

Aplicación de los Volúmenes de Tránsito en Proyectos de Movilidad

Lina Marcela Abreo Blanquicet

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Director

Luis David Arévalo Durán

Ingeniero Civil

Especialista en Ingeniería del Tránsito y del Transporte

Especialista en Administración de Empresas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Agradecimientos

Al ingeniero Luis David Arévalo Duran por enseñarme mucho y transmitirme cada uno de sus conocimientos, a la Universidad Industrial de Santander por brindarme en el transcurso de estos años todo el conocimiento a través de las diferentes asignaturas que me ayudaron a adquirir las herramientas que necesitare en mi vida profesional y a cada uno de los docentes que me transmitieron una parte de su conocimientos tanto en el ámbito académico, así como algunos en el ámbito personal y entrenamiento para el campo laboral.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVO GENERAL	19
Objetivos Específicos	20
METODOLOGÍA.....	21
1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.1 Antecedentes / Estado de Arte / Estado de Conocimiento / Situación Actual	24
2. DEFINICIONES	27
2.1 Definiciones de volúmenes de tránsito según tres autores	32
2.2 Volúmenes de tránsito absolutos o totales	33
2.3 Volúmenes de tránsito promedio diarios.....	34
2.4 Volumen horario máximo anual (VHMA).....	35
2.5 Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	35
2.6 Volumen Horario – Décimo, Vigésimo, Trigésimo – Anual (10VH, 20VH, 30VH)	35
2.7 Volumen horario de proyecto (VHP).....	35
3. SISTEMA VIAL RURAL DEL AMB (VÍAS PRIMARIAS, SECUNDARIAS Y TERCIARIAS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU MOVILIDAD Y ACCESIBILIDAD	36
3.1 Vías rápidas	38
3.2 Vías multicarril.....	39
3.3 Vías principales	44
3.3.1 Vías de tratamiento urbano	44

3.4 Vías secundarias	46
3.5 Vías colectoras	48
3.6 Vías de los barrios	51
4. USO GENERAL DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.....	55
4.1 En la planeación	55
4.1.1 Clasificación sistemática vial	55
4.1.2 Variaciones anuales de tránsito	56
4.1.3 Modelos de asignación y distribución del tránsito.	57
4.1.4 Implementación de programas, mejoras y mantenimiento vial.	58
4.1.5 Análisis económico.	59
4.1.6 Medidas de contaminación ambiental	60
4.1.7 Medidas de consumo de combustible	61
4.1.8 Medidas de tasa de rodamiento	62
4.1.9 Apoyo para el transporte colectivo e individual	63
4.2 Proyecto.....	64
4.2.1 Aplicación del proyecto geométrico	64
4.2.2 Necesidad de nuevas vías o ampliación de estas.	65
4.2.3 Impactos de trafico	66
4.2.4 Planes de manejo de trafico.....	67
4.2.5 Análisis estructural de superficies de rodamiento.....	68
4.3 Seguridad.....	69
4.3.1 Índices de accidentes e investigación de accidentes.	69
4.3.2 Evaluación de mejoras de las vías.....	71

4.4 Investigación	72
4.4.1 Detecta nuevos métodos sobre capacidad.	73
4.4.2 Analiza e investiga el campo de los accidentes.....	74
4.4.3 Estudia programas sobre ayudas y cumplimiento de normas de tránsito.....	75
4.4.4 Estudia el pasado el presente y el futuro.	76
4.4.5 Estudios energéticos.....	77
4.4.6 Sirve de apoyo a proyectos de investigación.	77
4.5 Usos comerciales.....	78
4.5.1 Ubicación de hoteles y restaurantes.	78
4.5.2 Obras de Urbanismo y Desarrollo.....	79
4.5.3 Auto servicio.	80
4.5.4 Recreación y deporte	81
4.6 Ingeniería de tránsito.....	82
4.6.1 Análisis de la capacidad y NDS en todas las vías.	83
4.6.2 Determinación y característica de flujos vehiculares.....	84
4.6.3 Zonificación de velocidades.....	85
4.6.4 Requerimiento de dispositivos de control de tránsito	86
4.6.5 Estacionamientos.....	87
4.6.6 Ayuda a detectar impactos de tráfico.	88
4.6.7 Resuelve conflictos peatón – vehículo.	89
4.6.8 Coadyuva en los proyectos de transporte.....	90
5. USO ESPECÍFICO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO	91
5.1 Tránsito anual (TA).....	92

5.2 Tránsito promedio diario (TPD).....	92
5.3 Tránsito horario (TH)	92
5.4 Las tasas de flujo (q)	93
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

Lista de Tablas

Tabla 1: Volúmenes de tránsito que entran en las categorías de volúmenes absolutos o totales, promedio y horarios.	34
Tabla 2: Definiciones de Arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias en Colombia.	36
Tabla 3: Contiene la descripción y el objetivo de una vía rápida como lo es la Carrera 27 en la ciudad de Bucaramanga.	39
Tabla 4: Contiene la descripción y el objetivo que cumple la Transversal Metropolitana que es considerada como una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.	40
Tabla 5: Contiene la descripción y el objetivo que cumple el Viaducto la Flora que es considerada una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.	41
Tabla 6: Contiene la descripción y el objetivo que la Vía Porvenir que es considerada una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.	42
Tabla 7: Contiene la descripción y el objetivo de la Vía girón – aeropuerto que es considerada una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.	43
Tabla 8: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 15 que es considerada una vía principal y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.	44
Tabla 9: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 33 que es considerada una vía principal y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.	45
Tabla 10: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 21 que es considerada una vía secundaria y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.	46
Tabla 11: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 22 que es considerada una vía secundaria y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.	47

Tabla 12: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 18 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	48
Tabla 13: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 32 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	49
Tabla 14: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 34 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	50
Tabla 15: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 35 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	50
Tabla 16: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 2 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	51
Tabla 17: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 3 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	52
Tabla 18: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 4 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	53
Tabla 19: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 5 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.....	53
Tabla 20: Clasificación sistematica vial en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	56
Tabla 21: Variaciones anuales de tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	57
Tabla 22: Modelos de asignación y distribución del tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	57

Tabla 23: Implementación de programas, mejoras y mantenimiento vial en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias..... 58

Tabla 24: Análisis económico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias..... 59

Tabla 25: Medidas de contaminación Ambiental en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 60

Tabla 26: Medidas de consume de combustible en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 61

Tabla 27: Medidas de tasa de rodamiento en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 62

Tabla 28: Apoyo para el transporte colectivo e individual en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 63

Tabla 29: Aplicación del Proyecto geométrico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 65

Tabla 30: Necesidad de nuevas vías o ampliación de estas en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 66

Tabla 31: Impactos de tráfico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias..... 67

Tabla 32: Planes de manejo de tráfico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias..... 68

Tabla 33: Análisis estructural de superficies de rodamiento en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias. 69

Tabla 34: Índices de accidentes e investigación de accidentes en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	70
Tabla 35: Evaluación de mejoras de las vías en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	71
Tabla 36: Detecta nuevos métodos sobre capacidad en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	73
Tabla 37: Analiza e investiga el campo de los accidentes en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	74
Tabla 38: Estudia programas sobre ayudas y cumplimiento de normas de tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	75
Tabla 39: Estudia el pasado, el presente y el futuro en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	76
Tabla 40: Estudios energéticos en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	77
Tabla 41: Sirve de apoyo a proyectos de investigación en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	77
Tabla 42: Ubicación de hoteles y restaurantes en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	79
Tabla 43: Obras de urbanismo y Desarrollo en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	80
Tabla 44: Auto Servicio en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	81

Tabla 45: Recreación y deporte en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	82
Tabla 46: Análisis de la capacidad y NDS en todas las vías, las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	83
Tabla 47: Determinación y características de flujos vehiculares en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	84
Tabla 48: Zonificación de velocidades en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.....	86
Tabla 49: Requerimiento de dispositivos de control de tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	87
Tabla 50: Estacionamientos en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.....	87
Tabla 51: Ayuda a detectar impactos de tráfico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	89
Tabla 52: Resuelve conflictos peatón – vehículo en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	90
Tabla 53: Coadyuva en los proyectos de transporte en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.	91
Tabla 54: Algunos usos generales del TPD, volúmenes absolutos de tránsito anual, tránsito horario y tasas de flujo.....	93

Lista de Figuras

Figura 1: Definiciones del sistema arterial (Arteria primaria, secundaria y terciaria) y sistema local (Vía local nivel 1 y 2) en el Área Metropolitana de Bucaramanga.....	37
Figura 2: Es un tramo de la carrera 27 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía.	39
Figura 3: Es un tramo de la Transversal Metropolitana en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía multicarril.....	40
Figura 4: Es un tramo de lo que es el Viaducto la Flora en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía multicarril.....	41
Figura 5: Es un tramo de la Vía Porvenir en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía multicarril.	42
Figura 6: Es un tramo de lo que es la Vía girón – aeropuerto en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía multicarril.....	43
Figura 7: Es un tramo de lo que es la carrera 15 en la ciudad de Bucaramanga.....	44
Figura 8: Es un tramo de la carrera 33 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía principal.	45
Figura 9: Es un tramo de la carrera 21 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía secundaria.	46
Figura 10: Es un tramo de la carrera 22 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía secundaria.	47
Figura 11: Es un tramo de la calle 18 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía colectora.	48

Figura 12: Es un tramo de la calle 32 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía colectora. 49

Figura 13: Es un tramo de la calle 34 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía colectora. 50

Figura 14: Es un tramo de la calle 35 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía colectora. 51

Figura 15: Es un tramo de la calle 3 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía de Barrio. 52

Figura 16: Es un tramo de la calle 4 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía de Barrio. 53

Figura 17: Es un tramo de la calle 5 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía de Barrio. 54

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1: <i>TPDA</i>	34
Ecuación 2: <i>TPDM</i>	34
Ecuación 3: <i>TPDS</i>	34

RESUMEN

Sabemos desde el punto de vista de diferentes autores que los volúmenes de tránsito son aquellos estudios que nos muestran la cantidad de vehículos que pasan por una carretera en un determinado tiempo ya sea en una semana, mes o año, estos nos muestran el flujo vehicular que soporta o puede soportar una vía.

Estos volúmenes fueron diseñados para que de alguna forma distingamos que estudio ayuda en la construcción, diseño o ampliación de un tramo vial, es saber qué se va a tener en cuenta desde el punto de vista de la movilidad o accesibilidad de ésta, el por qué se debe hacer una modificación o tener claro que en una vía urbana como una autopista el tráfico es diferente al que se da en una vía rural de tercer orden.

Con esto, se ha concluido que no todas las vías son diseñadas para lo mismo, algunas son más o menos transitadas con mayor o menor flujo vehicular, por eso se deben hacer diferentes estudios que vayan acorde a su funcionalidad y características que ésta deberá tener para cumplir con el fin por el cual ha sido construida.

PALABRAS CLAVE: Capacidad vial, velocidad de operación, niveles de servicio, congestión, accidentes, contaminación, congestionamiento, tránsito generado, tránsito convertido, tránsito atraído.

ABSTRACT

We know from the point of view of different authors that the traffic volumes are those studies that show us the amount of vehicles that pass through a road in a certain time either in a week, month or year, these show us the vehicular flow that supports or can support this.

These volumes were designed so that in some way we can distinguish which study helps in the construction, design or expansion of a road, it is to know what is going to be taken into account from the point of view of mobility or accessibility of that stretch of road, why a modification should be made or to be clear that in an urban road such as a highway traffic is different than in a rural road of third order. With this, it has been concluded that not all roads are designed for the same, some are more or less transited with more or less vehicular flow, that is why different studies must be made according to its functionality and characteristics that it must have to comply with the purpose for which it was built.

KEYWORDS: Road capacity, operating speed, levels of service, congestion, accidents, pollution, pollution, congestion, traffic generated, traffic converted, traffic attracte.

Introducción

Este trabajo de investigación se realizó para tener una idea más clara de lo que se debería hacer o lo que hay que tener en cuenta cuando se desea diseñar o recuperar vías de tratamiento urbano o rural.

Este libro contiene un desarrollo específico de cada uno de los volúmenes de tránsito, su funcionalidad y utilidad que se les da a estos en el ámbito de la planeación, en la ingeniería de tránsito, en la seguridad, en el proyecto, en la investigación y en los usos comerciales.

Se especifica más a fondo para qué son necesarios en una vía, cuándo es recomendable utilizar uno o varios tipos de volúmenes de tránsito, qué estudios se deben tener en cuenta al momento de diseñar, qué cambios en los estudios de volúmenes de tránsito se dan, dependiendo de si el tramo vial urbano es una autopista, arteria, vía rápida, vía colectora, vía de los barrios, o rural como lo son las vías primarias, secundarias y terciarias.

Para hacer una mejor demostración de la utilidad de estos estudios de volúmenes de tránsito, lo que se hizo fue crear varios cuadros en hoja de cálculo donde se describen los factores que son importantes y que se deben tener en cuenta al momento de iniciarse un proyecto vial. De igual forma se hizo una pequeña descripción del objetivo que desarrollan algunas vías de la ciudad del área metropolitana de Bucaramanga, al momento de ser catalogadas como vías rápidas, multicarril, principales y secundarias.

Los volúmenes de tránsito aparte de ser utilizados como métodos para cuantificar la cantidad de vehículos que transitan por un tramo vial, brindan información más detallada al momento de tenerse en cuenta para resolver conflictos peatón –vehículo, variaciones anuales de tránsito, medidas de contaminación ambiental, medidas de tasa de rodamiento, en la aplicación

de proyectos geométricos, impactos de tráfico, índices de accidentalidad e investigación de accidentes y muchas más aplicaciones que se detallarán en el desarrollo del artículo.

Para el desarrollo del proyecto fue necesario investigar el estado del arte de tres autores que a decir verdad la información más valiosa es la de Cal y Mayor Reyes Spindola – James Cárdenas.

De la misma manera se investigaron los sistemas viales urbanos y rurales del AMB, aunque existen también sistemas suburbanos como las vías multicarriles hacia Piedecuesta y Girón.

Finalmente, y atendiendo al tercer objetivo específico se definieron los diversos tipos de estudios de volúmenes de tránsito aplicando los conceptos de Cal y Mayor Reyes Spindola-James Cárdenas, que brindan una clasificación general y específica, y para lo cual basado en la experiencia de varios consultores, se amplió la información general y específica de los volúmenes de tránsito y que tipos de estudio se requieren según las necesidades del proyecto y su ámbito.

Objetivo General

- Se trata de conocer y aplicar los volúmenes de tránsito en proyectos generales y específicos de movilidad aplicados al AMB

Objetivos Específicos

- Investigar y estudiar el estado del arte de los diversos tipos de volúmenes de tránsito
- Analizar los diversos sistemas viales urbanos y rurales que existen en área metropolitana de Bucaramanga
- Definir los diversos tipos de estudio de volúmenes de tránsito general y específico, que se deben aplicar a los sistemas viales urbanos y rurales en función del requerimiento técnico.

Metodología

- Se establecieron tres autores, para comprender el punto de vista de cada uno y el análisis que hacen de los volúmenes de tránsito.
- Se estudiaron y analizaron las metodologías y el estado del arte relacionado con las aplicaciones de los volúmenes de tránsito en proyectos de movilidad urbana y rural.
- Búsqueda de las características del sistema vial urbano (autopistas, arterias y calles) y del sistema rural (vías primarias, secundarias y terciarias), para conocer sus aplicaciones en el diagnóstico y el diseño vial.

1. Planteamiento y Justificación del Problema

Es valioso saber cómo, cuándo, donde, porque y para qué se emplean los estudios de volúmenes de tránsito, debido a que es el número de vehículos pasando por una sección vial quien determina la capacidad vial y otros aspectos relacionados con la ingeniería de tránsito en los diferentes campos.

En muchas ocasiones el volumen de tránsito no es igual a la demanda o la capacidad de vehículos que se esperan que pasen por una determinada vía, pues ello depende las necesidades de movilidad en dicho tramo; por eso es muy importante saber qué tipo de vehículos están transitando, frente a la capacidad de la sección vial en términos de calzadas y de número y ancho de carriles en el escenario de un nuevo proyecto o de una modificación para resolver una movilidad sostenible integral, que garantice que esa movilidad sea interactiva entre el vehículo y el peatón, en el caso de zonas urbanas donde hay mucha presencia de peatones o en el caso de zonas rurales donde su presencia es menor. La planeación de estos estudios es importante para tener una idea de la demanda de vehículos y la oferta vial que se espera de un tramo vial urbano o rural, en los diferentes puntos del tramo como en las intersecciones con o sin semáforo de los diferentes sistemas viales, de acuerdo con la clasificación sistemática vial también urbana y rural. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

Se tiene conocimiento de las aplicaciones de los volúmenes de tránsito desde el punto de vista general o específico como en modelos de asignación o distribución del tránsito, desarrollo de programas de mantenimiento vial, análisis económico, capacidad vial, estudios ambientales, consumo de combustible y una gran cantidad de estudios que se pueden realizar, pero a la hora de la aplicación de los diferentes tipos de volúmenes de tránsito en estudios específicos, se

cometen errores por no aplicar los estudios adecuados, para dar soluciones a la movilidad del sistema específico que se desea diagnosticar o proyectar.

Los volúmenes de tránsito no son solo útiles en los aspectos mencionados, sino en temas como la seguridad, los niveles de servicio, la caracterización de flujos vehiculares, la zonificación de velocidades, los dispositivos de control, el sistema de parqueaderos en zonas urbanas, pero en especial en el diseño geométrico de las vías, de acuerdo con la oferta presente y futura de los vehículos, lo cual representa para los gobiernos, una prospectiva para tener en cuenta en los cierres financieros de los proyectos viales. (*Transportes.*, 2016)

Lo que se busca con este proyecto es dar a entender que la movilidad, como base fundamental de la economía, es algo necesario en nuestra sociedad, y el estudio adecuado de los volúmenes de tránsito y su aplicación en proyectos específicos, será de mucha ayuda, ya que así se tendría una mejor percepción de lo que se quiere construir del sistema vial urbano o rural, para gestionar la mejor capacidad y prevenir accidentes, represamiento de vehículos, impactos de tráfico, conflictos con el peatón, impactos ambientales y en general la prevención de externalidades negativas del tránsito y el transporte que tanto daño hacen a las comunidades.

