



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
*FACULTAD DE INGENIERIA*  
*ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO*

**DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE  
TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA  
ESTRATIFICADA ALEATORIA BIETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL**

Arquitecta Karina Lisseth Navarizo Zabala  
Asesorada por el Ma. Ing. César Augusto Castillo Morales

*Guatemala, marzo del 2015*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BIETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

Arquitecta Karina Liseth Navarizo Zabala  
Asesorada por el Ma. Ing. César Augusto Castillo Morales

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**Maestra en Ingeniería Vial**

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**JURADO EVALUADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Efraín de León Mendoza
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. APT-2015-023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Tesis de la Maestría en Ingeniería Vial titulado: **“DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL”**, presentado por la Arquitecta **Karina Lisseth Navarizo Zabala**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

MSc. Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, marzo de 2015.



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado  
Teléfono 2418-9142

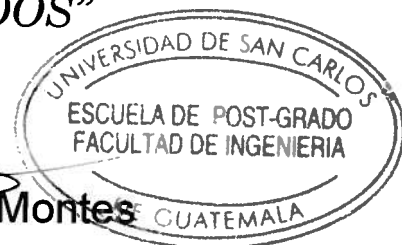
La Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **“DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL”** presentado por la Arquitecta **Karina Lisseth Navarizo Zabala** apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

*“ID Y ENSEÑAD A TODOS”*

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mayra Virginia Castillo Montes".

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora

Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Marzo de 2015.

Cc: archivo  
/la



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado  
Teléfono 2418-9142

Como Coordinador de la Maestría en Ingeniería Vial y revisor del Trabajo de Tesis titulado **“DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL”**, presentado por la Arquitecta **Karina Lisseth Navarizo Zabala**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Armando Fuentes Roca".

MSc. Ing. Armando Fuentes Roca  
Coordinador de Maestría  
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Marzo de 2015.


Cc: archivo  
/la



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado  
Teléfono 2418-9142

Como Revisor de la Maestría en Ingeniería Vial del Trabajo de Tesis titulado **“DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL”**. Presentado por la Arquitecta **Karina Lisseth Navarizo Zabala**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

*“ID Y ENSEÑAD A TODOS”*

  
MSc. Ing. César Augusto Castillo Morales  
Revisor(a)

Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Marzo de 2015.

Cc: archivo  
/la

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA, HOMOLOGADO CON UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BIETÁPICA DE LA REGIÓN VI Ó SUROCCIDENTAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado,  
Con fecha 8 de junio de 2,013.

**Arquitecta Karina Lisseth Navarizo Zabala**



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios profesionales, de los guatemaltecos en general.

**La Escuela de  
Postgrado de la  
Facultad de Ingeniería**

Por promover la especialización profesional.

**El Departamento de  
Tránsito de la DGPNC**

Al facilitarme información que ha permitido aportar al contenido del presente documento de graduación.

**Mis compañeros de  
trabajo**

Su apoyo y comprensión.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por su misericordia y bendición en mi vida al permitirme concluir esta meta.
<b>Mi Madre</b>	Angela Zabala Monzón. Su amor y apoyo que ha sido siempre mi motivación.
<b>Mis hermanos</b>	Otto, Fidel, Marcos y Anali. Por el apoyo y motivación que me han brindado.
<b>Mi hija</b>	Ximena. Por ser un ángel de inspiración en mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Susy, Mily, Luis Enrique y María Fernanda. Por ser importante influencia en mi carrera.
<b>Ing. Carlos Aguilar</b>	Por apoyarme con su compañía e invaluable aporte documental de información, que ha sido de mucho apoyo en mi carrera.
<b>Ing. César Castillo</b>	Por el asesoramiento en la presente tesis y el apoyo para lograr esta meta profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XII
RESUMEN .....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS .....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
ANTECEDENTES .....	XXIV
CAPÍTULO UNO .....	1
1.1.    TÉRMINOS Y DEFINICIONES GENERALES .....	2
1.1.1.    ¿Qué son los volúmenes de tránsito vehicular? .....	2
1.1.2.    ¿Qué utilidad tiene la información obtenida de los volúmenes de tránsito? .....	3
1.1.3.    ¿Cuál es la clasificación de los volúmenes de tránsito? .....	3
1.1.4.    ¿Qué es una muestra estratificada aleatoria bietápica? .....	5
1.2.    FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS APLICADOS EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO .....	7

1.2.1.	Relación entre la demanda vehicular y la oferta vial .....	7
1.2.2.	Usuarios del sistema de tránsito y transporte.....	8
1.2.3.	Sistema de seguridad vial.....	9
1.2.4.	Sistema de educación Vial .....	9
1.2.5.	Método de planeamiento de transporte y asignación de tránsito (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO)) .....	10
1.2.5.1.	La Capacidad de una vía.....	13
1.2.5.2.	Nivel de servicio de una vía.....	14
1.2.6.	Realización de estudios de volúmenes de tránsito.....	14
1.2.6.1.	Conteos manuales.....	15
1.2.6.2.	Conteos mecánicos .....	16
1.2.6.3.	Conteos con equipos portátiles.....	17
1.3.	METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE VOLÚMENES DE TRÁNSITO .....	18
1.3.1.	Presentación de datos de volúmenes de tránsito ...	19
CAPÍTULO DOS .....		22
2.	PRINCIPIOS BÁSICOS Y LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA.....	22
2.1.	ANÁLISIS DEL SISTEMA VIAL EN GUATEMALA (OFERTA Y DEMANDA VIAL).....	23
2.2.	ANÁLISIS NORMATIVO RESPECTO DE INFORMACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR .....	25
2.2.1.	Normativa de tránsito y de vialidad.....	26
2.2.2.	Registro de información de tránsito .....	27

2.2.3.	Importancia de la recolección, análisis y registro de datos sobre los volúmenes de tránsito. ....	29
2.3.	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE CONTEOS DE TRÁNSITO EN GUATEMALA .....	30
2.3.1.	Instrumentos técnicos vigentes en Guatemala .....	31
2.3.2.	Información de los volúmenes de tránsito en Guatemala .....	34
2.3.2.1.	Estaciones de conteo de tránsito.....	35
2.4.	ANÁLISIS SOCIAL RELACIONADO CON LA PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE EN GUATEMALA .....	36
2.4.1.	Análisis de la accidentalidad vial .....	36
2.4.2.	Análisis del sistema de transporte terrestre .....	37
2.4.3.	Análisis del ordenamiento vial .....	39
2.4.4.	Problemática vial .....	40
2.5.	ANALOGÍA SOBRE EL SISTEMA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO, EN OTROS PAÍSES.....	41
2.5.1.	República de Argentina .....	42
2.5.2.	República de Colombia.....	44
2.6.	DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y EL SISTEMA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN GUATEMALA .....	46
2.6.1.	Del tránsito vehicular .....	46
2.6.2.	Del sistema de información registral del tránsito y sus volúmenes.....	47

