<b>5.158.817,46</b>	<b>515,88</b>	<b>67,06</b>
Uso Restringido		0,00	2.579.408,73	257,94	0,00
Pastos	260,00	0,26	2.579.408,73	257,94	67,06

Fuente: Elaboración propia.

## 8.5. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

Con los valores de tasas de crecimiento vegetativo, atraído y desarrollado, se calcula la relación entre el Tráfico Futuro y el Tránsito Actual para toda el área de estudio.

Mediante la aplicación de la siguiente ecuación, se calcula la relación entre ambos tránsitos (Actual y Futuro):

$$T_f = (1 + (t_{at} + t_d)) * (T_a * (1 + t_v)^n)$$

Donde:

- $T_f$  = Tránsito futuro.
- $T_a$  = Tránsito actual.
- $t_{at}$  = Tasa de tránsito atraído.
- $t_d$  = Tasa de tránsito desarrollado.
- $t_v$  = Tasa de tránsito vegetativo.
- $n$  = Período de proyección.

Para la determinación del tránsito atraído y la del tránsito desarrollado, se evalúan 4 escenarios, considerando un crecimiento del 25%, el 50% y el 100% para cada caso. Adicionalmente una tasa de crecimiento vegetativo del doble del calculado. Considerando un escenario de crecimiento bajo se tendría:

$$T_f = (1 + (0.25)) * (T_a * (1 + 0.015)^{20}) \quad T_f = 1.684 * T_a$$

Para el caso de crecimiento medio se tendría:

$$T_f = 2.020 * T_a$$

Para el caso de crecimiento alto se tendría:

$$T_f = 2.694 * T_a$$

Adicionalmente se evalúa un escenario optimista con una tasa de crecimiento del doble del valor calculado y el 100% de tránsito atraído, obteniéndose lo siguiente:

$$T_f = 3.612 * T_a$$

Con estos valores se obtienen las siguientes matrices que se presentan entre la Tabla 52 y la Tabla 55:

**Tabla 52.** Escenario bajo.

	5	6	7	8	90	91	92	93	95
5	0,33	3,50	1,85	0,44	21,39	63,33	2,33	3,92	2,24
6		49,44	6,45	0,61	76,65	10,35	4,25	3,43	2,53
7	0,15	14,49	15,01	1,40	147,09	12,90	1,19	236,31	10,65
8		43,54	21,79		0,98	1,08	0,44	0,52	1,12
90	0,51	138,35	142,57	2,52	5,62	335,45	26,70	531,57	75,32
93	0,13	8,87	248,35	0,21	504,06	132,91	3,48	6,90	7,60

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 53.** Escenario medio.

	5	6	7	8	90	91	92	93	95
5	0,39	4,19	2,22	0,52	25,66	75,97	2,79	4,71	2,68
6	—	59,31	7,73	0,73	91,95	12,42	5,10	4,11	3,04
7	0,18	17,38	18,01	1,68	176,43	15,48	1,42	283,46	12,77
8	—	52,23	26,14	—	1,18	1,30	0,53	0,62	1,34
90	0,62	165,96	171,02	3,02	6,74	402,37	32,03	637,63	90,35
93	0,16	10,64	297,90	0,25	604,63	159,43	4,18	8,27	9,11

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 45.** Escenario alto.

	5	6	7	8	90	91	92	93	95
5	0,52	5,59	2,96	0,70	34,22	101,32	3,73	6,28	3,58
6	—	79,10	10,31	0,98	122,63	16,56	6,80	5,48	4,05
7	0,25	23,18	24,02	2,24	235,30	20,64	1,90	378,04	17,03
8	—	69,66	34,87	—	1,57	1,73	0,70	0,83	1,79
90	0,82	221,33	228,08	4,02	8,99	536,63	42,72	850,38	120,49
93	0,21	14,19	397,30	0,33	806,37	212,62	5,57	11,03	12,16

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 55.** Escenario optimista.

	5	6	7	8	90	91	92	93	95
5	0,70	7,50	3,97	0,94	45,87	135,84	5,00	8,41	4,79
6	—	106,05	13,83	1,31	164,41	22,20	9,11	7,35	5,43
7	0,33	31,08	32,20	3,01	315,48	27,68	2,55	506,86	22,84
8	—	93,40	46,75	—	2,11	2,32	0,94	1,11	2,39
90	1,10	296,75	305,80	5,40	12,06	719,49	57,27	1140,16	161,55
93	0,28	19,02	532,69	0,44	1081,15	285,07	7,47	14,79	16,30

Fuente: Elaboración propia.