De igual forma, con el conocimiento de la aplicación de los volúmenes de tránsito, se logra contribuir con el desarrollo territorial y la mejor utilización del espacio público, en temas como mejoramiento y ampliación vial, andenes, alamedas, parques, para el logro de una movilidad sostenible en armonía con los sistemas de transporte, mediante el uso de herramientas como aforos manuales, contadores mecánicos o portátiles, y en general la utilización de tecnología y el uso del software o programas computacionales que agilizan la interpretación de datos tomados en campo.

Finalmente, la eficaz aplicación de los conceptos de volúmenes de tránsito en función de sus unidades de tiempo, proporcionan la información adecuada en la aplicación de dichos volúmenes en diferentes ámbitos, usando como modelo el contexto territorial del área metropolitana de Bucaramanga.

1.1 Antecedentes / Estado de Arte / Estado de Conocimiento / Situación Actual

La congestión vehicular se produce cuando la distribución normal del transporte genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las vías, esto puede ser ocasionado por circunstancias específicas que causan o agravan la congestión, como la reducción de la capacidad en un punto o durante un periodo de tiempo, o el aumento del número de vehículos necesarios para una determinada capacidad o el mal estado de la vía.

En muchas ciudades altamente pobladas la congestión vehicular es recurrente, y se atribuye a la gran demanda del tráfico, a accidentes de tránsito, obras viales y eventos climáticos. Todas estas posibles eventualidades conllevan a incrementos en los tiempos de viaje, y embotellamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas pico, y resulta frustrante para los conductores, ya que causa pérdidas de tiempo, consumo excesivo de combustible e incrementa el riesgo de accidentes. (*Social.*, 2016)

Ante el problema de congestión vehicular, que incluye el transporte público colectivo y masivo, que se basa en buses exclusivamente, puede ocurrir que dichos vehículos no tengan la capacidad suficiente para albergar la demanda a ciertas horas pico o que haya una sobreoferta de buses para muy poca demanda, porque dicha demanda está siendo atendida por vehículos particulares muchas veces con ocupación muy baja, generando con ello, graves problemas de congestión en el sistema vial. Hace veinte años un bus transportaba en promedio más de 900 pasajeros al día; hoy apenas 500. El problema del transporte público es la deficiente prestación

del servicio: zonas con demasiadas rutas, otras sin servicio, falta de servicio en la noche o trancones que se presentan por la deficiencia en el espacio para que estos transiten a mayores velocidades y en menos tiempo, todo esto también se debe en gran medida a que las rutas de transporte pueden generalmente coincidir con las arterias de más alto flujo, las más afligidas por la congestión. Más aún, las redes de transporte público son en su mayoría radiales, y no permiten evitar la congestión al cruzar la ciudad. Finalmente, los usuarios del transporte público no pueden seguir destinos de viaje que están fuera de las localidades de más alta accesibilidad en la periferia porque el sistema de transporte público no da servicio. *(Mejia, 2014)*

Los ciudadanos han buscado alternativas que obligan a entender la movilidad desde otras dimensiones, más allá de la dotación de vías vehiculares: las motos, bicicletas e incluso el caminar son alternativas que cada vez tienen más peso. En general, las ciudades grandes presentan problemas de congestión y tráfico complejos. Está demostrado que la congestión es inherente a las ciudades y que todas deben soportar una condición de ocupación de las vías y que los niveles de ingreso permitan a las personas comprar vehículos privados.

A medida que la ciudad va creciendo, no se tienen en cuenta una adecuada planeación urbanística. La ciudad crece, pero la infraestructura de transporte sigue siendo la misma. La administración del municipio de Bucaramanga y de su área metropolitana, es consciente de lo que está sucediendo referente al tema de la problemática de la movilidad, por el aumento de los vehículos y la necesidad de construcción de obras viales que descongestionen la ciudad, que ha generado graves conflictos de movilidad de las principales vías de las cuatro ciudades del área metropolitana. *(Colombia, 2018)*

El tema de la movilidad urbana se ha convertido en un tema prioritario de las grandes ciudades alrededor del mundo especialmente para los países en desarrollo.

Todas las ciudades presentan problemas de movilidad, independiente del tamaño los problemas varían, pero no desaparecen, así como lo son:

- Aumento en cantidad de vehículos que circulan en la ciudad.
- Sobreofertas de taxis, buses y busetas.
- Pico y Placa, generando que los que tienen ingresos suficientes puedan adquirir uno o más vehículos para poder transitar toda la semana.
- La disminución del precio de los vehículos y el aumento del acceso al crédito han hecho que las personas tengan mayor posibilidad de adquirir vehículo particular.
- La ineficiencia del transporte público, reflejada en la falta de paraderos, la inseguridad y la distribución de las rutas por las mismas vías.
- La falta de sitios de parqueo en lugares de actividad laboral y comercial, lo que hace que los conductores estacionen sus carros en las propias vías y en las aceras, generando el desorden.
- “Demanda superior a la oferta: Existe una demanda creciente por el espacio público en los municipios, en especial sobre las vías; demanda que se ha hecho más aguda en los años recientes debido a las altas tasas de motorización. Esta situación ha ocasionado una presión más fuerte sobre la oferta vial, y ha hecho más evidentes las limitaciones de espacio a la vez que ha incrementado los niveles de congestión, críticos en algunas vías y durante ciertas horas del día.” (Tarriba, 2018).

Y por todo esto los síntomas del problema en la movilidad de Bucaramanga son la congestión, el exceso de automóviles particulares y la baja velocidad. Esto ocurre debido a que el parque de vehículos inscritos crece rápidamente a raíz del aumento de la población, el incremento de la riqueza, la mayor penetración comercial y probablemente debido a la imagen

crecientemente atractiva en el mundo en desarrollo hacia un estilo de vida que tiene al automóvil por elemento esencial. Por consiguiente, en gran parte de esa realidad el número de vehículos motorizados aumenta en más de 10% al año, en tanto que el número de vehículos se duplica en 7 años.

La congestión está reduciendo la movilidad del usuario del automóvil. Es claro que, por las mediciones disponibles sobre demora en el tráfico, e incluso por evidencia impresionista, en casi todas las grandes ciudades del mundo en desarrollo (y desarrollado) la congestión impide cada vez más la movilidad del usuario del automóvil. (*TIEMPO*, 1994)

2. Definiciones

Capacidad Vial: Se define la Capacidad de una carretera de dos carriles como el máximo número de vehículos que puede circular, por un punto o tramo uniforme de la vía en los dos sentidos durante cierto período de tiempo, en las condiciones imperantes de vía y de tránsito. La Capacidad se expresa en vehículos por hora, aunque puede medirse en períodos menores de una hora. El valor de la Capacidad depende de la duración del período en que se mida.

Este valor de la Capacidad definido para “condiciones imperantes” difiere del volumen máximo que puede circular por la vía en un momento dado. El volumen máximo posible depende de factores tales como la composición vehicular, la velocidad de circulación y las condiciones atmosféricas, que pueden cambiar en cualquier momento. Si el volumen máximo posible disminuye y resulta momentáneamente menor que la demanda del tránsito ocurrirá congestión, al no poder pasar por un punto de la vía todos los vehículos que llegan a ese punto. En este caso muchos vehículos deberán detenerse, formar una cola y ponerse en movimiento nuevamente, circulando con un volumen menor que el volumen que llegaba antes de la detención, lo que

disminuye la velocidad de la corriente vehicular y por ende el volumen máximo posible. Estas circunstancias suelen originar una onda perturbadora de detenciones vehiculares que se propaga corriente arriba hasta que la falta de demanda la disipe. Por consiguiente, es muy peligroso que la demanda de tránsito se aproxime a la Capacidad de una vía. La proximidad a este límite se mide por la relación entre el volumen de demanda y la Capacidad, relación que muchos llaman Factor de utilización de la Capacidad. Pocas son las carreteras de dos carriles en Colombia donde se alcance la Capacidad. Mucho antes de llegar a ese extremo, la calidad del servicio que prestan esas vías es tan deficiente que generalmente se buscan y encuentran otras alternativas. El cálculo de la Capacidad parte de una Capacidad máxima en condiciones ideales, la que disminuye a medida que las condiciones particulares de la vía en estudio se apartan de estas. Las condiciones ideales son aquellas en las que no existen restricciones geométricas, de tránsito ni ambientales. (*manual_capacidad_niveles_servicio_carreteras_dos_carriles*, n.d.)

Niveles de Servicios: Se define el Nivel de Servicio de un sector de una carretera de dos carriles como la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, que se refleja en grado de satisfacción o contrariedad que experimentan al usar la vía. Se establecieron dos medidas de efectividad que reflejan esa calidad de servicio, siendo la principal el porcentaje de reducción la velocidad media de los vehículos que transitan por la carretera, de acuerdo con la velocidad ideal para el tramo en estudio. La velocidad media describe el grado de movilidad. Se han definido seis niveles para Colombia que van desde el A al F, así (*manual_capacidad_niveles_servicio_carreteras_dos_carriles*, n.d.):

Nivel de Servicio A: representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con

otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona.

Nivel de Servicio B: comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

Nivel de Servicio C: representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos, deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

Nivel de Servicio D: el flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente.

Nivel de Servicio E: representa la circulación a Capacidad cuando las velocidades son bajas, pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a Capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede

alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a Capacidad, en condiciones de inseguridad.

Nivel de Servicio F: representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la Capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a Capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de estas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente.

Congestión: Se refiere, tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atochamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en la hora punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible. (*Congestión Vehicular, 2022*)

Accidentes: Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en el e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o las vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho. (*Ministerio de Transporte, 2022*)

Contaminación: Recientemente, gran parte de la atención se ha dirigido al estudio de la contaminación como externalidad del transporte. En este sentido, existen multitud de efectos del transporte sobre el medio ambiente, que se clasifican en dos grupos: contaminación acústica y atmosférica. A su vez, las consecuencias de ambas pueden diferenciarse, según su alcance, en

locales, regionales y mundiales. (*Yolanda Fernández Fernánde & Blanca Olmedillas Blanco, 2002*)

Congestionamiento: Afecta a la red vial de un país, representando un grave problema para la población que debe circular por ellas, entre sus causas se encuentra el incremento demográfico, la falta de obras viales como vías alternas, señales de tránsito inexistentes o desactualizadas, incremento del parque automotor, y la falta de mantenimiento vial. (*Tarek Ziad Ashhad Verdezoto et al., 2020*)

Tránsito Atraído: Es el que se desviará de otras vías hacia la nueva. Este tránsito se determina en base a la economía de tiempo que ofrece el nuevo servicio. Para la estimación del tránsito atraído (TAT) se debe tener un conocimiento completo de las condiciones locales, de los orígenes y destinos vehiculares y del grado de atracción de todas las vías involucradas. A su vez, la cantidad de tránsito atraído depende de la capacidad y de los volúmenes de las carreteras existentes. (*James Cárdenas Grisales, 2018*)

Velocidad de Operación: La velocidad de operación es la que adoptan realmente los conductores al circular por la vía. La velocidad de operación es función de las características físicas de la vía y el entorno, en una circulación libre de vehículos. Generalmente se define como el percentil 85 de la velocidad a la que circulan los vehículos. (*Chochos, 2016*)

Externalidades Negativas: La importancia de las externalidades del transporte varía considerablemente según los modos del transporte, el horario y el lugar. En líneas generales, y en lo que al transporte por carretera se refiere, los costes externos vinculados a la congestión constituyen la externalidad principal, seguidos de los accidentes y los problemas medioambientales. (*Yolanda Fernández Fernánde & Blanca Olmedillas Blanco, 2002*)

2.1 Definiciones de volúmenes de tránsito según tres autores

Volúmenes de tránsito: Entendemos por volúmenes de tránsito cierta cantidad de vehículos de motor que transita por un camino en determinado tiempo. Las unidades más comúnmente usadas en los volúmenes de tránsito son “Vehículos por día” o “Vehículos por hora”. La capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo para ser considerado eficiente y es interesante para nosotros conocer los volúmenes de tránsito, porque son una medida de la capacidad de nuestros caminos. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

Volúmenes de tránsito: El número de vehículos o peatones que pasan por un punto, entran en intersección o usan parte de un camino; como un carril, un paso de peatones o una acera. Estos son utilizados para (*Box, 1995*):

- Determinación de la variación horario (en particular la selección de horas de máxima demanda).
- Determinación de las variables periódicas o diarias, así como de las tendencias de crecimiento.
- Estimación del tránsito anual (empleado en los cálculos y diseño estructural de los pavimentos).

Volúmenes de tránsito: Los volúmenes de tránsito deben considerarse dinámicos siempre. Por tanto, solo estos volúmenes son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante conocer sus características para programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y

labor preventiva, así como las de conservación. (*J Manual de Planeación y Diseño Para La Administración Del Tránsito y El Transporte Marco Conceptual*, 2005)

2.2 Volúmenes de tránsito absolutos o totales

Es el número total de vehículos que pasan durante un tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales*, n.d.)

Tránsito anual (TA)

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T = 1$ año

Tránsito mensual (TM)

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes

Tránsito semanal (TS)

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T = 1$ semana.

Tránsito diario (TD)

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso, $T = 1$ día.

Tránsito horario (TH)

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora.

Tasa de flujo (q)

Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora. En ese caso $T < 1$ hora.

Tabla 1: Volúmenes de tránsito que entran en las categorías de volúmenes absolutos o totales, promedio y horarios.

ABSOLUTOS O TOTALES	VOLÚMENES TIPO PROMEDIO	VOLÚMENES DE TRÁNSITOS HORARIOS
TM	TPDA	VHMD
TS	TPDM	VHMA
TD	TPDS	VH de la 10, 20 y 30 ava hora
TH		VHP
q		

2.3 Volúmenes de tránsito promedio diarios

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menos a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período. De acuerdo con el número de días de este período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios, dados en vehículos por día. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = TA/365$$

Ecuación 1: *TPDA*

Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = TM/30$$

Ecuación 2: *TPDM*

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = TS/7$$

Ecuación 3: *TPDS*

2.4 Volumen horario máximo anual (VHMA)

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8.760 horas del año. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

2.5 Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

2.6 Volumen Horario – Décimo, Vigésimo, Trigésimo – Anual (10VH, 20VH, 30VH)

Es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, que es excedido por 9, 19 y 29 volúmenes horarios, respectivamente. También se le denomina volumen horario de la 10a, 20ava y 30ava hora de máximo volumen. (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

2.7 Volumen horario de proyecto (VHP)

Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda dar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto. (*INGENIERÍA*

DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.)

3. Sistema vial rural del AMB (Vías primarias, secundarias y terciarias, desde el Punto de vista de su movilidad y accesibilidad

En el siguiente cuadro se muestra la división que se hizo para clasificar las vías urbanas como lo son las vías principales (arterias, autopistas, vías rápidas), secundarias (vías colectoras, vías de los barrios). En la zona rural se definieron las vías primarias, secundarias, terciarias, caminos de tierra (vías departamentales), caminos revestidos (vías estatales), caminos pavimentados (vía municipal) y vías privadas.

Tabla 2: Definiciones de Arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias en Colombia.