CAPÍTULO TRES .....	50
3. DISEÑO DEL MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y HOMOLOGACIÓN DE LA MUESTRA ESTRATIFICADA.....	50
3.1. DISEÑO DEL MODELO PARA UN SISTEMA DE GENERACIÓN Y REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO .....	51
3.1.1 Criterios importantes de instrumentos, para la captura y generación de datos.....	52
3.1.1.1. Analogía de la tipología de instrumentos .....	54
3.1.2. Propuesta de Ficha técnica única de información de campo -FTUIC- .....	59
3.1.3. Establecimiento de la periodicidad y estaciones de conteos .....	62
3.1.3.1. Estaciones para conteos de tránsito....	63
3.1.4. Integración y registro de información nacional sobre los volúmenes de tránsito .....	64
3.1.4.1. Propuesta de módulo informático, para la base de datos de un sistema integrado nacional de información .....	65
3.2. HOMOLOGACIÓN DE LA PROPUESTA, MEDIANTE UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BIETÁPICA .....	70
3.2.1. Generación de datos en campo.....	71
3.2.2. Validación de la muestra determinada, a través de Método estadístico.....	76

3.3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	81
3.3.1.	Discusión de resultados.....	82
	CONCLUSIONES .....	84
	RECOMENDACIONES.....	85
	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	87
	ANEXOS.....	91





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Figura 1.	Curva de la AASHTO para la asignación del tránsito .....	12
2.	Figura 2.	Contadores manuales, empotrados para clasificación del tránsito vehicular .....	16
3.	Figura 3.	Contador mecánico, tipo radar .....	16
4.	Figura 4.	Contador portátil, tubo neumático.....	17
5.	Figura 5.	Mapa con volúmenes de tránsito.....	20
6.	Figura 6.	Diagrama de volúmenes de tránsito direccionales en intersecciones.....	21
7.	Figura 7.	Gráficos para representar volúmenes .....	21
8.	Figura 8.	Fotografías de la República de Argentina.....	43
9.	Figura 9.	Fotografías de la República de Colombia.....	45
10.	Figura 10.	Hoja de campo para clasificación de vehículos .....	54
11.	Figura 11.	Aforos continuos, resumen semanal .....	55
12.	Figura 12.	Ficha de campo para conteos de tránsito, en estaciones establecidas.....	56
13.	Figura 13.	Gráfica estadística e informe anual de la Dirección General de Caminos, respecto de conteos de tránsito.....	57
14.	Figura 14.	Ficha estudio volumétrico de tránsito, Municipalidad de Guatemala.....	58
15.	Figura 15.	Modelo -Ficha técnica única de información de campo - FTUIC-.....	60
16.	Figura 16.	Validación de ficha técnica única de información de campo, en las municipalidades de la Región VI de Guatemala .....	61

- 17. Figura 17. Plantilla de módulo informático del sistema integrado de información nacional de volúmenes de tránsito..... 66
- 18. Figura 18. Gráfica de volúmenes de tránsito, Región VI ..... 79

## ÍNDICE DE TABLAS

I.	Tabla I.	Objetivos en respuesta a las preguntas orientadoras de investigación.....	XVIII
II.	Tabla II.	Alcances y límites.....	XX
III.	Tabla III.	Serie histórica, parque vehicular en Guatemala.....	XXV
IV.	Tabla IV.	Pesos reglamentados en Centro América, límite de peso por eje.....	12
V.	Tabla V.	ESAL de diseño por factor de dirección y carril.....	13
VI.	Tabla VI.	Aplicación de estudios de volúmenes de tránsito.....	20
VII.	Tabla VII.	Datos básicos para un Estudio de impacto vial.....	33
VIII.	Tabla VIII.	Resumen total de estaciones o puntos determinados para conteos de tránsito.....	36
IX.	Tabla IX.	Descripción de proceso, para la generación, integración y registro de información de los volúmenes de tránsito.....	69
X.	Tabla X.	Tránsito promedio hora diario –TPHD-, en función de los volúmenes de tránsito de 8 municipios de la Región VI de Guatemala.....	72
XI.	Tabla XI.	Datos para cálculo de la muestra.....	77
XII.	Tabla XII.	Cálculo del tamaño de la muestra en función de valores p y q (supuesto máxima varianza).....	78
XIII.	Tabla XIII.	Comparativa de muestra teórica y real.....	79
XIV.	Tabla XIV.	Distribución de muestra real por puntos de observación, según cada departamento identificado de la Región VI.....	79



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>TPDA</b>	Tránsito promedio diario anual.
<b>TPDM</b>	Tránsito promedio diario mensual.
<b>TPDS</b>	Tránsito promedio diario semanal.
<b>TPHD</b>	Tránsito promedio hora diaria.
<b>VHMA</b>	Volumen horario máximo anual.
<b>VHMD</b>	Volumen horario de máxima demanda.
<b>VHP</b>	Volumen horario de proyecto.

## GLOSARIO

<b>AASHTO</b>	Asociación Americana de Carreteras del Estado y Funcionarios de Transporte (American Association of State Highway and Transportation Officials).
<b>EIV</b>	Estudio de Impacto Vial.
<b>ESAL</b>	Ejes equivalentes simples (Equivalent Single Axle).
<b>FTUIC</b>	Ficha técnica única de información de campo.
<b>LEF</b>	Factor de equivalencia de carga (Load Equivalency Factor).
<b>MSA</b>	Muestreo simple aleatorio, específico de la estadística.
<b>RUNT</b>	Registro Único Nacional de Tránsito.

## RESUMEN

En el trabajo de graduación denominado “Diseño de un modelo para el sistema de registro de volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala, homologado con una muestra estratificada aleatoria bietápica de la Región VI ó Suroccidental”, se describe de manera teórica y práctica la investigación realizada sobre el modelo diseñado, el cual permitirá a la población y usuarios interesados a conocer y utilizar los datos de los volúmenes de tránsito vehicular reales de cualquier municipio de Guatemala, al igual que los datos correspondientes al flujo vehicular concentrado en determinadas estaciones de la red vial.

En esta investigación, ha sido necesaria la selección de una muestra estadística estratificada, a fin de dar a conocer los datos que se obtuvieron en la aplicación del modelo diseñado, para el efecto, se hizo partícipes a 8 municipios específicamente de la Región Sur Occidente del país, los cuales forman parte del sector que interviene en la generación y registro de información a nivel nacional, según este modelo en estudio.

Al dar a conocer los volúmenes de tránsito se tendrá un impacto técnico en cuanto a información se refiere, de la cual se carece en varias áreas del país y que es de suma importancia para los diseñadores y planificadores de sistemas de tránsito, transporte e infraestructura vial nacional.

Es por ello que el presente estudio, incluye varios componentes de la ingeniería de tránsito como parte medular de la ingeniería vial, así como la participación de las entidades gubernamentales en el aspecto de generación y registro de información.





## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

Guatemala tiene diversos problemas que afectan, entre otros, a los sectores sociales y económicos. Uno de los más apremiantes es el congestionamiento y la accidentalidad en el sistema de carreteras, del cual se deriva otra serie de problemas viales en el país. En los proyectos formulados para resolver esta problemática, pocas veces se ha tomado en cuenta la información de los volúmenes o flujos vehiculares reales, en las localidades donde se desarrollarán dichas obras, la cual de existir, aportaría información de alto valor agregado para elevar la eficiencia del sistema vial, por lo que se concluye que, **existe una deficiencia en el sistema de generación de datos así como del registro de su información, principalmente, en los municipios de Guatemala.**

En función de lo anterior, surgen las siguientes preguntas orientadoras de la investigación:

- a. ¿Cuál es el modelo que se necesita para la obtención y registro de los volúmenes de tránsito vehicular, que cumpla con las expectativas de un sistema integrado de información nacional?