## 8.6. MODELACIÓN

Con estas matrices se corre el modelo calibrado, encontrándose capacidad insuficiente solo para el modelo optimista en las vías de acceso a Manizales y Pereira, así como en el sector de la variante Chinchiná, entre la estación de servicio y la ciudad de Pereira, es decir en todo su recorrido. Se debe resaltar en este caso que nos referimos al escenario menos probable.



## 8.7. CONCLUSIONES DEL MODELO DE TRÁNSITO

Para evaluar el tránsito atraído y el tránsito desarrollado, se evaluaron 4 escenarios, considerando un crecimiento del 25% para el primer modelo, considerando un crecimiento del 50% para el segundo y un crecimiento del 100% para el tercero. Adicionalmente una tasa de crecimiento vegetativo del doble del calculado para el cuarto caso.

El análisis de las series permitió establecer que los factores de crecimiento vegetativo del tránsito fluctúan entre 1.7 y 3.6. El crecimiento vegetativo obtenido como promedio para la zona de estudio fue de 1.41%, por lo que se tomó 1.5% y 3% para la combinación de escenarios. En particular el análisis de carga permitió concluir que la carga movilizada por todo el eje cafetero es muy baja, dado que sumándola toda en un solo aeropuerto, sería equivalente a movilizar una tractomula cada 5 días. Esto es predecible, dado que la carga que se moviliza el modo de transporte aéreo corresponde a mercancía de valor específico alto, es decir que posee una relación precio / peso alta y por tanto usualmente no es masiva.

Dicha característica de la mercancía, implica que incluso el segundo aeropuerto del país (Rionegro), que moviliza en promedio 28 veces más carga que todo el eje cafetero solo requiere de un equivalente de 7 tractomulas diarias, lo que hace contundente el hecho de que la red vial no será impactada por un número importante de vehículos de este tipo, en términos de efectos de la implantación de esta nueva infraestructura aeroportuaria, por lo menos en el mediano plazo.

Finalmente, se puede destacar que siendo el aeropuerto de Rionegro el segundo a nivel nacional, por encima de ciudades como Cali y Barranquilla, se estima que se requerirá de muchos años para alcanzar los valores que dicho aeropuerto moviliza, sobretodo dado el antecedente de la carencia de los medios de producción de este tipo de carga evaluado en nuestra región (eje cafetero)

Todo lo anterior permite establecer que solo en el caso del modelo optimista la capacidad insuficiente en las vías de acceso a Manizales y Pereira así como en el sector de la variante Chinchiná, entre la estación de servicio y la ciudad de Pereira, es decir en todo su recorrido, aunque se debe resaltar que este caso corresponde al escenario menos probable.



## 9. REFERENCIAS

- [1] AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA (2010). *Estadísticas*. En: [http://portal.aerocivil.gov.co/portal/page/portal/Aerocivil\\_Portal\\_Internet/Inicio](http://portal.aerocivil.gov.co/portal/page/portal/Aerocivil_Portal_Internet/Inicio)
- [2] BAREA, P. y MARTÍNEZ, O. (2002). Metodologías de evaluación de la accesibilidad y nuevos enfoques. En: IBEAS et al. (eds.): *V Congreso de Ingeniería de Transporte*. Santander: Universidad de Cantabria.
- [3] CAL Y MAYOR, R. y CÁRDENAS, J. (2006). *Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y Aplicaciones* (7 ed.). México: Alfaomega.
- [4] DANE (2005). *Censo Nacional de Población*. En: [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)
- [5] GOBERNACIÓN DE CALDAS (2009). *Plan Vial de Caldas 2008 – 2017*. Manizales: Autor.
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (1996). *Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles. Segunda Versión*. Bogotá: Autor.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (2004). *Manual de Señalización Vial*. Bogotá: Autor.
- [8] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - Subdirección de Conservación (2006). *Cartilla de Volúmenes de Tránsito*. Bogotá: Autor.
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (2007). *Documentos técnicos - Volúmenes de Tránsito 2007 – Territorial Caldas*. En: [www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co)