URBANO	DEFINICIÓN	RURAL		DEFINICIÓN
Principales: Arterias	Conectan complejos comerciales y/o industriales de impacto urbano. Su velocidad de diseño está entre 60 y 80 km/h. La pendiente logarítmica máxima recomendada es del orden del 6%	Primarias		Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumple la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como primarias deben funcionar pavimentadas.
Autopistas	Debe ser rápida, segura y admitir un volumen de tráfico considerable, esta dispone de más de un carril para cada sentido con calzadas separadas.	Secundarias		Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria. Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
Vías rápidas	Tienen un control total de accesos e intersecciones en un mismo nivel. Al permitir una circulación constante de los vehículos entre puntos distantes o destinos lejanos, se convierten en una alternativa económica (tiempo y recursos) cuando el tráfico se incrementa de forma considerable.	Terciarias		Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias.
Secundarias : Vías colectoras	Su función principal es llevar el tránsito de las vías locales a las arterias y viceversa, distribuyen el tránsito dentro de las distintas zonas de la ciudad. Manejan velocidades entre 40km/h y 50 km/h. Generalmente son de una calzada y pueden ser unidireccionales o bidireccionales. La pendiente longitudinal máxima en el 12%	Caminos de tierra	Vía departamental	Están a cargo de los departamentos
		Caminos revestidos	Vía estatal	Están a cargo de la nación por medio de INVIAS y de la agencia nacional de infraestructura
		Caminos pavimentados	Vía municipal	Están a cargo de los municipios
Locales: Vías de los barrios	Su función principal es proveer acceso directo a los predios, debiendo llevar únicamente su tránsito propio. El volumen vehicular es en su mayoría livianos, se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal al 100% . Manejan velocidades entre 30 y 40km/h, esto dado por diseño debido a que manejan secciones y radios mas pequeños.	Vía privada		La que está destinada al uso particular.
		Tecnica Funcional		
		TPDS y TPDA		Sirven para hacer una clasificacion vial desde el punto de vista de los volúmenes de tránsito

Nota: Elaboración propia y adaptado de (*Clasificación de las Carreteras, Falla 2022*)

Figura 1: Definiciones del sistema arterial (Arteria primaria, secundaria y terciaria) y sistema local (Vía local nivel 1 y 2) en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Sistema	Tipología	Funciones y características	Transporte masivo de pasajeros	Transporte masivo de pasajeros	Transporte de carga	Ciclorrutas
Sistema arterial	Arteria primaria	Permiten la conexión de los flujos vehiculares nacionales de paso por el área urbana. Flujo Sur-Norte, Este-Oeste. Vías con mayor volumen de vehículos por día (>15.000 TPD). Soporta rutas troncales y pretroncales del SITM.	Se permite rutas troncales, pretroncales.	No se permite	Se permite el transporte de carga regional de paso, sobre los corredores de la Av. Q Seca, Boulevard Bolívar, Cra 15 desde la Cll 12 a la Virgen, y la vía Virgen – La Cemento.	No se permite
	Arteria secundaria	Complementan la articulación de Bucaramanga con otra cabecera municipal. Soporta las rutas pretroncales del SITM. (TPD > 7.000).	Se permite rutas pretroncales.	No se permite	No se permite el transporte de carga intermunicipal, se permiten vehículos de carga para distribución interna, limitados a tres ejes y carga < 15 Ton., sometidos a estudios específicos para definición de horarios.	No se permite
	Arteria terciaria	Conectan dos o más sectores, con vías arteriales secundarias y terciarias; pertenecen a este grupo todas las vías de doble calzada restantes; y las vías alternativas de alto flujo vehicular a las definidas anteriormente. (TPD > 500).	Se permite rutas alimentadoras.	Se permite	Distribución dentro del perímetro urbano, tipo C2, peso < 10 Ton. Sometidos a estudios específicos para definición de horarios.	Se permite, aislada de la calzada, con desnivel.
Sistema Local	Vía local nivel 1	Comunican un sector urbano con la red arterial, acceso principal a barrios, sistema de transporte complementario, velocidad controlada. (TPD > 3.000)	Se permite rutas alimentadoras.	Se permite	Distribución dentro del perímetro urbano, tipo C2, peso < 4,5 Ton.	Se permite, aislada de la calzada, con desnivel.
	Vía local nivel 2	Accesos a terrenos y predios.	Con restricciones. Solo se permite para operaciones de retorno.	Con restricciones. Solo se permite para operaciones de retorno.	Distribución dentro del perímetro urbano, peso < 2,5 Ton.	Se permite, aislada de la calzada, sin desnivel.

Sistema	Tipología	Acceso directo a predios	Carriles totales	Velocidad de diseño	Estacionamiento de vehículos en vía	Acceso a parqueaderos públicos	Vallas publicitarias
Sistema arterial	Arteria primaria	El acceso solo a generadores mayores de tránsito (escala zonal y metropolitana) con carriles de aceleración y desaceleración. Con acceso protegido a peatones.	> 4	60 KPH	Prohibido	No se permiten (nuevos accesos) a parqueaderos sobre el corredor.	Se permite, decreto 0264 de 2007.
	Arteria secundaria	El acceso solo a generadores mayores de tránsito (escala zonal y metropolitana) con carriles de aceleración y desaceleración. Con acceso protegido a peatones.	2 A 4	50 KPH	Prohibido	No se permiten (nuevos accesos) a parqueaderos sobre el corredor.	No se permite
	Arteria terciaria	El acceso vehicular al predio debe permitir un radio de giro adecuado para garantizar el uso de un solo carril del corredor vial, en las maniobras de salida o entrada al predio (radio mínimo de rueda interna trasera > 4,2 m).	2 A 4	40 KPH	Prohibido	No se permiten (nuevos accesos) a parqueaderos sobre el corredor.	No se permite
Sistema Local	Vía local nivel 1	El acceso vehicular al predio debe permitir un radio de giro adecuado para garantizar el uso de un solo carril del corredor vial, en las maniobras de salida o entrada al predio (radio mínimo de rueda interna trasera > 4,2 m).	2	30 KPH	Limitado, por criterios acuerdo 065	Se permiten los accesos a parqueaderos, cumpliendo el acuerdo 065, con entradas y salidas exclusivas. Con radios de giros mínimo de rueda interna trasera > 4,2 m	No se permite
	Vía local nivel 2	Sin restricciones	2	25 KPH	Limitado, por criterios acuerdo 065	Se permiten, los accesos a parqueaderos, cumpliendo el acuerdo 065, con entradas y salidas exclusivas. Con radios de giros mínimo de rueda interna trasera > 4,2 m	No se permite

Nota: Adaptada de Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143.

3.1 Vías rápidas: Las vías rápidas son avenidas, carreteras y/o autopistas tal cual las conocemos, pero se caracterizan por tener una calidad mayor en aspectos de circulación para los vehículos. Dicho en otras palabras, tienen un control total de accesos e intersecciones en un mismo nivel. Al permitir una circulación constante de los vehículos entre puntos distantes o destinos lejanos, se convierten en una alternativa económica (tiempo y recursos) cuando el tráfico se incrementa de forma considerable. (*VISE, 2018*)

Algunas características de estas vías:

- Son vías que pueden tener más de dos carriles (depende del espacio para su construcción).
- Es común que las vías rápidas consten de ambos sentidos.
- Los accesos y salidas están limitadas.
- Por lo regular, las vías rápidas no cruzan otras alternativas de transporte terrestre, es decir, ferrocarril, tranvías, otras avenidas principales, etcétera.
- El tránsito por ellas es constante (sin semáforos y sin glorietas, pero tienen un límite de velocidad.
- Son vías seguras, siempre y cuando se respete su propósito original, límites de velocidad e indicaciones particulares para la salida de los vehículos.

En Bucaramanga se tiene la carrera 27 que hace el papel de este tipo de vías.

Tabla 3: Contiene la descripción y el objetivo de una vía rápida como lo es la Carrera 27 en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CARRERA 27	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una de las vías más importantes de la ciudad con 6 carriles, 3 dirección Norte – Sur y 3 en dirección Sur – Norte, por ende, es una de las vías mas transitadas y de las mas congestionadas a casi todas las horas del día, la velocidad por la que transitan los vehículos en este tramo vial la mayoría de tiempo es reducida por la gran cantidad de automóviles que se desplazan por ella todos los días.	
OBJETIVO: Conexión entre la calle 10, glorieta de la Avenida Quebrada Seca, Avenida la Rosita y Diagonal 15.	

Figura 2: Es un tramo de la carrera 27 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía.



Nota: Adaptada de Google Maps.

3.2 Vías multicarril: Son carreteras multicarril las que, sin ser autopistas o autovías, tienen al menos dos carriles destinados a la circulación para cada sentido, con separación o delimitación de estos, pudiendo tener accesos o cruces a nivel. Vías divididas, con dos o más

carriles por sentido, con control parcial o total de acceso y salida. (Ministerio de Transporte, n.d.)

Tabla 4: Contiene la descripción y el objetivo que cumple la Transversal Metropolitana que es considerada como una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: TRANSVERSAL METROPOLITANA	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una vía con alta transitabilidad, localizada en la zona occidental de la ciudad, consta de 4 carriles los cuales en su mayoría de tiempo permiten a los vehículos ir a velocidades relativamente altas siempre y cuando sean tramos lineales y no curvas, aunque en este tramo en su gran extensión se encuentran curvas muy pronunciadas. Estos carriles se dividen en dos carriles que van desde la calle 65 hasta carrera 14 de la zona de Provenza, y viceversa. Es muy común ver vehículos de transporte municipal o intermunicipal, ya que por esta vía se puede llegar a la terminal de transporte de Bucaramanga o tomar vía Girón.	
OBJETIVO: Comunicar la zona occidente con la zona sur de la ciudad, de igual forma por esta vía se puede tomar otro tramo vial que cómica el área metropolitana de Bucaramanga con el municipio de Girón.	

Figura 3: Es un tramo de la Transversal Metropolitana en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía multicarril.

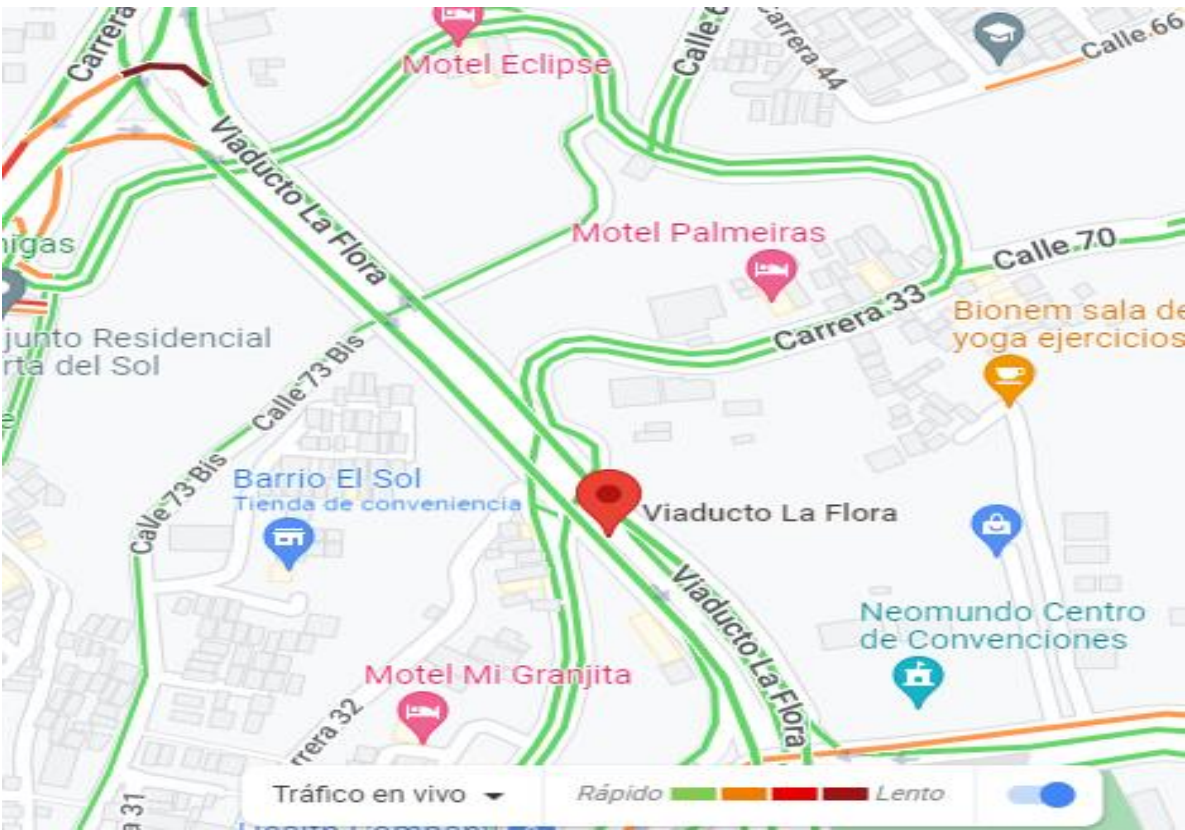


Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 5: Contiene la descripción y el objetivo que cumple el Viaducto la Flora que es considerada una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: VÍADUCTO LA FLORA	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es un tramo vial que en horas pico se ve congestionado por la gran cantidad de vehículos que por este se desplazan para llegar de la sur a la occidental u oriental de la ciudad. Consta de 4 carriles los cuales están divididos en dos carriles para los vehículos que van desde la carrera 33 o calle 67, hasta la calle 93 o transversa 93 y viceversa. Las velocidades son relativamente altas a no ser que haya mucha congestión.	
OBJETIVO: Es una vía alterna para llegar al centro comercial el cacique y los barrios que quedan en la zona sur de la ciudad.	

Figura 4: Es un tramo de lo que es el Viaducto la Flora en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía multicarril.



Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 6: Contiene la descripción y el objetivo que la Vía Porvenir que es considerada una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: VÍA PORVENIR	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una vía de solo dos carriles que está dividida en un carril dirección a la vía Bucaramanga – girón y hasta la carrera 9 del barrio Porvenir y viceversa. No se ven tantos problemas de congestión, ya que es una vía alterna para llegar al barrio ya mencionado. Es un tramo vial por el que se ve tránsito pesado como lo son las volquetas.	
OBJETIVO: Sirve de comunicación para los vehículos que van desde la zona oriente u occidente de la ciudad que han tomado la vía girón – Bucaramanga y quieren llegar a la comuna 11 sur de la ciudad.	

Figura 5: Es un tramo de la Vía Porvenir en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía multicarril.



Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 7: Contiene la descripción y el objetivo de la Vía girón – aeropuerto que es considerada una vía multicarril en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: VÍA GIRÓN - AEROPUERTO	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Consta de dos carriles los cuales están divididos en dirección una dirección aeropuerto – girón y viceversa. No es una que se congestione, así que los vehículos pueden ir a velocidades relativamente altas o a las velocidades a las que fue diseñada la vía.	
OBJETIVO: Conectar el municipio de Girón con el aeropuerto Palonegro o servir de conexión a los conjuntos residenciales que están un poco más allá del aeropuerto. Por esta vía también se puede llegar al municipio de Lebrija.	

Figura 6: Es un tramo de lo que es la Vía girón – aeropuerto en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía multicarril.



Nota: Adaptada de Google Maps.

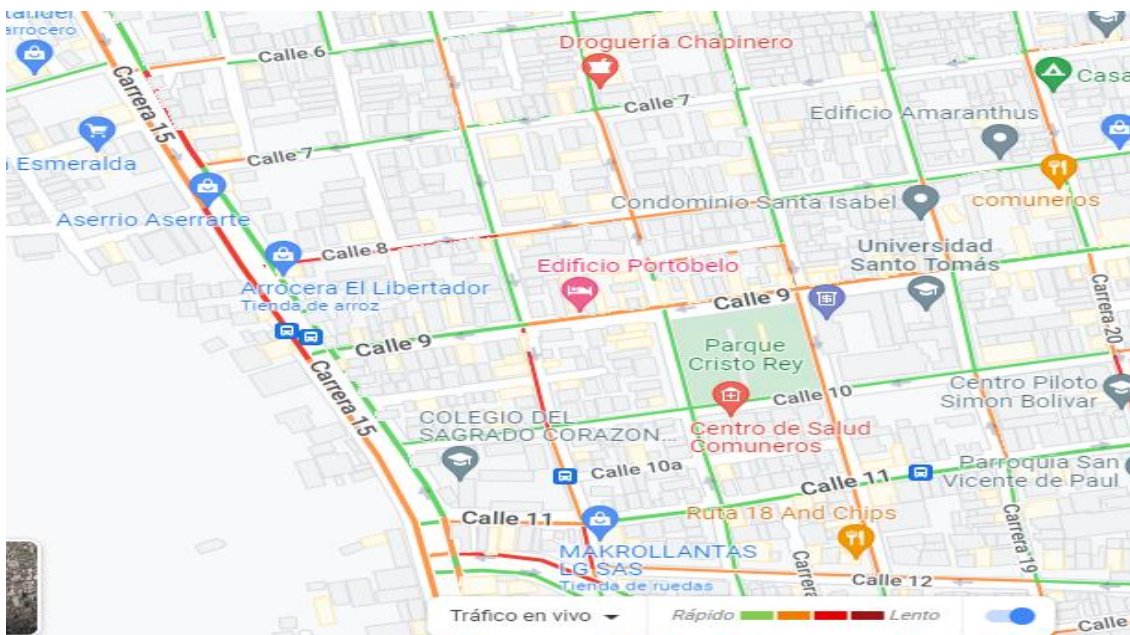
3.3 Vías principales: Son las que permiten la entrada y salida de vehículos y conectan con otras vías más pequeñas. (*Zuniga Tipos de vías en Colombia – 2017*)

3.3.1 Vías de tratamiento urbano: Localizadas en la malla vial de una ciudad.

Tabla 8: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 15 que es considerada una vía principal y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CARRERA 15	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una de las vías más importantes de la ciudad con 4, carriles para carros particulares y en un pequeño tramo tiene 2 carriles exclusivos para Metrolínea, por ende, una de las más transitadas y de las más congestionadas a casi todas las horas del día, la velocidad que deben llevar los vehículos en este tramo vial es casi siempre reducida por la gran cantidad de automóviles que se desplazan por ella todos los días.	
OBJETIVO: Conexión entre la zona norte de la ciudad empezando desde la calle 3, avenida quebrada seca y calle 36.	

Figura 7: Es un tramo de lo que es la carrera 15 en la ciudad de Bucaramanga.



Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 9: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 33 que es considerada una vía principal y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CARRERA 33	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Tramo vial de solo cuatro carriles, divididos en dos carriles dirección oriente– sur y dos carriles sur – oriente, que ha cualquier hora del día están congestionados ya que es una de las vías más transitadas de la ciudad y que en su mayoría son vehículos de transporte público los que pasan por esta. Las velocidades casi siempre son mínimas porque no hay mucho espacio y los trancones son algo muy común, ya que aparte de los vehículos que por esta transitan, también se tiende a notar que a lado y lado hay vehículos estacionados.	
OBJETIVO: Conexión entre la avenida quebrada seca, la calle 56 y viaducto la flora, localizada solo en la zona oriente de la ciudad.	

Figura 8: Es un tramo de la carrera 33 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía principal.