De esta pregunta central, podemos obtener otras interrogantes a responder:

- b. ¿Qué instrumento debe utilizarse para la generación de datos, el cual permita conocer los volúmenes y flujos de tránsito que circulan en los municipios y la red vial del país?

- c. ¿Cómo debe integrarse la generación y el registro de información de flujos y volúmenes de tránsito en el país, el cual disponga de insumos para la planeación de proyectos viales?
- d. ¿Qué herramientas permitirían a los diseñadores y planificadores viales, optimizar sus funciones, a fin de responder a los requerimientos institucionales del país?

#### Principales causales.

- Crecimiento del parque vehicular de Guatemala.
- Crecimiento de la población en Guatemala.
- Carencia de una normativa integral que coadyuve con el Plan de Desarrollo Vial de Guatemala.
- Falta una integración en el sistema de información del tránsito y transporte, accidentalidad, parque vehicular, entre otros.
- Fallas en la administración del tránsito en Guatemala.

#### Principales efectos.

- Desintegración del sistema de tránsito, transporte, infraestructura vial y seguridad vial.
- Inconsistencia en la realización de estudios de impacto vial, aforos de tránsito y origen y destino para proyectos viales.
- Carencia de infraestructura adecuada para el eficiente funcionamiento del sistema de tránsito y transporte, principalmente, en los municipios del país.
- Congestionamiento en las calles y rutas que integran el sistema de vial de Guatemala.
- Accidentalidad en el sistema vial.

## **OBJETIVOS**

### **General**





Disponer de un modelo técnico metodológico que sistematice la generación y registro de los volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala, para la utilización y difusión de datos enfocados al fortalecimiento, planificación y desarrollo de proyectos viales.

### **Específicos**

1. Diseñar una ficha técnica única de aplicación en Guatemala, para la obtención y posterior procesamiento de datos relacionados con los volúmenes de tránsito de los municipios y la red vial de Guatemala.
2. Sistematizar la generación y registro de información que se requiere para la planificación y ejecución de proyectos viales, en cuanto a datos de los volúmenes de tránsito, los puntos y sus horas críticas de flujo y la tipología vehicular.
3. Brindar herramientas técnicas e informativas a las oficinas responsables del diseño y planificación vial, para que optimicen su funcionamiento operacional.

Tabla I.

**Objetivos en respuesta a las preguntas orientadoras de investigación**

NO.	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN		OBJETIVOS
1	¿Cuál es el modelo que se necesita para la obtención y registro de los volúmenes de tránsito vehicular, que cumpla con las expectativas de un sistema integrado de información nacional?		Disponer de un modelo técnico metodológico que sistematice la generación y registro de los volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala, para la utilización y difusión de datos enfocados al fortalecimiento, planificación y desarrollo de proyectos viales.
1.1	¿Qué instrumento debe utilizarse para la generación de datos, el cual permita conocer los volúmenes y flujos de tránsito que circulan en los municipios y la red vial del país?		Diseñar una ficha técnica única de aplicación en Guatemala, para la obtención y posterior procesamiento de datos relacionados con los volúmenes de tránsito de los municipios y la red vial de Guatemala.
1.2	¿Cómo debe integrarse la generación y el registro de información de flujos y volúmenes de tránsito en el país, el cual disponga de insumos para la planeación de proyectos viales?		Sistematizar la generación y registro de información que se requiere para la planificación y ejecución de proyectos viales, en cuanto a datos de los volúmenes de tránsito, los puntos y sus horas críticas de flujo y la tipología vehicular.
1.3	¿Qué herramientas permitirían a los diseñadores y planificadores viales, optimizar sus funciones, a fin de responder a los requerimientos institucionales del país?		Brindar herramientas técnicas e informativas a las oficinas responsables del diseño y planificación vial, para que optimicen su funcionamiento operacional.

Fuente: Elaboración propia, análisis de los objetivos.

## RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

### Tipo de estudio

Para la realización de la presente investigación, se utilizó el tipo de estudio “**no experimental o ex post facto**”, bajo un diseño transversal o transeccional, en donde la investigación da inicio con la observación de la variable independiente y sus indicadores, de acuerdo a los fenómenos que ésta presenta en su contexto o ambiente normal, para, posteriormente, analizarlos en un nivel o punto determinado y en un tiempo definido.

### Metodología de la investigación

Ésta se desarrolló mediante el diseño de investigación transversal o transeccional descriptivo, como parte del estudio no experimental, en donde se recolectaron datos de la variable independiente y sus indicadores en un momento determinado, con la finalidad de analizar e indagar su incidencia y los valores que se han manifestado en un espacio y tiempo dado.

El procedimiento consistió en determinar un grupo estratificado del universo en estudio, observar y medir el comportamiento de sus valores en un espacio y tiempo, homologar los valores obtenidos a través del análisis aleatoria bietápica en función de las variables, y describir los resultados, según la situación de las variables y sus indicadores (tipología, lugar y cantidades).

### Variable independiente - cuantitativa

Volúmenes de tránsito.

### Indicadores

Vehículos.

Espacio vial.

Tiempo.

### Variable dependiente - cualitativa

Sistema de registro de información.

### Indicadores

Instrumentos de captura de datos,

Generación de información periódica,

Integración y registro de datos.

Tabla II.

### Alcances y límites

NO.	ALCANCES (descriptivo)	LIMITES
1	<b>Alcance técnico:</b> información de calidad utilizada por planificadores, diseñadores y ejecutores de proyectos viales, encaminados a una mejor capacidad y serviciabilidad del sistema de tránsito e infraestructura vial.	Los volúmenes de tránsito deben ser actualizados como mínimo en periodos de un año, esto para que sean útiles dentro de un sistema de información nacional con fines técnicos.
2	<b>Alcance social:</b> planes y proyectos integrales de desarrollo del sistema de tránsito e infraestructura vial.	No incluye proyectos sociales de educación, salud y habitacionales.
3	<b>Alcance metodológico:</b> modelo en cuanto a procedimiento, instrumentos y sistema técnico, para la recolección de datos y registro de información sobre los volúmenes de tránsito.	El procedimiento, instrumentos y sistema establecido en el modelo, deben institucionalizarse, para su optima aplicación, funcionamiento y obtención de logros esperados.
4	<b>Alcance interinstitucional:</b> integración de los responsables de la administración del sistema de tránsito, del sistema vial, así como de la divulgación de información de los sistemas indicados.	No participarán otras instituciones ajenas al sistema de tránsito, transporte, infraestructura vial y de información nacional.

Fuente: Elaboración propia, análisis de alcances y límites (enfocados a nivel nacional y en diferentes áreas).