- [10] IZQUIERDO, R., et al. (1994). *Transportes. Un enfoque integral*. Madrid: Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- [11] MINISTERIO DEL TRANSPORTE (1999). *Resolución 3202 de diciembre 28 de 1999 por la cual se establece el MANUAL PARA DETERMINAR LAS NECESIDADES DE MOVILIZACIÓN EN EL TRANSPORTE TERRESTRE AUTOMOTOR DE PASAJEROS POR CARRETERA*.
- [12] MURGUEITIO, A y SOLANO, E. (1994). *Software Tránsito*. Popayán: Universidad del Cauca.
- [13] MURILLO, et al. (2007). *La Accesibilidad Vial Regional, Metodologías para su evaluación*. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingenierías.
- [14] PETRUS, J. y SEGUÍ, J. (1991). *Geografía de Redes y Sistemas de Transporte*. Madrid: Síntesis.
- [15] SOTO, Y. (2009). *Análisis de la movilidad en la comuna San José en el marco del Macroproyecto de Interés Social Nacional para el Centro Occidente de Colombia*. Tesis de Grado de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.



## **LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Se terminó de imprimir en marzo de 2013 en los talleres gráficos de Editorial Blanecolor S.A.S., Manizales.  
200 ejemplares.

En esta edición se empleó papel Bond de 90 g, se utilizaron caracteres Swis721 Cn BT y Calibri, en un formato de 16.5 x 24 cm

**Diego Alexander Escobar:** Ingeniero Civil (1999, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales), Magíster en Ingeniería Civil (2001, Universidad de los Andes) y Doctor en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte (2008, Universidad Politécnica de Cataluña). Ha sido profesor e investigador de la Universidad Nacional de Colombia desde el año 2001; actualmente se desempeña como director de Área Curricular del Departamento de Ingeniería Civil y director del Grupo de Trabajo Académico en Vías, Transportes y Geotecnia. Ha sido ponente en variados eventos de carácter nacional e internacional y se ha desempeñado como consultor y asesor en las áreas de tránsito, transporte, movilidad urbana y regional, análisis de accesibilidad territorial, análisis del impacto generado por la inserción de infraestructuras del transporte, estudios de gestión y ordenamiento territorial, modelación y simulación de redes de tránsito, diseño geométrico de vías e intersecciones y en general, consultor en temas relacionados con las infraestructuras del transporte.

**Francisco Javier García:** Ingeniero Civil y Doctor en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, donde es profesor e investigador desde 1992. En la actualidad es coordinador de la especialización en Vías y Transportes y pertenece al Grupo de Trabajo Académico en Vías, Transportes y Geotecnia. Ha participado en múltiples proyectos de extensión desarrollados por la Universidad Nacional de Colombia sedes Manizales y Bogotá. Catedrático en diferentes universidades, y ponente en variados eventos de carácter nacional e internacional. Consultor especializado en temas del tránsito y el transporte, asesor en sistemas estratégicos de transporte y experto en temas de modelación y de simulación.

**Ricardo Tolosa Correa** es Ingeniero Civil de la Universidad de La Salle y Máster en Construcción por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Profesor de esta última -en la sede Manizales- y adscrito a la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, se ha desempeñado como docente de cursos de pregrado y posgrado y como director de la Oficina de Proyectos Especiales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

La planificación regional debe considerar el tráfico que presenta la red vial en el sector a analizar, entendiendo que se trata de un proceso evolutivo, donde participan variables como la población presente y futura, su distribución en el territorio, la generación y atracción de viajes y su relación con las particularidades de cada zona.

En consecuencia este libro documenta un ejemplo de la planificación de la toma de información de campo, la planeación de los aforos vehiculares, encuestas de origen y destino, los estudio en cordones y análisis de velocidad. Posteriormente, se presenta el desarrolla el trabajo de campo, y se describe el sistemas de control que permite garantizar la calidad de la información obtenida. Luego se realiza el análisis de los volúmenes vehiculares y se hace el análisis de la prueba de vehículo flotante como soporte de las velocidades de operación vehicular. Se finaliza la toma de información de campo con el estudio de origen y destino de la zona de análisis, se describe el procesamiento y la obtención de resultados. El análisis final concluye con la generación de los escenarios de análisis, el planteamiento de las hipótesis para la modelación y la presentación de resultados, los cuales se analizan y se discuten en función del contexto de la investigación.