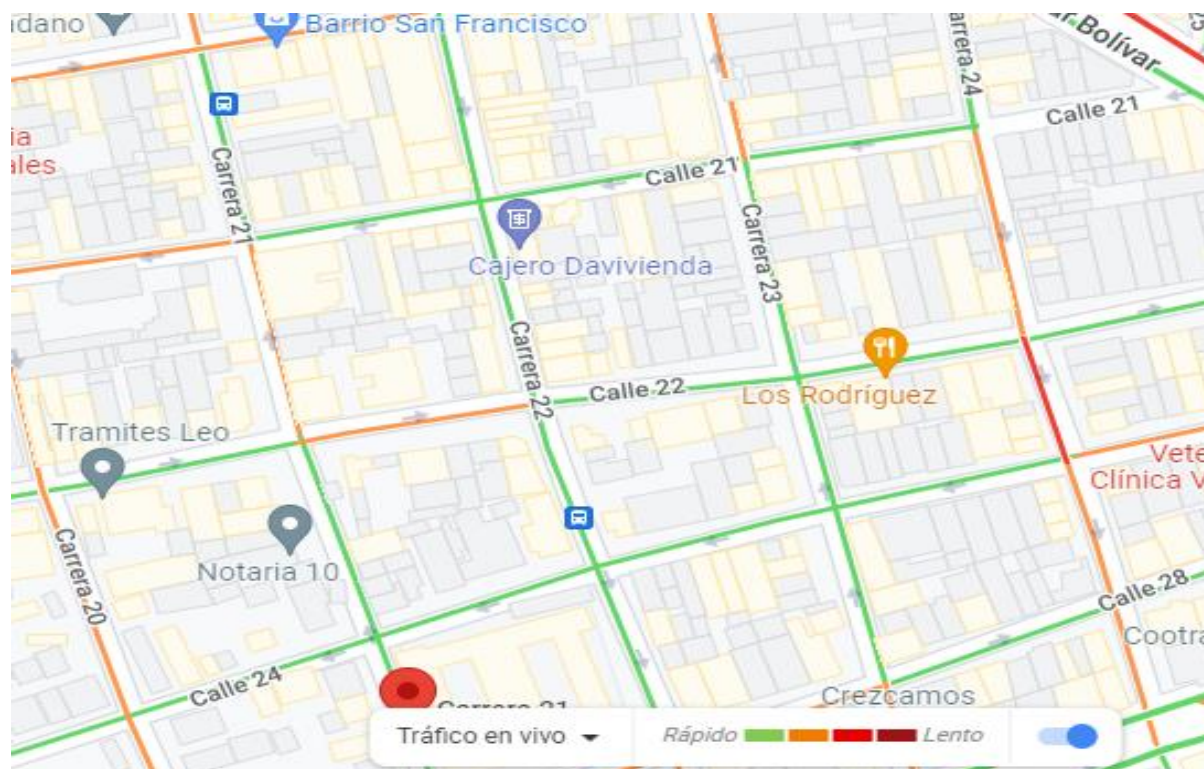
Nota: Adaptada de Google Maps.

3.4 Vías secundarias: Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. *(Clasificación de las Carreteras, Falla 2022)*

Tabla 10: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 21 que es considerada una vía secundaria y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CARRERA 21	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una calle con dos carriles que van en dirección sur – norte, y en algunos metros de esta un carril para la ciclorruta. Por esta transitan vehículos particulares y buses de servicio público. En horas pico se puede presentar congestión de ésta y se puede transitar a una velocidad promedio de 40 km/h o menos.	
OBJETIVO: Conexión desde la calle 5 hasta la calle 69.	

Figura 9: Es un tramo de la carrera 21 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía secundaria.

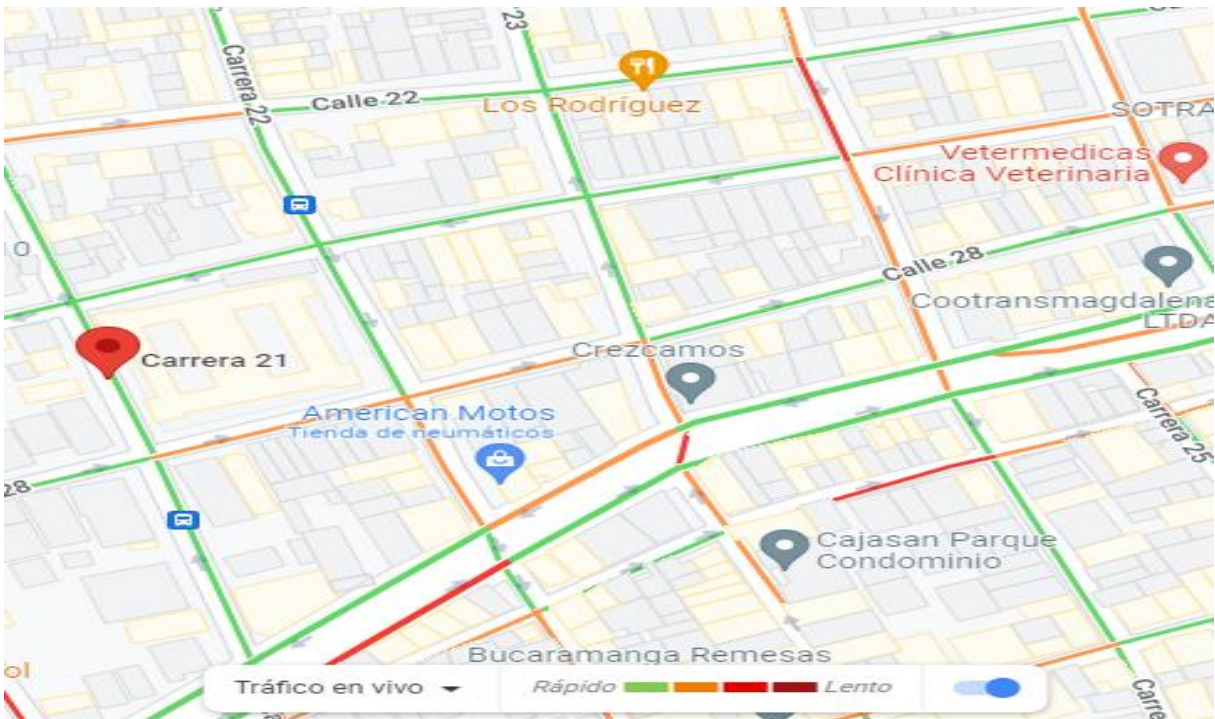


Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 11: Contiene la descripción y el objetivo de la Carrera 22 que es considerada una vía secundaria y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CARRERA 22	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es de dos carriles altamente transitada y más entre las calles 10ª y 14, ya que en esa zona se encuentra la plaza de San Francisco y entre la avenida quebrada seca y la avenida la Rosita, que se encuentra la zona comercial del centro, este corredor va en sentido norte – sur y en horas pico se vuelve un poco intransitable, las velocidades comunes son de 40 – 60 km/h.	
OBJETIVO: Sirve como conexión entre la calle 6, hasta la calle 67, en sentido norte – sur.	

Figura 10: Es un tramo de la carrera 22 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía secundaria.



Nota: Adaptada de Google Maps.

3.5 Vías colectoras: Son las encargadas de distribuir el tránsito entre la vivienda y los sitios de trabajo. *(Clasificación de las Carreteras, Falla 2022)*

Tabla 12: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 18 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 18	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una vía por la que se puede transitar a una velocidad constante, que no presenta problemas de congestión en casi toda su trayectoria, va en dirección occidente – oriente y consta de un solo carril.	
OBJETIVO: Sirve como conexión entre la zona oriente y occidente de la ciudad, lleva los vehículos hacia vías más transitadas como lo son la carrera 23, bulevar bolívar, carrera 33ª y carrera 15.	

Figura 11: Es un tramo de la calle 18 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como suelen transitar los vehículos por esta vía colectora.



Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 13: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 32 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 32	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una vía con alta transitabilidad, pero por la que se puede ir a una velocidad constante. Se encuentra solo en la zona oriental de la ciudad, consta de dos carriles que van en una sola dirección y un carril para la cicloruta.	
OBJETIVO: Recibe los vehículos que van desde la carrera 27 (parque de los niños) hasta la carrera 33, y que de igual forma sirve de conexión para la carrera 50, que llega hasta vía principal Bucaramanga.	

Figura 12: Es un tramo de la calle 32 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía colectora.

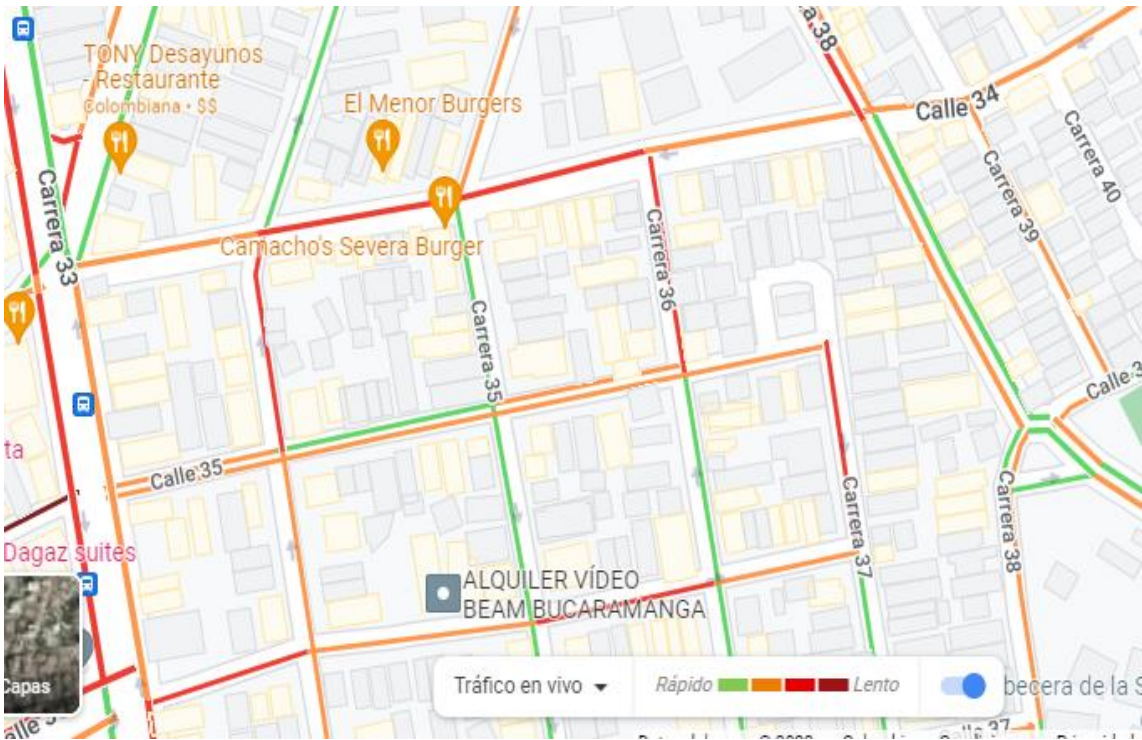


Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 14: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 34 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 34	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una vía muy transitada, que en su mayoría de tiempo esta congestionada y por la que se tiene que ir a bajas velocidades ya que esta en la zona del centro de la ciudad, va en dirección oriente – occidente y solo consta de dos carriles, los que en su mayoría de tiempo están ocupados, ya que siempre hay vehículos partículas y de transporte público.	
OBJETIVO: Conexión entre la zona oriental y occidental de la ciudad, lo que sería entre la carrera 9, 15, 27 y 33.	

Figura 13: Es un tramo de la calle 34 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía colectora.



Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 15: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 35 que es considerada una vía colectora y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 35	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Al igual que la calle 34, esta calle en su mayoría de tiempo esta congestionada, se puede ir a velocidades muy bajas y en uno de sus tramos, solo se puede ir a pie, ya que esta diseñada solo para peatones que están de compras en la zona del centro, en el tramo que está a disposición de transito vehicular se puede apreciar que tiene dos carriles que van en dirección occidente – oriente.	
OBJETIVO: Conexión entre la zona oriente y occidente de la ciudad y más específicamente entre las carreras 9 y 37.	

Figura 14: Es un tramo de la calle 35 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía colectora.



Nota: Adaptada de Google Maps.

3.6 Vías de los barrios: Tienen la función primordial de brindar accesibilidad a barrios y soportan tráficos de corta distancia. (*Tipo de Vías En Colombia*, 2016)

Tabla 16: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 2 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 2	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Tiene un solo carril, no presenta una gran cantidad de flujo vivo, lo cual no genera congestión en la zona. Es una calle de los barrios de la zona norte de Bucaramanga, conecta la carrera 14 y 15.	
OBJETIVO: Conexión de varias calles de la zona norte con la Avenida Libertador.	

Tabla 17: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 3 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 3	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es un tramo vial muy concurrido que a su vez tiene una longitud considerable, tiene dos carriles los cuales van en diferente dirección y cuenta con un tráfico vivo que a ciertas horas del día si generan congestión en esta zona norte de Bucaramanga.	
OBJETIVO: Es una vía principal de barrio, que hace la conexión de varias calles de la zona norte con la carrera 15.	

Figura 15: Es un tramo de la calle 3 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía de Barrio.

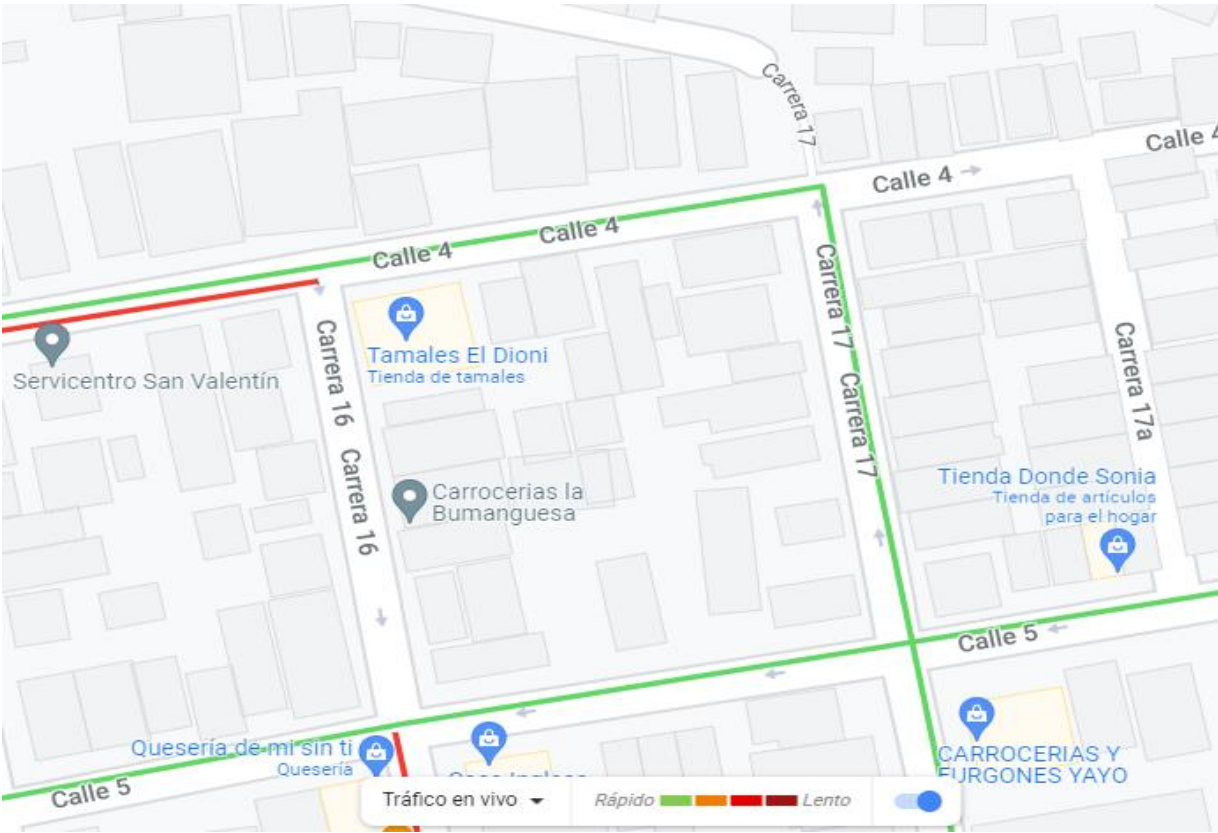


Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 18: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 4 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 4	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una calle de un solo carril que presenta en un tramo corto una afluencia considerable de vehículos (tráfico vivo intermedio), que a ciertas horas del día podrían generar algo de congestión. Se encuentra en la zona norte de Bucaramanga y conecta las carreras 15, 15B, 16, 17, 17ª y 18.	
OBJETIVO: Conexión de varios tramos viales de la zona norte con la carrera 15.	

Figura 16: Es un tramo de la calle 4 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía de Barrio.

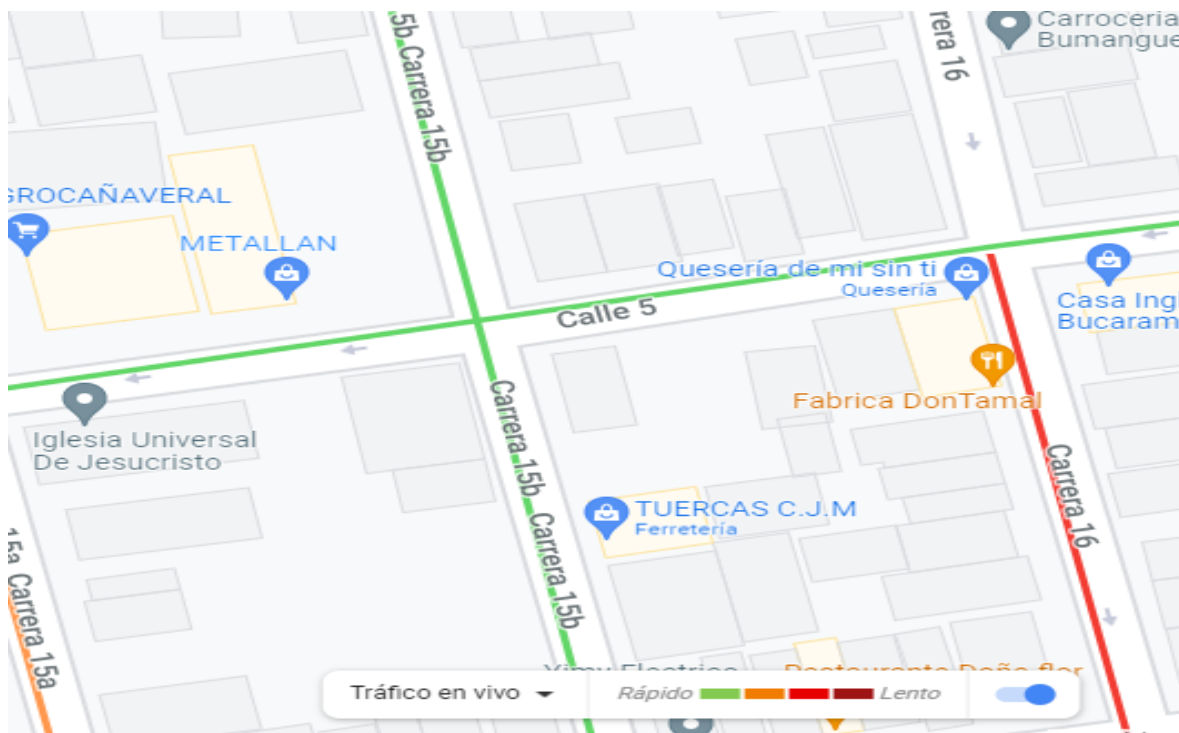


Nota: Adaptada de Google Maps.