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ha realizado en el entorno de la Ingeniería de tránsito en Guatemala, considerando que la movilidad adecuada, es una necesidad latente en la sociedad, la cual requiere que el desplazamiento de todo el sistema de tránsito y transporte sea eficiente y seguro; siendo oportuno planear, adecuadamente, proyectos de carácter vial, que solucionen los problemas de congestión y accidentalidad en el sistema vial del país; para ello, los profesionales y técnicos especializados, deben planificar y ejecutar adecuada y eficientemente estos proyectos, bajo parámetros básicos y fidedignos de información, como sería el uso de una base de datos del tránsito vehicular que circula por determinadas localidades de importancia. De acuerdo a lo establecido por la Ingeniería de tránsito, la medición básica más importante en la planeación de la infraestructura vial y de soluciones integrales de desarrollo en cuanto al sistema de tránsito se refiere, son los conteos o aforos vehiculares, con el fin de obtener los volúmenes y flujos de tránsito. Lamentablemente, en Guatemala se tiene poca información al respecto, tanto de municipios como de la red vial del país, para ello, debe fortalecerse la metodología y el sistema de generación de información, la cual, promueva el levantamiento periódico de datos así como el registro de ésta información.

Observando esta situación y consciente de la necesidad de hacer una propuesta, a fin de aportar una solución viable a la problemática detectada, se considera importante realizar el presente trabajo de investigación, el cual brindará un modelo técnico metodológico para llevar a cabo la generación de datos y el sistema de registro de los volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala, lo que promoverá la consulta técnica de información en cuanto a tránsito se refiere, referencia importante para la planificación de proyectos que

se enfocan a dar soluciones de carácter vial, especialmente, en los municipios del país.

En tal sentido, se plantea como objetivo de este trabajo el diseñar un modelo técnico metodológico que sistematice la generación y registro de los volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala, para la difusión de datos enfocados al fortalecimiento y desarrollo de proyectos viales. Por lo anterior, es necesario aplicar el modelo diseñado, mediante una muestra estratificada aleatoria bietápica de la Región VI o Suroccidental de Guatemala, ya que esta región ocupa el segundo lugar en cuanto a mayor cantidad de vehículos registrados por placa o calcomanía, según información de la Superintendencia de Administración Tributaria –SAT-.

Como parte de esta investigación, se describirán y desarrollarán datos que permitan conocer el sistema de información y registro del tránsito en Guatemala, especialmente de los volúmenes de tránsito, quedando los contenidos en los capítulos desarrollados, de la siguiente manera: capítulo uno. Generalidades de la información: descripción de términos, definiciones y fundamentos teóricos y prácticos aplicados en ingeniería de tránsito; capítulo dos. Principios básicos y la situación actual del sistema del tránsito vehicular en Guatemala: análisis del sistema vial, análisis del sistema de registro de información del tránsito vehicular, análisis de la capacidad técnica para la elaboración de aforos de tránsito en Guatemala, análisis social relacionado con la problemática del sistema de tránsito y transporte en Guatemala, analogía del sistema de registro de información del tránsito en otros países y diagnóstico técnico del tránsito vehicular y sus sistema de registro de información; y, capítulo tres. Diseño del modelo para el sistema de registro de volúmenes de tránsito y homologación de la muestra estratificada: descripción de los criterios utilizados para el diseño de la ficha técnica única para conteos de tránsito y su



aplicación en campo, criterios para el establecimiento de la periodicidad y estaciones o puntos a realizar los aforos vehiculares y resultados de la muestra estratificada aleatoria bietápica; conclusiones y recomendaciones.

## ANTECEDENTES

Durante el período de los años 2008 al 2012, el Departamento de Tránsito de la Dirección General de la Policía Nacional Civil -DGPNC-, del Ministerio de Gobernación, trató de desarrollar el proyecto identificado como -Registro Único Nacional de Tránsito -RUNT-, el cual, tenía la finalidad de registrar el parque vehicular real que circula en el país, a través de sistemas mecánicos de control del tránsito, lamentablemente, careció de interés por parte de las instituciones responsables.

El Departamento de Tránsito de la DGPNC, a través de la Sección de Estadísticas Nacionales de Tránsito -SENT-, ha estado realizando proyecciones del parque vehicular de Guatemala hasta el año 2019, con la finalidad de contar con datos referenciales que permitan conocer el fenómeno del crecimiento vehicular y sus tendencias en el corto, mediano y largo plazo, así como su distribución espacial a nivel regional y departamental, y, en qué medida se pueda analizar dicho incremento vehicular, sin embargo, carece de un fundamento real del sistema de tránsito, ya que los datos proyectados están basados en los registrados de la -SAT- del año 2013, en función de los vehículos autorizados para circular de acuerdo con las placas o calcomanías emitidas. A pesar de ello, la SENT considera que las proyecciones basadas en los supuestos reales hasta el año 2009 (límite histórico), permiten conocer a corto plazo el crecimiento de este contingente, de acuerdo a la tendencia de la serie histórica del parque vehicular en Guatemala, el cual se observa a continuación en dos escenarios, valores máximos y mínimos proyectados en el período de los años 2010 al 2019. Al año 2013, la -SAT- publicó que el parque vehicular es de 2,572,925.

Tabla III.

**Serie histórica, parque vehicular en Guatemala**

METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN	Valores	A Ñ O S														
		SERIE HISTÓRICA					P R O Y E C C I Ó N									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	Máximo						2,185,762	2,398,016	2,610,270	2,822,525	3,034,779	3,247,033	3,459,287	3,671,541	3,883,796	4,096,050
<b>Supuesto A</b>	Puntual	1,080,068	1,302,273	1,558,145	1,760,013	1,912,469	<b>2,159,356</b>	<b>2,371,610</b>	<b>2,583,865</b>	<b>2,796,119</b>	<b>3,008,373</b>	<b>3,220,627</b>	<b>3,432,881</b>	<b>3,645,136</b>	<b>3,857,390</b>	<b>4,069,644</b>
	Mínimo						2,132,950	2,345,205	2,557,459	2,769,713	2,981,967	3,194,221	3,406,476	3,618,730	3,830,984	4,043,238
<b>Supuesto B</b>	Puntual	1,080,068	1,302,273	1,558,145	1,760,013	1,912,469	<b>2,182,490</b>	<b>2,455,189</b>	<b>2,748,540</b>	<b>3,063,079</b>	<b>3,399,062</b>	<b>3,756,464</b>	<b>4,134,981</b>	<b>4,534,031</b>	<b>4,952,771</b>	<b>5,390,116</b>

Fuente: Las cifras de la serie histórica del parque vehicular en Guatemala, corresponden al boletín estadístico 2009, web site de la Superintendencia de Administración Tributaria, (P. 38)

Por otra parte, se cuenta con el Plan de Desarrollo Vial 2008-2017, cuya ejecución está a cargo de la Dirección General de Caminos -DGC-, dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda -MCIV-, donde se han formulado 11 políticas viales enfocadas, básicamente, a la modernización, mantenimiento y conservación de carreteras, a impulsar el desarrollo rural, a la prevención y atención de emergencias, a proteger el medio ambiente, a atender la seguridad vial y a modernizar la gestión vial. Parte de este esfuerzo conlleva la realización de aforos vehiculares, sin embargo, la información que es y será registrada, formará parte únicamente de la base de datos del MCIV en cuanto a conteos y volúmenes de tránsito se refiere, información que es generada únicamente en las rutas principales del país.