Tabla 19: Contiene la descripción y el objetivo de la calle 5 que es considerada una vía de barrio y de tratamiento urbano en la ciudad de Bucaramanga.

TRAMO VIAL: CALLE 5	MUNICIPIO: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA
DESCRIPCIÓN: Es una calle de dos carriles, que tiene tráfico vivo por su localización y negocios que por esta se desarrollan, está en la zona norte de Bucaramanga, es un tramo de vía largo, que conecta varias carreras de la ciudad.	
OBJETIVO: Es una vía principal de barrio, que hace la conexión de varias calles de la zona norte con la carrera 15 y 15b.	

Figura 17: Es un tramo de la calle 5 en la ciudad de Bucaramanga, se ilustra como transitan los vehículos por esta vía de Barrio.



4. Uso general de los volúmenes de tránsito

Desde un punto de vista general, se utilizan los datos de volúmenes de tránsito en los siguientes campos (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*):

4.1 En la planeación

- Clasificación sistemática de redes de carreteras.
- Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tránsito.
- Modelos de asignación y distribución de tránsito.
- Desarrollo de programas de mantenimiento, mejoras y prioridades.
- Análisis económicos.
- Estimaciones de la calidad del aire.
- Estimaciones del consumo de combustibles.

4.1.1 Clasificación sistemática vial

Vías urbanas: Se requiere de estudios de volúmenes de tránsito tipo horario (TH) y velocidades; dado que las vías urbanas están limitadas por edificaciones de lado y lado de la vía, y por eso son diferentes a las vías rurales, su clasificación está regida por los planes maestros de movilidad que clasifican las vías urbanas de acuerdo con su función de vías de los barrios, vías colectoras, vías principales, vías rápidas, arterias y autopistas según los volúmenes de tránsito de diversa índole.

Vías rurales: Se requiere de estudios tipo TPDA, TPDS, TPDM (Generalmente es determinar el TPDA en función del TPDS, mediante un conteo de volúmenes de tránsito semanal, o se puede acudir a datos históricos que están registrados en la cartilla de volúmenes de

tránsito del Instituto Nacional de vías). Igualmente, el manual de capacidad para Colombia versión 2020 presenta una Clasificación vial mediante un sistema determinado.

Tabla 20: Clasificación sistematica vial en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Clasificación sistemática vial	Principales: Arterias	VOLUMENES DE TRANSITO HORARIO (TH), VELOCIDADES (Dado que las vías urbanas son diferentes a las vías rurales, su clasificación debe estar regida por los planes maestros de movilidad que clasifican las vías urbanas de acuerdo con su función de vías de los barrios, vías colectoras, vías principales, vías rápidas, arterias y autopistas según los volúmenes de tránsito de diversa índole .	Primarias	TPDA, TPDS, TPDM (Generalmente es determinar el TPDA en función del TPDS , mediante un conteo de volúmenes de tránsito semanal . También se puede acudir a datos históricos que están registrados en la cartilla de volúmenes de transito del Instituto Nacional de vías). Igualmente el manual de capacidad para Colombia Version 2020 presenta una clasificación.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.).Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143. Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte.

4.1.2 Variaciones anuales de tránsito

Vías urbanas:

Principales arterias: Requerimiento de estudios del parque automotor y volúmenes de tránsito absoluto (TA). Para cada sector se pueden identificar variaciones del tráfico anual diferente que depende de los flujos de tránsito en diferentes clases de vías urbanas.

Vías rurales: Se requiere estudios de volúmenes de tránsito absoluto (TA). Para cada sección se pueden identificar variaciones del tráfico anual dependiendo de los flujos de tránsito en las diferentes clases de vías rurales.

Tabla 21: Variaciones anuales de tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Variaciones anuales de tránsito	Principales: Arterias	PARQUE AUTOMOTOR	Primarias	TRANSITOS ABSOLUTOS (TA). Para cada departamento se pueden identificar variaciones del trafico anual dependiendo de los flujos de tránsito en diferentes clases de vías rurales
	Autopistas	TRANSITOS ABSOLUTOS (TA). Para cada departamento se pueden identificar variaciones del tráfico anual dependiendo de los flujos de tránsito en diferentes clases de vías urbanas.		
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios			
		Terciarias		

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.).

4.1.3 Modelos de asignación y distribución del tránsito.

Vías urbanas: De acuerdo con los volúmenes de tránsito que pueden ser de tipo semanal, se realizan estudios para asignar vías a tránsito liviano y pesado, cuando se ingresa a áreas urbanas. Esto implica estudios de señalización vial mediante el manual de señalización vial 2015, que establece unas pautas para evitar el conflicto peatón - vehículo que debe resolverse mediante señales que protegen al peatón y garantizan seguridad, fluidez, orden y comodidad.

Vías rurales: Implementación de volúmenes de tránsito tipo semanal, se realizan estudios para asignar vías al tránsito liviano y pesado. Implicando así estudios de señalización vial que aseguran la seguridad del conductor y del peatón.

Tabla 22: Modelos de asignación y distribución del tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Modelos de asignación y distribución del tránsito	Principales: Arterias	De acuerdo con los volúmenes de tránsito que pueden ser de tipo semanal, se realizan estudios para asignar vías a tránsito liviano y pesado, cuando se ingresa a áreas urbanas. Esto implica estudios de señalización vial mediante el manual de señalización vial 2015 que establece un conflicto peatón vehículo que debe resolverse mediante señales que protejan al peatón	Primarias	De acuerdo con los volúmenes de tránsito que pueden ser de tipo semanal, se realizan estudios para asignar vías a tránsito liviano y pesado. Esto implica estudios de señalización vial
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte.

4.1.4 Implementación de programas, mejoras y mantenimiento vial.

Vías urbanas: Los estudios de volúmenes de tránsito que clasifiquen los tipos de tránsito liviano y pesado dan pautas para implementar mejoras y mantenimiento vial que garantizan el buen estado de la vía por más tiempo. Normalmente en áreas urbanas no existe tráfico pesado, pero eventualmente que pudiera ocurrir, se realizan estudios de carga en vías sometidas a tráfico pesado.

Vías rurales: Los estudios de volúmenes de tránsito que clasifiquen los tipos de tránsito liviano y pesado dan pautas para implementar mejoras y mantenimiento vial cuando hay paso constante de vehículos pesados, debido a que suelen deteriorar la carpeta asfáltica con mayor facilidad.

Tabla 23: Implementación de programas, mejoras y mantenimiento vial en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Implementación de programas, mejoras y mantenimiento vial	Principales: Arterias	Los estudios de volúmenes de tránsito que clasifiquen los tipos de tránsito liviano y pesado, dan pautas para implementar mejoras y mantenimiento vial . Normalmente en áreas urbanas no existe trafico pesado, pero eventualmente pudiera ocurrir, para lo cual se realizan estudios de carga en vias sometidas a trafico pesado	Primarias	Los estudios de volúmenes de tránsito que clasifiquen los tipos de tránsito liviano y pesado, dan pautas para implementar mejoras y mantenimiento vial .
	Autopistas			
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras		Secundarias	
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte.

4.1.5 Análisis económico.

Vías urbanas y rurales: Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para el análisis económico especialmente en gastos de combustible. Estos estudios pueden ir acompañados de investigaciones hechas al parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo. Un ejemplo para las vías urbanas: la evaluación de las tarifas de transporte que surgen de los gastos de combustible que genera el transporte colectivo.

Tabla 24: Análisis económico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Análisis económico	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para el análisis económico especialmente en gastos de combustible. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo. Ejemplo es los gastos de combustible para el transporte colectivo necesario para evaluar tarifas de transporte	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para análisis económico especialmente en gastos de combustible. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial, aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo
	Autopistas			
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras		Secundarias	
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.) y Cartilla guía de la tarifa estratégica de transporte. Planeación nacional.

4.1.6 Medidas de contaminación ambiental

Vías urbanas y rurales:

Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para estudios de contaminación ambiental, que surge por la presencia de contaminantes en los combustibles. Estos estudios deben ir acompañados de estudios de parque automotor de las diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo. Ejemplo vías rurales; contaminación que se genera por el consumo de combustible por parte del transporte intermunicipal.

Tabla 25: Medidas de contaminación Ambiental en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Medidas de contaminación ambiental	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para estudios de contaminación ambiental en los contaminantes que presentan los combustibles. Estos estudios deben ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo. Ejemplo es los consumos de combustible para el transporte colectivo necesario para evaluar la contaminación.	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para estudios de contaminación ambiental en los contaminantes que presentan los combustibles. Estos estudios deben ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial rural aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo. Ejemplo es los consumos de combustible para el transporte intermunicipal necesario para evaluar la contaminación.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.) y Cartilla guía del banco mundial sobre tipos de contaminantes.

4.1.7 Medidas de consumo de combustible

Vías urbanas y rurales: Se requiere de estudios de volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) para determinar gastos de combustible. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de las diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando así datos del consumo a un kilometraje anual por vehículo. Ejemplo vías urbanas; evaluar tarifas de transporte a partir de gastos de combustible del transporte colectivo.

Tabla 26: Medidas de consume de combustible en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Medidas de consumo de combustible	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para determinar gastos de combustible. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo. Ejemplo es los gastos de combustible para el transporte colectivo necesario para evaluar tarifas de transporte	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) dan pautas para analizar gastos de combustible. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial rural aportando un consumo a un kilometraje anual que depende de la tipología del vehículo
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.) y manual de la tarifa estratégica de transporte colectivo DNP.

4.1.8 Medidas de tasa de rodamiento

Vías urbanas y rurales: Estudios de volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) y también absolutos (TA) dan pautas para determinar tasas de rodamiento. Estas observaciones pueden ir acompañadas de estudios de parque automotor de las diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano y aportando un determinado deterioro del sistema vial en función de la tipología del vehículo.

Tabla 27: Medidas de tasa de rodamiento en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPOS DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Medidas de tasa de rodamiento	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) y también absolutos (TA) dan pautas para determinar tasas de rodamiento. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial urbano aportando un determinado deterioro del sistema vial y en función de de la tipología del vehículo.	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio (TPDA) y TA dan pautas para analizar tasas de rodamiento. Estos estudios pueden ir acompañados de estudios de parque automotor de diferentes tipologías que recorren el sistema vial rural aportando un deterioro vial en función de la tipología del vehículo.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), planes de movilidad e información de recorridos del parque automotor AMB y de empresas transportadoras intermunicipales.

4.1.9 Apoyo para el transporte colectivo e individual

Vías urbanas: Los estudios de volúmenes de tránsito tipo promedio en rutas de transporte colectivo (bus) e individual como el taxi y el vehículo privado, dan pautas en la ingeniería de transporte al instante que se planean los ajustes de rutas, tarifas, determinación de flota, frecuencias y demás aspectos relacionados con la movilidad de pasajeros en una ciudad y en una vía rural, pasajeros intermunicipales.

Tabla 28: Apoyo para el transporte colectivo e individual en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

1. EN LA PLANEACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPOS DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Apoyo para el transporte colectivo e individual	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio en rutas de transporte colectivo e individual como el taxi y el vehículo privado, dan pautas para la ingeniería de transporte en aspectos como ajuste de rutas, tarifas, determinación de flota, frecuencias y demás aspectos relacionados con la movilidad de pasajeros en una ciudad .	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo promedio en vías rurales, dan pautas para la ingeniería de transporte en aspectos como itinerarios, tarifas, determinación de flota, frecuencias y demás aspectos relacionados con la movilidad de pasajeros intermunicipal.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), planes de movilidad e información de recorridos del parque automotor AMB y de empresas transportadoras intermunicipales.

4.2 Proyecto

Aplicación a normas de proyecto geométrico.

- Requerimientos de nuevas carreteras.
- Análisis estructural de superficies de rodamiento (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

4.2.1 Aplicación del proyecto geométrico

Vías urbanas: Los volúmenes de tránsito tipo TPDA informan al proyectista de la vía que clase de vía debe intervenir en el sector urbano para asignar la capacidad y niveles de servicio. En este caso se requiere de la aplicación de manuales de capacidad vial HCM 2000 o HCM 2010, en el componente de velocidades de operación, cuando se trata de ajustes o revisión a un sistema vial urbano, debido los inamovibles; en el caso cuando se quieren ajustes o sistemas nuevos el plan de movilidad de la ciudad es una herramienta que puede servir.

Vías rurales: Los volúmenes de tránsito tipo TPDA informan al proyectista de la vía que clase de vía rural debe intervenir o diseñar para asignar la capacidad (perfil vial de la vía y niveles de servicio). Para las vías rurales se requiere de la aplicación de manuales de capacidad vial HCM 2000 o HCM 2010, o el manual colombiano versión 1994. No obstante, ya está en circulación la nueva versión del manual de capacidad 2020 para carreteras de dos carriles y carreteras multicarriles que complementa los manuales de capacidad vial anteriores a este.

Tabla 29: Aplicación del Proyecto geométrico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

2. EN EL PROYECTO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Aplicación del proyecto geométrico	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito tipo TPDA informan al proyectista de la vía que clase de vía debe intervenir en el sector urbano para asignar la capacidad y niveles de servicio. En este caso se requiere de la aplicación de manuales de capacidad vial HCM 2000 o HCM 2010, en el componente de velocidades de operación, cuando se trata de ajustes o revisión a un sistema vial urbano, debido a los inamovibles. Para casos de ajustes o sistemas nuevos el plan de movilidad de la ciudad es una herramienta que puede servir.	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo TPDA informan al proyectista de la vía que clase de vía rural debe intervenir o diseñar para asignar la capacidad (perfil vial de la vía y niveles de servicio). En este caso se requiere de la aplicación de manuales de capacidad vial HCM 2000 o HCM 2010, o el manual colombiano versión 1994. No obstante ya está en circulación la nueva versión del manual de capacidad 2020 para carreteras de dos carriles y carreteras multicarriles que exigen análisis del TPDA para tomar decisiones en vías primarias especialmente
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Cal y Mayor, James Cárdenas, manuales de capacidad vial, manual de Invias HCM y nueva versión del manual de capacidad vial versión 2020

4.2.2 Necesidad de nuevas vías o ampliación de estas.

Vías Urbanas: Los estudios de tránsitos horarios, el congestionamiento y la determinación de factores horarios de máxima demanda, informan sobre la necesidad de nuevas vías o ampliación de estas. Deben ir acompañados de análisis de las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, que garanticen el flujo vehicular a lo largo de la arteria vial urbana.

Vías Rurales: Los volúmenes de tránsito tipo TPDA en función del TPDS deben ir complementados con los volúmenes horarios del proyecto, para determinar cuándo puede ser una

vía rural principal, secundaria o suburbana dando así pautas para la necesidad de ampliación o de nuevas vías.

Tabla 30: Necesidad de nuevas vías o ampliación de estas en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

2. EN EL PROYECTO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Necesidad de nuevas vías o ampliación de las mismas	Principales: Arterias	Los estudios de tránsitos horarios, el congestionamiento y la determinación de factores de hora pico, señalan la necesidad de nuevas vías o ampliación de las mismas. Estos estudios deben ir acompañados de análisis de las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas . Ejemplo de esto es la revisión del proyecto de la calle 54 de la ciudad de Bucaramanga.	Primarias	Los volúmenes de tránsito tipo TPDA en función del TPDS acompañados de análisis del VHP (Volumen horario del proyecto) que determina vías rurales principales, secundarias o suburbanas, dan pautas para la necesidad de ampliación o de nuevas vías. Igualmente la nueva versión del manual para Colombia tiene aspectos que determinan la necesidad de nuevas vías.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión)

4.2.3 Impactos de trafico

Vías urbanas: En vías urbanas existen impactos de tráfico, por los accesos de vehículos y peatones a centros de educación y de comercio, los cuales se resuelven mediante un conteo diario en una estación maestra y 8 estaciones de cobertura cercanas midiendo el tránsito en la hora de máxima demanda para ver el comportamiento cercano a esos centros, por efectos de nuevos volúmenes de tránsito vehicular y peatonal. Se usan volúmenes de tránsito diario y VHMD. También se acompaña el proyecto con toma de muestra de velocidades para verificar NDS del tramo vial que se congestiona y examinar los posibles problemas que se pueden estar generando en vías colindantes a la vía en cuestión.

Vías rurales: Los impactos de tráfico que pueden aparecer en vías rurales pueden ser esporádicos, cuando las vías pasan por zonas de tratamiento urbano. En este caso si se llegase a presentar esta situación se realizan estudios de conflicto peatón vehículo (Implementación de señalización), realizando volúmenes de tránsito y peatonal en horas de máxima demanda.

Tabla 31: Impactos de tráfico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

2. EN EL PROYECTO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Impactos de tráfico	Principales: Arterias	En vías urbanas existen impactos de tráfico, por los accesos de vehículos y peatones a nuevos centros de educación y de comercio, los cuales se resuelven mediante un conteo diario en una estación maestra y 8 estaciones de cobertura cercanas midiendo el tránsito en la hora de máxima demanda para ver el comportamiento cercano a esos centros, por efectos de nuevos volúmenes de tránsito vehicular y peatonal. Se usan volúmenes de tránsito diario y VHMD. También se acompaña el proyecto con toma de muestra de velocidades para verificar NDS.	Primarias	Los impactos de tráfico que pueden aparecer en vías rurales pueden ser esporádicos, cuando las vías pasan por zonas cercanas urbanas. En este caso se realizan estudios de conflicto peatón vehículo, realizando volúmenes de tránsito y peatonal en horas pico.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143. Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte y Box, P., & Oppenlander, J. (1995). Manual de estudios de ingeniería de tránsito (4th ed.). México, D.F.: Representaciones y Servicios de Ingeniería.

4.2.4 Planes de manejo de tráfico

Vías urbanas: En vías urbanas se requieren estudios de variación horaria y diaria, para minimizar el impacto generado por los diferentes actores viales (peatones, ciclista, conductores). Estudios de rutas de transporte, volúmenes peatonales y aplicación de manuales de señalización vial. Existe una metodología para determinar los planes de manejo de tráfico que depende de las características de la obra con intervenciones mínimas, moderadas o altas. Se realizan las características físicas del sector y las características del tránsito. El plan de manejo contiene

peatones, tránsito, transporte, vehículos pesados, señalización dinámica, divulgación, atención al usuario y puesta en marcha.

Vías rurales: Para los planes de manejo de tráfico en carreteras rurales se requiere lo mismo, acompañado de un estudio de análisis del flujo vehicular para medir los NDS y la velocidad de operación de los vehículos que suelen circular por el tramo vial en estudio.

Tabla 32: Planes de manejo de tráfico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

2. EN EL PROYECTO				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Planes de manejo de tráfico	Principales: Arterias	En vías urbanas se requieren estudios de variación horaria y diaria. Estudios de rutas de transporte, volúmenes peatonales y aplicación de manuales de señalización vial. Existe una metodología para determinar los planes de manejo de tráfico que depende de las características de la obra con intervenciones mínimas, moderadas o altas. Se realizan las características físicas del sector y las características del tránsito . El plan de manejo contiene peatones, tránsito, transporte, vehículos pesados, señalización dinámica, divulgación,atención al usuario y puesta en marcha.	Primarias	Para los planes de manejo de tráfico en carreteras se requiere lo mismo, acompañado de un estudio de análisis del flujo vehicular para medir los NDS y la velocidad de operación de los vehículos.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143. Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte y manual de plan de manejo de la dirección de tránsito de Bucaramanga.

4.2.5 Análisis estructural de superficies de rodamiento.

Vías urbanas: Los planes de movilidad en vías urbanas determinan la infraestructura del pavimento en función del tráfico ya que de este depende la estructura de diseño.

Vías rurales: Los volúmenes de tráfico pesado dan las características del pavimento, porque estos suelen ser los encargados de desgastar con más facilidad la carpeta de rodadura por las grandes cargas que suelen generar esfuerzos y deformaciones visibles.

Tabla 33: Análisis estructural de superficies de rodamiento en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

2. EN EL PROYECTO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Análisis estructural de superficies de rodamiento	Principales: Arterias	Los planes de movilidad en vías urbanas determinan la infraestructura del pavimento en función del tráfico.	Primarias	Los volúmenes de tráfico pesado dan las características del pavimento.
	Autopistas			
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras		Secundarias	
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes Sánchez, s., Bueno Cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143. Box, P., & Oppenlander, J. (1995). Manual de estudios de ingeniería de tránsito (4th ed.). México, D.F.: Representaciones y Servicios de Ingeniería.

4.3 Seguridad

- Cálculo de índices de accidentes y mortalidad.
- Evaluación de mejoras por seguridad (*INGENIERÍA DE TRANSITO-FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas*

Grisales, n.d.)

4.3.1 Índices de accidentes e investigación de accidentes.

Vías urbanas: Se requiere de estudios que determinen los índices con respecto a la población, al parque automotor y al kilometraje de los diferentes vehículos que suelen transitar por esa vía. También es necesario caracterizar la vía en cuanto a especificaciones técnicas. Un estudio importante que mide la repetición de accidentes es el índice de severidad que sirve para

verificar el estado de la vía y la señalización vial, procurando así mejoras en temas de especificaciones técnicas y señalización.

Vías rurales: Los tipos de estudio es la determinación de índices con respecto a la población, al parque automotor y al kilometraje. También es necesario caracterizar la vía en cuanto a especificaciones técnicas. Un estudio importante que mide la repetición de accidentes es el índice de severidad que sirve para verificar el estado de la vía y la señalización vial y procurar mejoras en temas de especificaciones técnicas y señalización. La situación es un poco distinta en lo rural, ya que los volúmenes peatonales son menores pero el riesgo peatonal es mucho más alto, debido a las velocidades altas en carretera, por lo que se requieren estudios de distancias de parada, con el propósito de chequear los empalmes entre curvas, las distancias de adelantamiento y la propia investigación de accidentes.

Tabla 34: Índices de accidentes e investigación de accidentes en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

3. EN LA SEGURIDAD				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Índices de accidentes e investigación de accidentes	Principales: Arterias	Los tipos de estudio es la determinación de índices con respecto a la población, al parque automotor y al kilometraje. También es necesario caracterizar la vía en cuanto a especificaciones técnicas. Un estudio importante que mide la repetición de accidentes es el índice de severidad que sirve para verificar el estado de la vía y la señalización vial y procurar mejoras en temas de especificaciones técnicas y señalización.	Primarias	Los tipos de estudio es la determinación de índices con respecto a la población, al parque automotor y al kilometraje. También es necesario caracterizar la vía en cuanto a especificaciones técnicas. Un estudio importante que mide la repetición de accidentes es el índice de severidad que sirve para verificar el estado de la vía y la señalización vial y procurar mejoras en temas de especificaciones técnicas y señalización . La situación es un poco distinta en lo rural, ya que los volúmenes peatonales son menores pero el riesgo peatonal es mucho mas alto, debido a la velocidad mas alta en carretera, por lo que se requieren estudios de distancias de parada, con el propósito también de chequear los empalmes entre curvas y las distancias de adelantamiento y la propia investigación de accidentes.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de

Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte, Diseño Geométrico de James Cárdenas y fondo de seguridad vial.

4.3.2 Evaluación de mejoras de las vías.

Vías urbanas: En vías urbanas la mejora en las vías existe cuando se hace necesario ampliar su capacidad desde el punto de vista de las calzadas, el número de carriles, el ancho de carriles, separadores y bermas. Para esto hay que hacer estudios de volumen de tránsito tipo horario y de congestionamiento. Es necesario tener en cuenta que las vías urbanas no poseen espacio para poderlas ampliar, ya que tienen construcciones a sus lados que impiden la expansión, por lo que se requiere de compras de predios y limitar su capacidad mediante la reducción de velocidades de operación. Por eso se requieren estudios de velocidad y de niveles de servicio usando para ello los manuales HCM 2000 y 2010.

Vías rurales: En vías rurales la mejora en las vías existe cuando se hace necesario ampliar su capacidad desde el punto de vista de las calzadas, el número de carriles, el ancho de carriles, separadores y bermas. Para esto hay que hacer estudios de volumen de tránsito tipo TPDA o ajuste de volúmenes de tránsito tipo VHP. Igualmente se requieren estudios de velocidad y tasa de flujo. En estas vías es muy raro que se tengan edificaciones a sus alrededores, así que de cierto modo la velocidad de operación dependerá del terreno y del tipo de vehículo de diseño.

Tabla 35: Evaluación de mejoras de las vías en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

3. EN LA SEGURIDAD				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Evaluación de mejoras de las vías	Principales: Arterias	En vías urbanas la mejora en las vías existe cuando se hace necesario ampliar su capacidad desde el punto de vista de las calzadas, el número de carriles, el ancho de carriles, separadores y bermas. Para esto hay que hacer estudios de volumen de tránsito tipo horario y de congestionamiento. Es necesario tener en cuenta que las vías urbanas poseen inamovibles para poderlas mejorar, por lo que se requiere de compras de predios y limitar su capacidad mediante la reducción de velocidades de operación. Por eso se requieren estudios de velocidad y de niveles de servicio usando para ello los manuales HCM 2000, 2010, para no tener que aplicar el manual HCM 1994, que también eventualmente puedeservir , ya que no existen manuales colombianos de capacidad para vías urbanas. Los planes de movilidad son una buena ayuda cuando están bien hechos.	Primarias	En vías rurales la mejora en las vías existe cuando se hace necesario ampliar su capacidad desde el punto de vista de las calzadas, el número de carriles, el ancho de carriles, separadores y bermas. Para esto hay que hacer estudios de volumen de tránsito tipo TPDA o ajuste de volúmenes de tránsito tipo VHP. Igualmente se requieren estudios de velocidad y tasa de flujo.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes Sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte, Diseño Geométrico de James Cárdenas y manuales de capacidad vial.

4.4 Investigación

- Nuevas metodologías sobre capacidad.
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- Estudio sobre ayudas, programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito.
- Estudios de antes y después.
- Estudios sobre el medio ambiente y la energía (*INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

4.4.1 Detecta nuevos métodos sobre capacidad.

Vías urbanas y rurales: Con el manual colombiano para carreteras para - Colombia de la Universidad del Cauca año 1994, se encontró un nuevo método de capacidad con base en los manuales americanos. Posteriormente en el año 2020 en plena pandemia, Invia desarrolló un nuevo manual de capacidad a través de investigaciones relacionadas con el Programa de Maestría en Ingeniería de Tránsito y Transporte, esta vez para carreteras de 2 carriles y carreteras multicarriles, detectando así nuevas variables como la índice rugosidad, las pendientes entre otras variables y todo con base en los volúmenes de tránsito tipo promedio o volúmenes horarios que detectan congestión. En el caso de las vías urbanas para detectar nuevos métodos sobre capacidad, se requiere de estudios de velocidad y asignarles responsabilidad a las vías urbanas, de acuerdo con sus características, clasificación y funcionalidad.

Tabla 36: Detecta nuevos métodos sobre capacidad en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

4. EN LA INVESTIGACIÓN				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Detecta nuevos métodos sobre capacidad	Principales: Arterias	La aparición del manual colombiano para carreteras para Colombia de la Universidad del Cauca año 1994, encontró un nuevo método de capacidad con base en los manuales americanos. Posteriormente en el año 2020, en plena pandemia Invia desarrolló un nuevo manual de capacidad, esta vez para carreteras de 2 carriles y carreteras multicarriles, detectando nuevas variables como el índice rugosidad, las pendientes entre otras variables, todo con base en los volúmenes de tránsito tipo promedio o volúmenes horarios que detectan congestión. En el caso urbano para detectar nuevos métodos sobre capacidad, se requiere de estudios de velocidad y asignarle responsabilidad a las vías urbanas, de acuerdo con su categoría.	Primarias	La aparición del manual colombiano para carreteras para Colombia de la Universidad del Cauca año 1994, encontró un nuevo método de capacidad con base en los manuales americanos. Posteriormente en el año 2020, en plena pandemia Invia desarrolló un nuevo manual de capacidad, esta vez para carreteras de 2 carriles y carreteras multicarriles, detectando nuevas variables como el índice rugosidad, las pendientes entre otras variables, todo con base en los volúmenes de tránsito tipo promedio o volúmenes horarios que detectan congestión.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes Sánchez, S., Bueno Cadena, C. E., Martínez Estupiñán, Y. F., Leal Gómez, J. I., Mayra Alejandra, M. A. and Castro Salinas, A. F. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión)

4.4.2 Analiza e investiga el campo de los accidentes.

Vías urbanas: Se requieren estudios de volúmenes de tránsito y peatonal especialmente de tipo horario en la hora de máxima demanda, ya que es en este tiempo cuando las personas no son nada prudentes y se presentan problemas de aglomeración en uno o varios puntos críticos de movilidad. También se requieren estudios de parque automotor. Los índices de accidente perse no dicen nada sino son evaluados de manera comparativa. Un ejemplo es el caso del índice de severidad en zonas urbanas donde es necesario chequear este índice antes y después de la mejora de la vía o de la intersección.

Vías rurales: Se requieren estudios de volúmenes de tránsito y peatonal, porque en estas zonas es común que las personas no tengan ningún medio de transporte y sus diligencias las hagan caminando. Los índices de accidente perse no dicen nada sino son evaluados de manera comparativa. También es necesario como ya se dijo antes de realizar estudios en las vías rurales sobre distancias de paradas, adelantamientos, radios de curvas y sobrelevaciones que permitan verificar las especificaciones geométricas de la vía en concordancia con la velocidad de operación asignada al tramo vial.

Tabla 37: Analiza e investiga el campo de los accidentes en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

4. EN LA INVESTIGACIÓN				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Analiza e investiga el campo de los accidentes	Principales: Arterias	Se requieren estudios de volúmenes de tránsito y peatonal especialmente de tipo horario en la hora de máxima demanda. También se requieren estudios de parque automotor. Los índices de accidente perse no dicen nada sino son evaluados de manera comparativa. Un ejemplo es el caso del índice de severidad en zonas urbanas donde es necesario chequear este índice antes y después de la mejora de la vía o de la intersección.	Primarias	Se requieren estudios de volúmenes de tránsito y peatonal. Los índices de accidente perse no dicen nada sino son evaluados de manera comparativa. Un ejemplo es el caso del índice de severidad en zonas urbanas donde es necesario chequear este índice antes y después de la mejora de la vía o de la intersección. También es necesario como ya se dijo antes de realizar estudios en las vías rurales sobre distancias de paradas, adelantamientos, radios de curvas y sobrelevaciones que permitan verificar las especificaciones geométricas de la vía en concordancia con la velocidad de operación asignada en el tramo vial.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte y fondo de seguridad vial.

4.4.3 Estudia programas sobre ayudas y cumplimiento de normas de tránsito.

Vías urbanas: En vías urbanas se pueden realizar campañas de tránsito mediante guías de comportamiento ciudadano, enseñarles a los transeúntes y conductores lo que se puede y no se puede hacer, para evitar un comparendo o en el peor de los casos un accidente. En donde existan conflictos viales peatón-vehículos es necesario realizar aforos horarios en horas pico, tanto se peatones como de vehículos y aplicar el manual de señalización para- Colombia, con el objeto de aplicar la señal más conveniente.

Vías rurales: En vías rurales el TPDA es un indicador de la capacidad vial que determina la clase de sistema vial que se adopta para fijar las normas de tránsito por medio de control de velocidades y todo tipo de señalización para el usuario.

Tabla 38: Estudia programas sobre ayudas y cumplimiento de normas de tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

4. EN LA INVESTIGACIÓN				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Estudia programas sobre ayudas y cumplimiento de normas de tránsito	Principales: Arterias	En vías urbanas se pueden realizar campañas de tránsito mediante guías de comportamiento ciudadano. En donde existan conflictos viales peatón-vehículos es necesario realizar aforos horarios en horas pico, tanto se peatones como de vehículos y aplicar el manual de señalización para Colombia , con el objeto de aplicar la señal mas conveniente.	Primarias	En vías rurales el TPDA es un indicador de la capacidad vial y esta determina la clase de sistema vial que se adopte para fijar las normas de tránsito por medio de control de velocidades y todo tipo de señalización para el usuario.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte y fondo de seguridad vial.

4.4.4 Estudia el pasado el presente y el futuro.

Vías urbanas: Los volúmenes de tránsito de tipo absoluto (TA) y el parque automotor de un sector urbano, cada año son un referente para observar el comportamiento antes y después de los flujos vehiculares, con miras a proyectar nuevas vías que pueden ser capaces de soportar el tráfico que todos los años va en aumento.

Vías rurales: Los volúmenes de tránsito de tipo TPDA, cada año son un referente para observar el comportamiento antes y después de los flujos vehiculares, con miras a proyectar el mejoramiento de las especificaciones de la vía. Igualmente, la aplicación de la capacidad vial y niveles de servicio ayuda a observar el pasado y el presente del sistema vial.

Tabla 39: Estudia el pasado, el presente y el futuro en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

4. EN LA INVESTIGACIÓN				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	REQUERIMIENTO
Estudia el pasado, el presente y el futuro	Principales: Arterias	Los volúmenes de tránsito de tipo absoluto (TA) y el parque automotor de un sector urbano, cada año son un referente para observar el comportamiento antes y después de los flujos vehiculares, con miras a proyectar nuevas vías.	Primarias	Los volúmenes de tránsito de tipo TPDA, cada año son un referente para observar el comportamiento antes y después de los flujos vehiculares, con miras a proyectar el mejoramiento de las especificaciones de la vía. Igualmente la aplicación de la capacidad y niveles de servicio, ayuda a observar el pasado y el presente del sistema vial.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f.

Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, fondo de seguridad vial y cartilla estadística del TPD del instituto nacional de vías.

4.4.5 Estudios energéticos

Vías urbanas y rurales: Se requiere de estudios de parque automotor y kilometraje de recorrido de los distintos automotores presentes en el tramo vial de estudio, para brindar resultados de gastos energéticos de combustibles, aceites, lubricantes y llantas que se generan cuando se transita por vías de tratamiento urbano o rural.

Tabla 40: Estudios energéticos en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

4. EN LA INVESTIGACIÓN				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	REQUERIMIENTO
Estudios energéticos	Principales: Arterias	Estudios de parque automotor y kilometraje de recorrido de los distintos automotores, brindan resultados de gastos energéticos de combustibles, aceites, lubricantes y llantas .	Primarias	Estudios de parque automotor y kilometraje de recorrido de los distintos automotores, brindan resultados de gastos energéticos de combustibles, aceites, lubricantes y llantas .
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), tarifa estratégica del transporte público colectivo e individual DNP e información del Banco mundial.