El Departamento de Ingeniería de Tránsito dependencia de la DGC, realiza aforos de tránsito periódicos, en estaciones establecidas en diversas rutas, cuyos datos han permitido al MCIV la planificación de proyectos de infraestructura. Caso similar ocurre en la Municipalidad de Guatemala, en la que existe la Unidad de Infraestructura Vial, que cuenta con una sección de tránsito; para realizar conteos en diversos puntos establecidos en la ciudad,

cuya información obtenida forma parte de su base de datos, para ser usada durante la planificación de sus proyectos.

Asimismo, en Guatemala no existe un marco legal que regule estos procesos de control vehicular. De igual manera, la presencia de manuales nacionales con aspectos normativos técnicos, que promuevan el desarrollo de estudios integrales tales como: de Impacto Vial, de Ordenamiento Vial, Origen y Destino del Tránsito, de Estacionamientos, de Educación y Seguridad Vial y de Accidentalidad Vial, considerándose que estos deben estar integrados en un solo elemento de estudio y análisis nacional o local, con el objetivo de realizar propuestas dirigidas a dar solución a los problemas de congestionamiento y accidentalidad.

Además, se debe considerar la Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística, que describe dentro de sus funciones “la de promover y supervisar la aplicación uniforme de métodos, procedimientos, definiciones, clasificaciones y normas técnicas, para la ejecución de programas estadísticos” (Decreto Número 3-85, 1985). Por lo cual, a través de esta institución se debe buscar la integración y divulgación de información, particular en este caso, para el registro de información de los volúmenes de tránsito de Guatemala.

# **CAPÍTULO UNO**

---

## **1. GENERALIDADES DEL FUNDAMENTO TEÓRICO**

## **1.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES GENERALES**

Es necesario describir, definir y responder a los siguientes términos, los cuales se relacionan con el estudio de los volúmenes de tránsito.

### **1.1.1. ¿Qué son los volúmenes de tránsito vehicular?**

Éste es el número de vehículos que transitan por un punto determinado durante un periodo de tiempo, dato que se obtiene mediante el ejercicio de realizar conteos o aforos de tránsito vehicular. Los volúmenes de tránsito se obtienen en función del tipo de análisis y estudio que se requiera, y, que dependerá del tiempo en que se lleve a cabo el conteo en el punto identificado, mismo que varía desde 15 minutos hasta un año.

Dentro de los estudios de tránsito (Cal, Rafael, Reyes, Mayor y Cárdenas, James, 2009) hacen alusión que, los volúmenes vehiculares forman parte de los estudios dinámicos de la ingeniería de tránsito, los cuales cubren la recolección de datos en condiciones operativas, a fin de evaluar las condiciones presentes y desarrollar soluciones respecto al tránsito vehicular (P.168).

Como se conoce, las distribuciones espaciales de los volúmenes de tránsito, por lo general resultan del deseo de las personas de efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenando así una serie de satisfacciones y determinados patrones de viaje basados en el tiempo, durante ciertas épocas del año, en ciertos días de la semana o en horas específicas del día. Por lo cual, al planear el diseño y construcción de una carretera, se debe tener en cuenta la selección del tipo de vialidad que esta tendrá, tanto sus accesos como el tipo de servicio, ya que estos dependen, fundamentalmente, de los volúmenes de tránsito.

### **1.1.2. ¿Qué utilidad tiene la información obtenida de los volúmenes de tránsito?**

La información que se obtiene de los volúmenes de tránsito es utilizada, generalmente, en lo siguiente, menciona Cal, R. y Reyes, M. & Cárdenas G, J. (2009):

- En la planeación: clasificación sistemática de redes de carreteras, modelos de asignación y distribución de tránsito y en análisis económicos.
- En proyectos: aplicación a normas de proyectos geométricos y en requerimiento de nuevas carreteras.
- En seguridad vial: cálculo de índices de accidentalidad y mortalidad y en evaluación de mejoras por seguridad.
- En investigación: programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito y en nuevas metodologías sobre capacidad
- En ingeniería de tránsito: características de los flujos vehiculares, zonificación de velocidades, necesidad de dispositivos para el control del tránsito, estimación de gastos de los usuarios de las carreteras, tasas de flujos, entre otros.

### **1.1.3. ¿Cuál es la clasificación de los volúmenes de tránsito?**

Volúmenes de tránsito absolutos o totales.

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes.

- Tránsito Anual (TA)  
Se refiere al total de vehículos que pasan durante un año. Para este caso T= 1 año.
- Tránsito mensual (TM)  
Este es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso T= 1 mes.
- Tránsito semanal (TS)  
Se le llama al número total de vehículos que pasan por un lugar específico durante una semana. T= 1 semana.
- Tránsito diario (TD)  
Se le llama al número total de vehículos que pasan durante un día. T= 1 día.
- Tránsito horario (TH)  
Este es el número total de vehículos que pasan durante una hora. Para ello T= 1 hora.
- Tránsito en un periodo inferior a una hora (Q<sub>i</sub>)  
Se dice del número de vehículos que pasan en un periodo inferior a una hora. Y donde “T” es menor que 1 hora e “i” representa el periodo en minutos, por lo general en 15 minutos.

#### Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD)

Es el número total de vehículos, que pasan durante un periodo determinado (días completos), expresado como  $TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}}$  (N es el número de vehículos y T los días dados). Se refiere, específicamente, a los siguientes.

- Tránsito promedio diario anual (TPDA)
- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)
- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)
- Tránsito promedio hora diaria (TPHD)



Volúmenes de tránsito horarios.

Estos son los que tienen como base la hora seleccionada, se refiere a los siguientes, dados en vehículos por hora.

- Volumen horario máximo anual (VHMA)
- Volumen horario de máxima demanda (VHMD)
- Volumen horario de proyecto (VHP)

#### **1.1.4. ¿Qué es una muestra estratificada aleatoria bietápica?**

De acuerdo a investigación realizada (Pérez López, 2005) se dice que, en el ámbito estadístico, ésta se conoce como un muestreo utilizado para la selección de un ejemplar que representa a un universo de información. Cuando se elige la muestra se espera obtener que sus propiedades sean extrapolables a las variables en estudio, este procedimiento permite ahorrar recursos y, a la vez, se lograrán resultados parecidos a los que se alcanzarían si se lleva a cabo un estudio de todo el universo.

Al decir muestreo estratificado aleatorio, se refiere al procedimiento probabilístico de selección de muestras más útiles, para obtener modelos o muestras de poblaciones pequeñas, considerando estratos, divisiones o etapas de la población según su elemento o variable básica, cuya representación en la muestra quiere asegurarse. Dentro de cada uno de los estratos o divisiones, la muestra de unidades de análisis se selecciona por un procedimiento probabilístico, entonces, dentro de los grupos seleccionados se extraen algunos individuos para integrar la muestra, siendo el resultado de este procedimiento la muestra estratificada aleatoria bietápica.