4.4.6 Sirve de apoyo a proyectos de investigación.

Vías urbanas y rurales: Todos los tipos de volúmenes de tránsito (absolutos, tipo promedio y de tipos horario) se usan para proyectos de estudios de velocidades, congestionamiento, capacidad vial y análisis de flujo vehicular en la hora de máxima demanda).

Tabla 41: Sirve de apoyo a proyectos de investigación en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

4. EN LA INVESTIGACIÓN				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	REQUERIMIENTO
Sirve de apoyo a proyectos de investigación	Principales: Arterias	Todos los tipos de volúmenes de tránsito (absolutos, de tipo promedio y de tipos horario) se usan para proyectos de estudios de velocidades, congestionamiento, capacidad vial y análisis de flujo vehicular.	Primarias	Todos los tipos de volúmenes de transitio (absolutos, de tipo promedio y de tipos horario) se usan para proyectos de estudios de velocidades, congestionamiento, capacidad vial y análisis de flujo vehicular
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.).

4.5 Usos comerciales

- Hoteles y restaurantes.
- Urbanismo.
- Autoservicios.
- Actividades recreacionales y deportivas (*INGENIERÍA DE TRANSITO-FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

4.5.1 Ubicación de hoteles y restaurantes.

Vías urbanas: Los estudios de volúmenes de tránsito con aplicación de análisis del flujo vehicular, para estimar la probabilidad de llegada de vehículos, ayudan a los empresarios a designar la ubicación más favorable al momento de construirse hoteles y restaurantes. Estos estudios deben complementarse con los planes de ordenamiento territorial que orienta la inversión pública y define proyectos integrales en torno al modelo económico y social, en armonía con el medio ambiente y el patrimonio cultural y con estudio de velocidades que

estiman el tipo de niveles de servicio en una vía. Igualmente, los estudios de impactos de tráfico cuya metodología está escrita en Cal y Mayor, expresa impactos de vehículos y peatones por la nueva construcción de esta infraestructura en el sector de desarrollo.

Vías rurales: Se requiere de estudios de volúmenes de tránsito con aplicación de análisis del flujo vehicular, para estimar la probabilidad de llegada de vehículos, ayudando así a los empresarios a tomar una decisión favorable con respecto a la ubicación de hoteles y restaurantes.

Tabla 42: Ubicación de hoteles y restaurantes en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

5. USOS COMERCIALES				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Ubicación de hoteles y restaurantes	Principales: Arterias	Los estudios de volúmenes de tránsito con aplicación de análisis del flujo vehicular, para estimar la probabilidad de llegada de vehículos, ayudan a los empresarios para la ubicación de hoteles y restaurantes. Estos estudios deben complementarse con los planes de ordenamiento territorial y con estudio de velocidades que estiman el tipo de niveles de servicio en una vía. Igualmente, los estudios de impactos de tráfico cuya metodología está escrita en Cal y Mayor, expresa impactos de vehículos y peatones por la nueva construcción de esta infraestructura en el sector de desarrollo.	Primarias	Los estudios de volúmenes de tránsito con aplicación de análisis del flujo vehicular, para estimar la probabilidad de llegadas de vehículos, ayudan a los empresarios para la ubicación de hoteles y restaurantes.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte, cartilla de TPD de Invias y estadística. Obras de urbanismo y desarrollo.

4.5.2 Obras de Urbanismo y Desarrollo

Vías urbanas: Se requieren volúmenes de tránsito tipo horario, diario y semanal, junto con estudio de peatones que puedan dar datos para la generación de parques, alamedas y en general obras de urbanismo que sean necesarias y de utilidad a la comunidad involucrada.

Vías rurales: En este tipo de vías, no es muy común ver obras de urbanismo o desarrollo porque en general no se tiene asentamiento de personas a sus alrededores, solo es normal hacer este tipo de proyectos cuando las vías rurales entran a las ciudades en donde se requiere de estudios de señalización vial para la ubicación de pasos a nivel y a desnivel tanto para los vehículos como para los peatones. El TPDA de la vía brinda datos importantes para la categoría de la vía.

Tabla 43: Obras de urbanismo y Desarrollo en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

5. USOS COMERCIALES				
AMBITO	URBANO	TIPOS DE TRANSITO	RURAL	TIPO DE ESTUDIO
Obras de urbanismo y desarrollo	Principales: Arterias	Se requieren volúmenes de tráfico tipo horario, diario y semanal, junto con estudio de peatones que puedan dar datos para la generación de parques, alamedas y en general obras de urbanismo.	Primarias	No tiene mucha aplicación importante, a excepción cuando las vías rurales entran a las ciudades en donde se requiere de estudios de señalización vial para la ubicación de pasos a nivel y a desnivel tanto para los vehículos como para los peatones. El TPDA de la vía brinda datos importantes para la categoría de la vía .
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte, cartilla de TPD de Invias y estadística.

4.5.3 Auto servicio.

Vías urbanas: En las vías urbanas se requieren estudios de volúmenes de tráfico tipo horario o tipo diario para verificar los lugares en donde se deben instalar autoservicios. Pero esto debe estar regulado por planes de ordenamiento territorial y los planes de movilidad, para evitar

que en las vías donde se instala uno de estos establecimientos, se presenten problemas de congestión.

Vías rurales: En las vías rurales se requieren estudios de volúmenes de tráfico tipo horario o tipo diario para verificar los lugares en donde se deben instalar autoservicios. Pero esto debe estar regulados por el TPDA y los niveles de servicio de la vía, así como de estudios de probabilidad de paso o de llegada de vehículos, usando para ello la distribución de Poisson.

Tabla 44: Auto Servicio en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

5. USOS COMERCIALES				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIO	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Auto servicio	Principales: Arterias	En las vías urbanas se requieren estudios de volúmenes de trafico tipo horario o tipo diario para verificar los lugares en donde se deben instalar autoservicios. Pero esto debe estar regulado por planes de ordenamiento territorial y los planes de movilidad. La variación de volúmenes de trafico horario y diario da indicaciones para la instalación de autoservicios.	Primarias	En las vías rurales se requieren estudios de volúmenes de trafico tipo horario o tipo diario para verificar los lugares en donde se deben instalar autoservicios. Pero esto debe estar regulados por el TPDA y los niveles de servicio de la vía, así como de estudios de probabilidad de paso o de llegada de vehículos, usando para ello la distribución de Poisson.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte, cartilla de TPD de Invias y estadística.

4.5.4 Recreación y deporte

Vías urbanas: En las vías urbanas se requieren estudios de volúmenes de tráfico tipo horario o tipo diario; ya que las variaciones en estos dos estudios dan indicaciones para la instalación de escenarios deportivos y verifica los lugares en donde se deben o es más factible construir. Esto debe estar regulado por planes de ordenamiento territorial y los planes de

movilidad. Igualmente se requieren de estudios de impactos de tráfico vehicular y peatonal, los cuales requieren de conteos de 24 horas en una estación maestra y conteos de horas pico en estaciones de cobertura.

Vías rurales: En vías rurales es poco dado la construcción de escenarios deportivos.

Tabla 45: Recreación y deporte en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

5. USOS COMERCIALES				
AMBITO	URBANO	REQUERIMIENTO	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Recreación y deporte	Principales: Arterias	En las vías urbanas se requieren estudios de volúmenes de tráfico tipo horario o tipo diario para verificar los lugares en donde se deben construirse escenarios deportivos. Pero esto debe estar regulado por planes de ordenamiento territorial y los planes de movilidad. La variación de volúmenes de tráfico horario y diario da indicaciones para la instalación de escenarios deportivos. Igualmente se	Primarias	En vías rurales es poco dado la construcción de escenarios deportivos
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras	requieren de estudios de impactos de tráfico vehicular y peatonal, los cuales requieren de conteos de 24 horas en una estación maestra y conteos de horas pico en estaciones de cobertura.		
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143, Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte, cartilla de TPD de Invias y estadística.

4.6 Ingeniería de tránsito

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Zonificación de velocidades.
- Necesidad de dispositivos para el control de tránsito.

- Estudio de estacionamientos (*INGENIERÍA DE TRANSITO-FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.*)

4.6.1 Análisis de la capacidad y NDS en todas las vías.

Vías urbanas: En el ámbito urbano los NDS se determinan de acuerdo con la categoría y especificaciones de la vía (arterias, autopistas, vías rápidas etc.) y de conformidad con la velocidad de operación de los vehículos que suelen transitar por la vía en estudio.

Vías rurales: En el ámbito rural se requiere primero establecer si las vías son autopistas, carreteras de carriles múltiples y carteras de 2 carriles. Para estos tres sistemas hay manuales respectivos como el manual HCM, 1994, HCM 2000 y HCM 2010, los cuales se pueden aplicar mediante procedimientos que usan indicadores dependiendo de las especificaciones técnicas de la vía. No obstante, Colombia desarrollo primero un manual para determinar NDS solo para carreteras de 2 carriles del año 1994 y hace poco en el año 2020 creo una tercera versión que complementa las anteriores, esta versión reciente solo se centra en carreteras de dos carriles y para carreteras multicarriles. El tipo de volúmenes de tráfico que se debe medir es TPDA, aunque también es importante tomar velocidades de operación y tránsitos horarios con miras a hallar congestionamiento.

Tabla 46: Análisis de la capacidad y NDS en todas las vías, las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIOS	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Análisis de la capacidad y NDS en todas las vías	Principales: Arterias	En el ámbito urbano los NDS se determinan de acuerdo con la categoría y especificaciones de la vía (arterias, autopistas, vías rápidas etc.) y de conformidad con la velocidad de operación de los vehículos.	Primarias	En el ámbito rural se requiere primero establecer si las vías son autopistas, carreteras de carriles múltiples y carreteras de 2 carriles. Para estos tres sistemas hay manuales respectivos como el manual HCM, 1994, HCM 2000 y HCM 2010, los cuales se pueden aplicar mediante procedimientos que usan indicadores dependiendo de las especificaciones técnicas de la vía. No obstante, Colombia ha desarrollado primero un manual para determinar NDS solo para carreteras de 2 carriles del año 1994 y hace poco en el año 2020 creo una nueva versión solo para carreteras de dos carriles y para carreteras multicarriles. El tipo de volúmenes de tráfico que se debe medir es TPDA, aunque también es importante tomar velocidades de operación y tránsitos horarios con miras a hallar congestionamiento.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) y manual de Invias HCM.

4.6.2 Determinación y característica de flujos vehiculares.

Vías urbanas y vías rurales: Las características de flujos vehiculares, entre las cuales está la velocidad, el espaciamiento, la densidad, requiere de estudios de volúmenes de tránsito que puede ser de tipo horario, en cualquier tipo de NDS, pues los flujos tienen comportamientos distintos en los diferentes NDS que especifica el manual. En las vías arterias, autopista, vías rápidas etc, los flujos vehiculares se comportan de manera distinta pues dependen de la velocidad de operación de la vía en estudio. Los flujos vehiculares en vías rurales tienden a comportan de manera muy distinta que, en vías urbanas, por cuanto en estas vías se desarrollan velocidades de operación más altas y no existe limitante de obstáculos laterales como si ocurre en vías urbanas.

Tabla 47: Determinación y características de flujos vehiculares en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIOS	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Determinación y característica de flujos vehiculares	Principales: Arterias	Las características de flujos vehiculares, entre las cuales esta la velocidad, el espaciamiento, la densidad, requiere de volúmenes de trafico que puede ser horario, en cualquier tipo de NDS, pues los flujos tienen comportamientos distintos en distintos NDS. Los flujos vehiculares se comportan de manera distinta en las vías arterias, autopista, vías rápidas etc, pues dependen de la velocidad de operación.	Primarias	Las características de flujos vehiculares, entre las cuales esta la velocidad, el espaciamiento, la densidad, requiere de volúmenes de trafico que puede ser horario, en cualquier tipo de NDS, pues los flujos tienen comportamientos distintos en NDS. Los flujos vehiculares se comportan de manera distinta en las vías arterias, autopista, vías rápidas etc., pues dependen de la velocidad de operación. Los flujos vehiculares en vías rurales se comportan de manera muy distinta que en vías urbanas, por cuanto en estas vías se desarrollan velocidades de operación mas altas y no existe limitante de obstáculos laterales como si ocurre en vías urbanas.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) y manual de Invias HCM.

4.6.3 Zonificación de velocidades

Vías urbanas: Se requieren estudios de variación de volumen de tráfico, tipo horario y diario. La determinación de velocidades en zonas urbanas lo fija la categoría de

la vía y la hora del día (día o noche). Tales estudios deben estar acompañados del número de casas comerciales por calle y del índice de accidentes que se presentan en cada una de las zonas de estudio. Pero además el plan de movilidad debe dar direccionamientos en torno a la zonificación de velocidades que dependen del tipo vía urbana por donde se transita.

Vías rurales: Mas que realizar estudios de volúmenes de tránsito, que también pueden servir de apoyo, se realizan estudios de velocidades por el método de velocidades de punto para determinar 4 tipos de velocidades estadísticas. Las cuales son; velocidad mínima, que causa congestión en la carretera, velocidad media que es el comportamiento del promedio de los conductores, velocidad de operación que es la velocidad en conexión con los dispositivos de

centro y velocidad de proyecto, que es con la que fue diseñadas la vía. También existen otros métodos como el método de placas.

Tabla 48: Zonificación de velocidades en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIOS	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Zonificación de velocidades	Principales: Arterias	Se requieren estudios de variación de volumen de tráfico, horario y diario. La determinación de velocidades en zonas urbanas lo fija la categoría de la vía y la hora del día (día o noche). Tales estudios deben estar acompañados del número de casas comerciales por calle y del índice de accidentes. Pero además el plan de movilidad debe dar direccionamientos en torno a la zonificación de velocidades.	Primarias	Mas que realizar estudios de volúmenes de tránsito, que también pueden servir de apoyo, se realizan estudios de velocidades por el método de velocidades de punto para determinar 4 tipos de velocidades estadísticas. Velocidad mínima, que causa congestión en la carretera, velocidad media que es el comportamiento del promedio de los conductores, velocidad de operación que es la velocidad en conexión con los dispositivos de centro y velocidad de proyecto. También existen otros métodos como el método de placas.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) y manual de Invias HCM.

4.6.4 Requerimiento de dispositivos de control de tránsito

Vías urbanas: Se requieren del uso del manual de señalización vial 2015 para-Colombia que tiene una metodología donde solicita estudios de volúmenes de tránsito vehiculares y peatonales de tipo horario en horas de congestión para determinar el conflicto, peatón-vehículo y de esta manera asignar el tipo de señal que es necesaria para mantener el orden y control. Las demás señales como son de pare, de velocidad, etc. informativas, preventivas y restrictivas deben fijarse conforme a la Clasificación, características y funcionalidad de la vía.

Vías rurales: Se requieren del uso del manual de señalización para carreteras, que establece el tipo de señales informativas, preventivas y restrictivas. Conforme al diseño de la vía

y los elementos y especificaciones técnicas que se hacen necesarias cuando no hay orden de ninguna clase.

Tabla 49: Requerimiento de dispositivos de control de tránsito en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIOS	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Requerimiento de dispositivos de control de tránsito	Principales: Arterias	Se requieren del uso del manual de señalización vial 2015 para Colombia que tiene una metodología donde solicita estudios de volúmenes vehiculares y peatonales tipo horario en horas de congestión para determinar el conflicto, peatón-vehículo y de esta manera asignar el tipo de señal. Las demás señales como son de pare, de velocidad, etc., informativas, preventivas y restrictivas deben fijarse conforme a la categoría de la vía.	Primarias	Se requieren del uso del manual de señalización para carreteras, que establece el tipo de señales informativas, preventivas y restrictivas. Conforme al diseño de la vía y los elementos y especificaciones técnicas.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) y manual de Invias HCM.

4.6.5 Estacionamientos

Vías urbanas: En zonas urbanas el tipo de estudios para los estacionamientos está condicionado a la oferta de espacio público y a la demanda vehicular que cada día es mayor, puede darse por encuestas para dar servicio a zonas comerciales que requieran el servicio. Los estudios requeridos que pueden dar una información relevante sobre la presencia o necesidad de estos pueden ser los volúmenes vehiculares de variación horaria y diaria, que identifica los espacios necesarios para estacionamiento en vías de bajo flujo vehicular.

Vías rurales: No se requiere de ningún tipo de estudio, a menos que se proyecten zonas de descanso que atraigan muchos vehículos que interferirán en la circulación del tránsito.

Tabla 50: Estacionamientos en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPO DE ESTUDIOS	RURAL	TIPO DE ESTUDIOS
Estacionamientos	Principales: Arterias	En zonas urbanas el tipo de estudios para los estacionamientos esta condicionado a la oferta de espacio público y a la demanda vehicular que puede darse por encuestas para dar servicio a zonas comerciales que requieran el servicio. Los tipos de volúmenes vehiculares pueden ser la variación horaria y diaria de volumen de tránsito , que requiere espacios para estacionamiento en vías de bajo flujo vehicular.	Primarias	No se requiere a menos que se proyecten zonas de descanso
	Autopistas			
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras		Secundarias	
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) y manual de Invias HCM y Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143.

4.6.6 Ayuda a detectar impactos de tráfico.

Vías urbanas: Los impactos de tráfico en vías de esta categoría se miden mediante los datos del procedimiento que otorgan indicadores de congestión por medio de los FHMD y de la velocidad de operación de los vehículos que otorga NDS y de los NDS peatonales. En el caso de las vías urbanas, los impactos de tráfico se dan en zonas donde hay afluencia de vehículos y personas en gran volumen. Para ello existe como se dijo en otro aparte una metodología descrita mediante un conteo de 24 horas de cualquier día de la semana en una estación maestra ubicada en el sitio donde se espera una mayor aglomeración de vehículos y personas. Adicionalmente se toman registros de vehículos en estaciones cercanas de cobertura para verificar el impacto que produce la infraestructura comercial o educacional en áreas aledañas.

Vías rurales: En el caso de las vías rurales los estudios de tránsito se generan cuando hay problemas relacionados con "cuellos de botella" en vías las cuales sufren disminución de carriles

debido a la construcción de una obra o una reducción del ancho de la vía. Esto requiere de una metodología que determina demoras máximas del tráfico u longitud de colas, con miras a establecer pérdidas de tiempo a los usuarios de la vía. Otro tipo de estudios que puede realizarse es el de los impactos de tráfico que se generan en llegadas a casetas de peaje, las cuales tienen comportamiento de régimen probabilístico y manejo de una metodología por medio de la distribución de Poisson, la cual puede llegar a determinar el número de servicios de casetas de peaje en un sector de la carretera, para evitar congestión e impactos de tráfico.

Tabla 51: Ayuda a detectar impactos de tráfico en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPOS DE ESTUDIOS	RURAL	TIPOS DE ESTUDIOS
Ayuda a detectar impactos de trafico	Principales: Arterias	En el caso de las vías urbanas, los impactos de trafico se dan en zonas donde haya afluencia de vehículos y personas de gran volumen. Para ello existe como se dijo en otro aparte una metodologia descrita mediante un conteo de 24 horas de cualquier día de la semana en una estadio maestra ubicada en el sitio donde se espera una mayor aglomeración de vehiculos y personas. Adicionalmente se toman registros de vehiculos en estaciones cercanas de cobertura para verificar el impacto que produce la infraestructura comercial o educacional en áreas aledañas. Esos impactos se miden mediante los datos del procedimiento que otorgan indicadores de congestión por medio de los FHMD y de la velocidad de operación de los vehiculos que otorga NDS y de los NDS peatonales	Primarias	En el caso de las vías rurales los estudios de tránsito pueden ser los generados por "cuellos de botella" en vías por disminución de carriles debido a la construcción de una obra o una reducción del ancho de la vía. Esto requiere de una metodologia que determina demoras máximas del trafico u longitud de colas, con miras a establecer perdidas de los usuarios de la vial . Otro tipo de estudios que puede realizarse es el de los impactos de trafico que se generan en llegadas a casetas de peaje, las cuales tienen comportamiento de regimen probabilístico y maneja una metodologia por medio de la distribución de Poisson que puede llegar a determinar el número de servicios de casetas de peaje en un sector de la carretera, para evitar congestión e impactos de trafico.
	Autopistas		Secundarias	
	Vías rápidas			
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.), Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) y manual de Invia HCM y Yanes Sánchez, s., Bueno Cadena, C. E., Martínez Estupiñán, Y. F., Leal Gómez, J. I., Mayra Alejandra, M. A. and Castro Salinas, A. F. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143.

4.6.7 Resuelve conflictos peatón – vehículo.

Vías urbanas: Ya se mencionó anteriormente que los estudios de conflicto peatón - vehículo se resuelven mediante la aplicación del manual de señalización vial 2015 que indica a los actores del tránsito la forma correcta y segura de circular por las vías, evitar riesgos, facilitar

la circulación y optimizar los tiempos de viaje. Se encuentra descrito en el requerimiento de dispositivos de control que se diseñan para tener un mejor manejo a la hora de resolver este tipo de conflictos.

Vías rurales: Los estudios de velocidad mediante el método de velocidades de punto, determina las velocidades de operación en una carretera, especialmente en los pasos dentro de las ciudades cuando se presentan problemas de congestión. Los cuales requieren de señalización específica determinada por el manual de señalización vial 2015.

Tabla 52: Resuelve conflictos peatón – vehículo en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPOS DE ESTUDIOS	RURAL	TIPOS DE ESTUDIO
Resuelve conflictos peatón - vehículo	Principales: Arterias	Ya se menciono anteriormente que los estudios de conflicto peatón - vehículo se resuelven mediante la aplicación del manual de señalización vial 2015. Se encuentra descrito en el requerimiento de dispositivos de control.	Primarias	Los estudios de velocidad mediante el método de velocidades de punto, determina las velocidades de operación en una carretera, especialmente en los pasos dentro de las ciudades. Los cuales requieren de señalización específica determinada por el manual de señalización vial 2015.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.) y Manual de Señalización Vial 2015. (2015). Ministerio de Transporte.

4.6.8 Coadyuva en los proyectos de transporte

Vías urbanas: Se requiere de estudios de parque automotor y volúmenes de tránsito de variación diaria y horaria, que determinan el comportamiento de flujos vehiculares en vías arterias, autopistas o vías rápidas, dando a conocer diseño de rutas con tráfico compartido o no compartido. El desempeño del transporte público colectivo depende en gran parte del indicador que está en función de la velocidad comercial y la velocidad de operación. Tal desempeño es

distinto cuando el transporte colectivo cuenta con carriles exclusivos (Tránsito no compartido), que cuando se comparte la vía con otros tipos de vehículos. Otro estudio relacionado con los volúmenes de tránsito es el que se realiza para determinar niveles de saturación de vehículos en la vía, los cuales deben medirse mediante volúmenes tipo horario en horas de máxima demanda.

Vías rurales: Se requieren estudios de composición vehicular para medir la tipología de vehículos livianos o pesados que se encuentran presentes en este tipo de vías y determinar las equivalencias con miras a la determinación del factor de vehículos pesados el cual sirve como apoyo para la determinación de la capacidad de la vía y de los NDS.

Tabla 53: Coadyuva en los proyectos de transporte en las arterias, autopistas, vías rápidas, vías colectoras, vías de los barrios, vías primarias, secundarias y terciarias.

6. EN LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
AMBITO	URBANO	TIPOS DE ESTUDIO	RURAL	TIPOS DE ESTUDIO
Coadyuva en los proyectos de transporte	Principales: Arterias	Los estudios de parque automotor y volúmenes de tránsito de variación diaria y horaria, determinan el comportamiento de flujos vehiculares en vías arterias, autopistas o vías rápidas, para el diseño de rutas con trafico compartido o no compartido. El desempeño del transporte público colectivo depende en gran parte del desempeño el cual es un indicador que esta en función de la velocidad comercial y la velocidad de operación. Tal desempeño es distinto cuando el transporte colectivo cuenta con carriles exclusivos (Tránsito no compartido), que cuando se comparte la vía. Otro estudio relacionado con los volúmenes de tránsito es el que se realiza para determinar niveles de saturación de vehículos en la vía, los cuales deben medirse mediante volúmenes tipo horario horas pico.	Primarias	Se requieren estudios de composición vehicular para medir la tipología de vehículos livianos o pesados y determinar las equivalencias con miras a la determinación del factor de vehículos pesados el cual sirve como apoyo para la determinación de la capacidad de la vía y de los NDS.
	Autopistas			
	Vías rápidas		Secundarias	
	Secundarias : Vías colectoras			
	Locales: Vías de los barrios		Terciarias	

Nota: Elaboración propia con apoyo de Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.). Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión)

5. Uso Específico de los Volúmenes de Tránsito

Desde un punto de vista específico y dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen los volúmenes de tránsito, estos se utilizan para, (*INGENIERÍA DE TRANSITO-*

FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales, n.d.):

5.1 Tránsito anual (TA)

- Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas.
- Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
- Calcular índices de accidentes.
- Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito,

especialmente en carreteras de cuota.

5.2 Tránsito promedio diario (TPD)

- Medir la demanda actual en calles y carreteras.
- Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial.
- Definir el sistema de arterial de calles.
- Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vialidades o mejorar las

existentes.

- Programar mejoras capitales.

5.3 Tránsito horario (TH)

- Determinar la longitud y magnitud de los periodos de máxima demanda.
- Evaluar deficiencias de capacidad.
- Establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforos

y marcas viales, jerarquización de calles, sentidos de circulación y rutas de tránsito; y prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.

- Proyectar y rediseñar geométricamente calles e intersecciones.

5.4 Las tasas de flujo (q)

- Analizar flujos máximos
- Analizar limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito.
- Analizar las características de los volúmenes máximos.
- Analizar variaciones del flujo dentro la hora de máxima demanda.

Tabla 54: Algunos usos generales del TPD, volúmenes absolutos de tránsito anual, tránsito horario y tasas de flujo.

TPD	VOLÚMENES ABSOLUTOS DE TRÁNSITO ANUAL	TRÁNSITOS HORARIOS	TASAS DE FLUJO
Mide la necesidad de calles y carreteras	Patrones de viaje en áreas geográficas	Deficiencias de la capacidad vial	Flujo dentro de la hora de máxima demanda
Evalúa flujos con respecto a la vía usada	Gastos esperados de los usuarios en carreteras	Controles de tránsito	Flujos máximos
Define sistemas arteriales	Indices de accidentalidad	Determina la amplitud de periodos de máxima demanda	Limitaciones de la capacidad
Localiza zonas de desarrollo	Variación y tendendendia de volúmenes para casetas de peaje	Para rediseñar y proyectar geométricamente calles e intersecciones	Características de volúmenes máximos

Conclusiones

- El AMB en su plan de movilidad (2010 –2030) define los sistemas viales como arterias primarias, secundarias, terciarias y vías locales nivel 1 y nivel 2 categorizándolas en sus criterios de jerarquización y especialización de sus funciones, dando así otra definición a los sistemas viales que se tuvieron en cuenta para esta tesis de investigación (vías rápidas, multicarril, vías principales, etc.)
- Los datos que se obtienen a través de los estudios de volúmenes de tránsito arrojan una mejor idea de la cantidad de vehículos que transitan por un determinado

tramo vial o lo que se espera que transite por este, brindando así una mejor visión al momento de diseñar o renovar una vía.

- No se tuvieron en cuenta artículos científicos que utilizaran en sus estudios los volúmenes de tránsito, ya que en si este trabajo de investigación era enfocado en tres libros.

- No se encuentra estudios que tengan en cuenta solo los Volúmenes de tránsito, es muy poca la información que se tiene de estos y más si se enfoca en el AMB.

- Para saber que estudio de volúmenes de tránsito hay que realizar en un tramo vial, hay que mirar la utilidad, la funcionalidad de la vía y la clase de vehículos que transitan por ella o se espera que transiten, ya que no es lo mismo un estudio de volúmenes de tránsito para una vía primaria en el ámbito del proyecto, que para una vía primaria ahora evaluada en desde el ámbito de la ingeniería de tránsito.

- Los volúmenes de tránsito no solo arrojan la cantidad de vehículos que transitan por una vía en un tiempo determinado, sino que también nos pueden ayudar a determinar patrones de viaje, gastos en combustible, flujos máximos, capacidad, niveles de servicio, definir el sistema arterial de calles, entre muchas otras funciones más.

- Existe el concepto del uso de los volúmenes de tránsito mediante su clasificación de Absolutos, Tipo promedio y tipos horarios que tienen una función de uso general, pero también hay usos específicos en el contexto de la planeación, la seguridad, los usos comerciales, la investigación, en la ingeniería de tránsito como tal y en el proyecto.

- Cada nuevo proyecto o cada modificación de una vía existente requiere usar los volúmenes de tránsito de forma distinta, según lo requiera el proyecto, es decir volúmenes de tránsito absolutos, de tipo promedio o de tipo horario.

Recomendaciones

- Se sugiere que antes de realizar el diseño de un nuevo tramo vial o restauración de una vía ya en funcionamiento, se realicen estudios de volúmenes de tránsito de tipo TPD si se quiere medir la necesidad de calles y carreras o la localización de zonas de desarrollo, estudios de volúmenes absolutos de tránsito anual si lo que se quiere averiguar son los índices de accidentalidad de la zona o los patrones de viaje en áreas geográficas, estudios de tránsito horario para definir la capacidad de la vía o para determinar la amplitud de periodos de máxima demanda y tasas de flujo para definir límites de capacidad, flujo dentro de la hora de máxima demanda o flujos máximos. De igual forma para saber que problemas se pueden presentar o ya se vienen presentando, como lo es la congestión y el flujo del tráfico que se presenta en ciertas zonas donde se espera haya más o menos afluencia de personas y vehículos a diferentes horas del día.
- Si se quiere una mejor respuesta en las vías, no sólo se deben aplicar estudios de volúmenes de tránsito dependiendo de la vía en estudio, sino que también se debería ver la opción de aplicar el Manual de señalización vial 2015 que tiene una metodología donde solicita estudios de volúmenes vehículos y peatonales, estudios de velocidades ya que no en todas las zonas transitan los mismos vehículos y siempre hay

tramos diseños con diferentes velocidades de circulación y el manual de señalización de carreteras para establecer el tipo de señales informativas, preventivas y restrictivas.

- Si se va a realizar un estudio de volúmenes de tránsito tener muy claro si esa vía es una vía urbana o rural, puesto que en los volúmenes se tiene en cuenta las características que la vía tiene.
- El método usado se basa en la clasificación de los volúmenes de tránsito, tipo absoluto, promedio o de tipo horario, que menciona el autor Cal y Mayor Reyes Spindola, con apoyo en los manuales de capacidad vial, planes de movilidad y manuales de señalización vial para Colombia, pero se requiere de un texto para Colombia, dado que el comportamiento de nuestro flujo vehicular es distinto por la presencia de motocicletas y demás actores de la vía en condiciones de riesgo.
- Se recomienda que en el AMB se haga un observatorio e historial de los volúmenes de tránsito.

Referencias Bibliográficas

- Rafael cal y mayor reyes Spíndola, J. C. G. (2006). INGENIERIA DE TRÁNSITO (J. de ediciones. Enrique García Carmona (ed.); 7th ed.).
- Box, P., & Oppenlander, J. (1995). Manual de estudios de ingeniería de tránsito (4th ed.). México, D.F.: Representaciones y Servicios de Ingeniería.
- Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte Marco conceptual Bogotá, D.C., Colombia, septiembre de 2005 Tomo I. Marco conceptual
- Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles (tercera versión) “Las investigaciones relacionadas con la capacidad y niveles de servicio en carreteras de dos carriles han sido una preocupación permanente del instituto nacional de vías y la publicación de las versiones 1 y 2 del respective manual se han constituido en hitos dentro de la ingeniería vial del país”.
- Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad Public Disclosure Authorized (2007) - <https://documents1.worldbank.org/curated/es/862351490601664460/pdf/112110-SPANISH-General-Guidelines.pdf>
- Congestión vehicular - wikipedia, la enciclopedia libre (congestión vehicular -wikipedia, la enciclopedia libre, 2022) [https://es.wikipedia.org/wiki/congesti% c3% b3n_ vehicular](https://es.wikipedia.org/wiki/congesti%c3%b3n_vehicular)
- Glosario ministerio de transporte glosario ministerio de transporte. 1. <https://www.mintransporte.gov.co/glosario/c/genPag=2>
- Fernández, Y. F. (2002). Transporte. externalidades y coste social 1. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/5077/32581_3.pdf?sequence=1
- Verdezoto, t., montes, f. and medina, o. análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en guayaquil - ecuador. (Verdezoto, Montes and Medina, 2020) <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5703/570363740001/html/index.html>
- Vise, c. ¿Por qué es importante construir vías rápidas? (vise, 2022). <https://blog.vise.com.mx/por-que-es-importante-construir-vias-rapidas>
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras. 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones. <http://www.carreteros.org/legislaciona/ncarreteras/carreteras.htm>

- Zuniga Tipos de vías en colombia – centro de enseñanza automovilística. zuniga, 2017. Tipos de vías en Colombia – centro de enseñanza automovilística. https://autozuniga.com/documentos_educativos/tipos-de-vias-en-colombia/
- Falla, M. Clasificación de las Carreteras (Falla, 2022) Falla, M., 2022. Clasificación de las Carreteras. https://www.invias.gov.co/index.php/informacion_institucional/2uncategorised/270clasificacio-de-las-carreteras
- Avila Rodríguez, G. Ávila Rodríguez, G., 2015. Manual de Señalización Vial – Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia. 1st ed. Bogotá: Diseñum Tremens, p.888.
- Yanes sánchez, s., bueno cadena, c. e., Martínez Estupiñán, y. f., Leal Gómez, j. l., Mayra Alejandra, m. a. and Castro Salinas, a. f. Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 - 2030. (Yanes Sánchez et al., 2020) Printed in Colombia, p.143.
- Transportes., S. de C. y. (2016). MANUAL PARA OBTENER LOS VOLUMENES DE TRÁNSITO EN CARRETERAS. 1, 173.
- Social., S. de desarrollo. (2016). MANUAL DE ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE. TOMO XII, 231.
- Mejia, E. del C. T. (2014). LA PROBLEMÁTICA DE LA MOVILIDAD URBANA EN BUCARAMANGA-. 8, 15. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-surcolombiana/introduccion-al-derecho/7-apuntes-1/20497370>
- Colombia, U. nacional de. (2018). Congestión vehicular ¿Un problema de movilidad? <http://ieu.unal.edu.co/en/medios/noticias-del-ieu/item/congestion-vehicular-un-problema-de-movilidad>
- Tarriba, N. rafael tobar. (2018). ANÁLISIS DE CASUALIDAD DE CONGESTIÓN VEHÍCULAR DE LA CIUDAD DE SANTA MARTA. 1, 9. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10206/1/2018_Causalidad_Congestion_Vehicular.pdf
- TIEMPO, E. (1994). TRANSITO, PROBLEMA MÁS IMPORTANTE QUE EL METRO. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-118922>
- Hudiel., S. N. (2013). Volúmenes de Tránsito. <https://es.slideshare.net/sjnavarro/volmenes-de-transito>

Chochos, E. (2016). Velocidad de Operación. 5. <https://1library.co/document/qoo71dmq-velocidad-de-operacion.html>