Es decir que, el universo de información tiene que estar conformado por estratos, esto cuando el tamaño de la población es muy grande, y, en cada uno de los estratos se integran conglomerados que constituyen al final las unidades de análisis en dos pasos o etapas establecidas.

Por lo tanto, se entiende que al realizar muestras mucho más pequeñas que el tamaño de los estratos, debiendo extraer dos o más muestras del mismo, a este conjunto de muestras que se obtienen del total se les llamará –espacio muestral-, únicamente, la variable que se asocia a cada muestra de su probabilidad de extracción se llamará –distribución muestral- y esta consiste en la división previa de la población de estudio en grupos que son homogéneos, respecto de una particularidad o característica de las que se estudiarán. A cada uno de estos estratos se les asignará una cantidad que determinará el número de miembros del mismo, los cuales integrarán la muestra estratificada, según información de Pérez López, (2005).

Este procedimiento es aplicable en las siguientes situaciones:

- “Cuando sólo se dispone de la lista de conglomerados y sus tamaños dentro de cada estrato; en este caso, es posible introducir los datos de forma manual o por medio de un archivo donde cada registro de la base de datos corresponda a un conglomerado (es decir, su tamaño).
- Cuando se cuenta con una base de datos donde cada uno de sus registros corresponde a una unidad de análisis (marco muestral detallado). En este caso es posible guardar la muestra resultante del procesamiento en un archivo de datos con la misma estructura del original y con todos los datos de cada una de las unidades de análisis seleccionadas” (Silva, 2000)(p.11).

Para este proceso es necesario mencionar que, para que la muestra presentada sea válida y se pueda llevar a cabo, adecuadamente, deben cumplirse algunos requisitos, ya que nunca se tendrá la plena seguridad de que él o los resultados, sean una muestra representativa, sin embargo si se deben considerar factores, para que esta condición sea alcanzable y con una probabilidad alta.

## **1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS APLICADOS EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO**

### **1.2.1. Relación entre la demanda vehicular y la oferta vial**

Para entender los problemas de tránsito, es importante realizar una interpretación de manera gráfica de los dos elementos que la originan: la demanda vehicular y la oferta vial.

La demanda vehicular, se ha definido como la cantidad de vehículos que se desplazan por un sistema vial u oferta vial determinado. Cal, R. y Reyes, M. & Cárdenas G, J. (2009, P.15), mencionan que, dentro de la demanda vehicular se encuentran aquellos vehículos que están circulando sobre el sistema vial, los que se encuentran en la cola esperando circular (en el caso de existir problemas de congestión) y los que deciden tomar rutas alternas (para evitar la congestión, si existe). Para observar si la operación vehicular se da en condiciones de flujo estable o saturado, es necesario comparar estos dos elementos. Para tal efecto, ellos se deben expresar en las mismas unidades, por lo que la oferta vial, que representa el espacio físico (Calles y carreteras), se puede indicar en términos de su sección transversal o capacidad. De esta

manera, la oferta vial o capacidad representa la cantidad máxima de vehículos que, finalmente, pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

Por lo tanto, si la oferta vial es el conjunto de calles, carreteras y rutas que se caracteriza por su capacidad, con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamiento de los vehículos que circulan en ellas, se entiende, entonces, que la demanda vehicular debe ser menor que la oferta vial, siendo el flujo vehicular no saturado y sus niveles de operación serán aceptables. Es lo deseable.

Entonces, cuando la demanda vehicular es igual a la oferta vial, se dice que se ha llegado a la capacidad del sistema. El tránsito es inestable y se puede llegar, rápidamente, al congestionamiento. Pero si la demanda vehicular es mayor que la oferta vial, el flujo vehicular se tornará forzado, presentando detenciones frecuentes y muchas demoras. Esto no es lo deseable.

### **1.2.2. Usuarios del sistema de tránsito y transporte.**

Fernández A. (2000) hace referencia a que, siempre que se trate de la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor, la ingeniería de tránsito debe conocer las habilidades, limitaciones y requisitos que tiene el usuario, como elemento de la ingeniería de tránsito. Los seres humanos, como usuarios de los diferentes medios de transporte, son elementos primordiales del tránsito por calles y carreteras, quienes deben ser analizados y atendidos, claramente, con el propósito de ser controlados y guiados en forma apropiada. El comportamiento del individuo, tanto como peatón, piloto o conductor juega un papel importante en el flujo de tránsito y es, sin duda, uno de los factores que establece sus características.

### **1.2.3. Sistema de seguridad vial**

Este sistema se relaciona, básicamente, a la aplicación de principios de seguridad, donde participan todas las disciplinas que planifican o diseñan proyectos de infraestructura vial, Thomson, I. & Bull, A. (2002) confirma que es con el fin de obtener un impacto sobre la movilidad de la población y que en consecuencia, el objetivo es el de identificar las condiciones de seguridad de todos los usuarios de la infraestructura vial, para analizarlas y tomar las medidas correctivas pertinentes; en este mismo orden, la finalidad no es la verificación del cumplimiento de estándares de diseño, ni tampoco una investigación de accidentes, sino el de evaluar los riesgos potenciales de accidentes, buscando minimizar los riesgos y las consecuencias de los accidentes para disminuir su frecuencia de ocurrencia y su gravedad y, por tanto, reducir los costos personales y sociales en que incurre en una comunidad, con las pérdidas de vidas humanas, costos de atención hospitalaria e incapacidades médicas. “Propugna un ambiente más seguro para todos los usuarios y buscan acciones de mejoramiento y mitigación de los impactos negativos, para contribuir en la protección de los usuarios más vulnerables del sistema vial” (Cal, Rafael, Reyes, Mayor y Cárdenas, James, 2009) (p.531).

### **1.2.4. Sistema de educación Vial**

Este se refiere, específicamente, a la actuación imprescindible de la adquisición de valores viales en los ciudadanos, Barrientos Rivera, M. A. (2009) menciona que, esto constituye un paso más que el conocimiento de normas y señales de tránsito, que la educación vial, es el mejor camino para la formación de una conciencia vial, ya que esta forma parte de la educación social, siendo una eficaz base de actuación ciudadana, dado que trata de crear hábitos y actitudes

positivas de convivencia, de calidad de vida, calidad medio-ambiental y de seguridad vial.

Asimismo, se dice que como parte de los objetivos de la educación vial, se encuentra el desarrollar en el ciudadano en su condición de conductor, pasajero o peatón, las aptitudes, destrezas, hábitos y el interés necesario para que disponga de una mayor pericia, conocimiento, equilibrio mental; y, actúe de manera inteligente y razonable; así como comprenda y respete, además, las leyes, reglamentos y normativos que regulan el sistema del tránsito (Ibídem).

#### **1.2.5. Método de planeamiento de transporte y asignación de tránsito (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO))**

El método de planificación y asignación de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), originado en los años cincuenta, se basa en la observación estadística del comportamiento de los conductores de manera objetiva, observando la relación de tiempos de recorrido entre ellos. El método es utilizado, principalmente, en los países desarrollados, debido a que en sus redes de carreteras prevalecen características geométricas y condiciones de rodadura semejantes. Asimismo, la AASHTO recomienda que el procedimiento de diseño de pavimentos requiera de datos tales como volúmenes de tránsito y aspectos de carga, según la cantidad de ejes.

Normalmente, cuando los análisis se realizan en países desarrollados, las velocidades de operación en las distintas rutas de una red en estudio se determinan en gabinete a partir de los manuales de capacidad con que se cuenta. Sin embargo, en países como México, en donde existe una marcada diferencia en las condiciones de operación, resultado del estado físico en que

se encuentra la superficie de rodamiento, es recomendable obtener las velocidades de operación promedio a partir de los estudios de origen y destino, así como los estudios del uso de la tierra y los aforos o conteos de tránsito.

Para determinar el tránsito potencial por asignar (situación deseable) a una carretera o una red regional de carreteras, con la aplicación del método de la AASHTO, es necesario determinar previamente el factor de utilización, por el cual deberá afectarse el tránsito usuario de la ruta existente (situación actual).

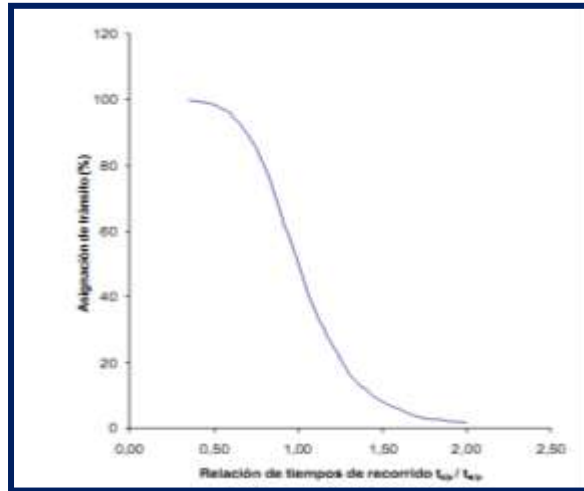
El factor de utilización toma en cuenta la relación entre los tiempos de recorrido de los itinerarios que conforman la red en análisis, es decir el cociente del tiempo de recorrido de la situación deseable y la situación actual, según refiere Torres Vargas, G. & Pérez Sánchez, J. (2002).

Según los parámetros de diseño de AASHTO para pavimentos, son importantísimos los datos siguientes.

- En el método AASHTO, los pavimentos se diseñan para que resistan determinado número de cargas durante su periodo de diseño o vida útil. Un factor muy importante para el diseño de pavimentos es el tránsito, el cual está compuesto de vehículos de diferente peso y número de ejes. Para tal efecto se deben transformar e un número de ejes equivalentes a 18,000 libras.

Figura 1.

Curva de la AASHTO para la asignación del tránsito



Fuente: VALDES A. "Ingeniería de tráfico", Ed DOSSAT, S.A., Madrid, España 1971.

Tabla IV.

**Pesos reglamentados en Centro América, límite de peso por eje**

LÍMITE DE PESO POR EJE (toneladas métricas)											
TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE DEL TRACTOR				TIPO DE EJE DE SEMIREMOLQUE				EJE DE REMOLQUE		TOTAL
	EJE SIMPLE DIRECCIONAL	EJE DE TRACCIÓN			EJE DE ARRASTRE				EJE DE ARRASTRE		
		EJE SIMPLE	DOBLE RUEDA	TRIPLE RUEDA	EJE SIMPLE	DOBLE RUEDA	TRIPLE RUEDA	CUÁDRUPLE RUEDA	EJE DELANTERO	EJE TRASERO	
C2	5	10									15
C2-R2	5	10							7	7	29
C3	5		16.5								21.5
C3-R2	5		16.5						7	7	35.5
C3-R3	5		16.5						7	12	40.5
C4	5			20							25
T2-S1	5	9			9						23
T2-S2	5	9				16					30
T2-S3	5	9					20				34
T3-S1	5		16		9						30
T3-S2	5		16			16					37
T3-S3	5		16				20				41
OTROS (1)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	VARIABLE








(1) Combinaciones y pesos variables, sujetos a circular con permisos especiales

Fuente: Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras, en Materia de Pesos y Dimensiones de Vehículos de Carga, SIECA, 2014. (P. 8)



- Cargas Equivalentes, 80KN, 18 kips ó 18,000 libras Factores Equivalentes de Carga (LEF), el proceso de convertir un tránsito mixto en ejes equivalentes a 18,000 libras (ESAL), se originó en el “Road Test” prueba en carreteras de la AASHTO, cargando estructuras de ejes y cargas para analizar el daño producido.

**Tabla V. ESAL de diseño por factor de dirección y carril**

Clasificación	Tipo de vehículo	No. Vehículos (A)	Factor de Crecimiento (B)	Tránsito de Diseño (C)	Factor Camión (D)	ESAL De Diseño (E)
1	automóviles, paneles y jeep 	225			0.0004	
2	pick-ups 	450			0.0085	
3.1	camiones medianos (2 ejes) 	235			2.493	
3.2		255			1.563	
3.3		120			0.888	
4.1	vehículos de (3 ejes) 	78			2.643	
4.2		90			2.118	
5	microbuses 	80			0.094	
6	buses 	57			1.183	
7	Vehículos de 4 ejes o más 	40			2.982	
						Σ
FACTOD DE DIRECCIÓN:		0.5				
FACTOD DE CARRIL:		0.8				

Fuente: Ingeniero Carlos Morales, Msc. Ingeniería Vial, Seminario de Transportes, Guatemala 2013 (P.25)

### 1.2.5.1. La Capacidad de una vía

Esta se define a la capacidad que tiene una sección de carretera respecto del máximo número de vehículos que circulan o pueden circular en ella, durante un determinado periodo de tiempo, de acuerdo a condiciones particulares de la vía y del tránsito y sin que éstas colapsen en su máxima intensidad. “En general,

las condiciones que afecten la circulación de los vehículos y, por ende, la capacidad de la vía pueden ser de dos clases: condiciones propias de la vía, como las características geométricas de la calzada, que no cambian a menos que se realice algún trabajo de construcción o reconstrucción y condiciones propias del tránsito, como la velocidad de los vehículos, que pueden cambiar durante un mismo día. La capacidad de las vías también suele ser distinta en diferentes puntos a lo largo de ella” (Radelat Egues, 1964)(p.10).

#### **1.2.5.2. Nivel de servicio de una vía**

El concepto de nivel de servicio, es incorporado por el Manual de capacidad de Carreteras ( Transportation Research Board, National Research Council, 2000), indicando que esta es una medida de calidad que la vía ofrece al usuario, para ello se deben determinar varios factores a la hora de definir su concepto, lo cual es poco cuantificable, siendo estos factores, la velocidad a la que se circula, el tiempo de recorrido, la comodidad que experimenta el usuario, la seguridad que ofrece la vía, el coste de funcionamiento, entre otros.

Para efectos de Ingeniería de tránsito, estos conceptos son importantísimos atender ya que forman parte de estudios que tenderán a resolver la problemática vial, buscando la funcionalidad y modernización de los componentes de infraestructura vial.

#### **1.2.6. Realización de estudios de volúmenes de tránsito**

Como se ha mencionado, los conteos se realizan para registrar el número de vehículos que pasan por un punto o entran a una intersección, considerándose muestras de los volúmenes actuales de un espacio vial, lo cual indica que, el periodo de la muestra varía entre el establecimiento de minutos, horas o

semanas. Siendo el procedimiento más común para la obtención de datos respecto del ámbito vehicular, la técnica de la medición de volúmenes que pueda realizarse mediante contadores mecánicos o manuales.

El medio manual es un método elemental, se requiere observar el punto y realizar el conteo con un lápiz y un formulario especial. Si el lugar es una intersección con bajo movimiento vehicular, una persona/observador será suficiente para controlar el conteo manual, pero si el volumen es alto en la intersección, será necesario dos o más personas para realizar el conteo (Secretaría de Desarrollo Social, 2010)(p.16).

A continuación se describen los métodos de muestreo o modalidades más comúnmente usadas, para llevar a cabo los aforos o conteos de tránsito:

#### **1.2.6.1. Conteos manuales**

En este caso, la duración del conteo o aforo varía, según el propósito del mismo. Algunos aforos clasificados pueden durar hasta 24 horas continuas, de acuerdo a fundamentos teóricos de ingeniería de tránsito (Hudiel, UNI/2009), el equipo utilizado es variado; desde hojas de papel marcando cada vehículo, hasta contadores electrónicos. Ambos métodos son manuales. Durante periodos de tránsito alto, es necesaria más de una persona para efectuar estos aforos. La exactitud y confiabilidad de los aforos depende del tipo y cantidad de personal, instrucciones, supervisión y la cantidad de información que será obtenida por cada persona. Estos conteos se usan, generalmente, para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados.

Figura 2.

**Contadores manuales, empotrados para clasificación del tránsito vehicular**



Fuente: Departamento de Ingeniería de Tránsito, Dirección General de Caminos.

**1.2.6.2. Conteos mecánicos**

Son denominados también como conteos permanentes, “son usados para aforar el tránsito, continuamente, con fines de estudiar las tendencias o proyecciones del parque vehicular” (Hudiel, UNI/2009)(p.4). Para ello, generalmente, se utilizan equipos específicos accionados por células fotoeléctricas, detectores de lazo así como magnéticos.

Los equipos que, comúnmente, se utilizan para estos conteos permanentes o semi-fijos, son los detectores de tubo neumático, los de fotoceldas, los radares y los magnéticos.

Figura 3.

**Contador mecánico, tipo radar**



Fuente: Empresa 3M de Guatemala.

### 1.2.6.3. Conteos con equipos portátiles

Este tipo de conteo es realizado con un equipo que registre los datos de los volúmenes vehiculares a cada hora y 15 minutos. Puede ser a través de un detector portátil o por medio de tubos neumáticos.

Entre sus ventajas está: “que una sola persona puede mantener varios contadores y, además, proveen aforos permanentes de todas las variedades del tránsito durante el periodo del conteo. Asimismo, tienen la desventaja de, no permitir la clasificación de los volúmenes por tipo de vehículo y movimientos de giro y muchas veces se necesitan aforos manuales ya que muchos contadores (en particular los de tubo neumático) cuentan más de un vehículo cuando son accionados por vehículos de más de un eje” (Secretaría de Desarrollo Social, 2010)(p.6).

Figura 4.

Contador portátil, tubo neumático



Fuente: Grupo TYSSA, México

### **1.3. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

Luego de establecer los puntos o estaciones en donde se llevarán a cabo los conteos de tránsito, se registra físicamente la información mediante una ficha o formulario, de acuerdo con la clasificación de vehículos, según sea el requerimiento del estudio, clasificados como: vehículos livianos, pick ups, camiones o transporte pesado (según sus ejes), transporte urbano (en algunos casos), motocicletas, entre otros.

Para las observaciones o registros físicos de información, estos deben efectuarse en días típicos, no fechas festivas o con eventualidades predominantes, estableciéndose periodos de mayor flujo vehicular. Por lo usual, se realizan en horarios de 06:00 - 08:00; 12:00 a 14:00 y de 18:00 a 20:00 horas. El Manual de estudios de ingeniería de tránsito (2010, p.7) describe que, las observaciones deben efectuarse en intervalos de 1 hora, sin embargo, algunas veces es necesario efectuar conteos en intervalos menores para el diseño de carriles de giro y para cálculo de tiempos de semáforos. Generalmente, para la mayoría de los propósitos de ingeniería de tránsito, los conteos deben ser efectuados durante días representativos y durante días hábiles (martes, miércoles y jueves), en algunos casos los días lunes y viernes no se consideran porque se ha observado que son días con mayor flujo vehicular, sin embargo, para efecto de algunos estudios si son participes de los conteos requeridos, de igual forma sucede con los días de fin de semana, que son considerados en función del objetivo de estudio.

También las condiciones propias del lugar, pueden variar los períodos de los conteos (áreas de compra, accesos a centros comerciales, áreas recreativas). Los conteos no deben realizarse bajo condiciones atmosféricas adversas, a menos que se requiera la información en dichas condiciones y días, para

efectos de estudios específicos de interés. En este sentido, es necesario que los datos sean, exactamente, los observados, para evitar flujos irreales en lugares en donde se realiza el estudio, ya que dicha información permitirá la propuesta de soluciones específicas a un problema determinado.

### **1.3.1. Presentación de datos de volúmenes de tránsito**

Como se ha indicado, los datos obtenidos de las observaciones o conteos vehiculares, influye en la obtención de información de los volúmenes de tránsito, para lo cual de acuerdo con el estudio que se esté realizando o el problema que se esté analizando, la información se presentará de las siguientes formas:

- mapas con volúmenes de tránsito: la figura número 5 grafica este tipo de información. En ellos se indican los volúmenes a lo largo de rutas seleccionadas, con la sección de la misma, la cual está en función de la magnitud del volumen;
- diagramas de volúmenes de tránsito direccionales en intersecciones: la figura número 6 grafica estos diagramas. En ellos se describe el volumen correspondiente a todas las direcciones;
- también se utilizan planos y gráficos para representar volúmenes (ver figura número 7).

Tabla VI.

**Aplicación de estudios de volúmenes de tránsito**

TIPO DE VOLUMEN	APLICACIÓN
Volumen Medio Diario: (VMD) o volumen total de tránsito	Estudios de tendencias; planeación de carreteras; programas de carreteras; selección de rutas; cálculo de tasas de accidentes; estudios fiscales y evaluaciones económicas.
Volúmenes clasificados: por tipo de vehículo número de ejes, y/o pesos	Análisis de capacidad; diseño geométrico; diseño estructural; cómputos de estimados de recolección de impuesto de los usuarios de vialidades.
Volúmenes durante periodos de tiempo específicos: Durante horas pico y por dirección.	Aplicación de dispositivos de control de tránsito; vigilancia selectiva; desarrollo de reglamentos de tránsito; diseño geométrico.

Fuente: Manual de estudios de ingeniería de tránsito, México 2010. (P. 6)

Figura 5.

**Mapa con volúmenes de tránsito**

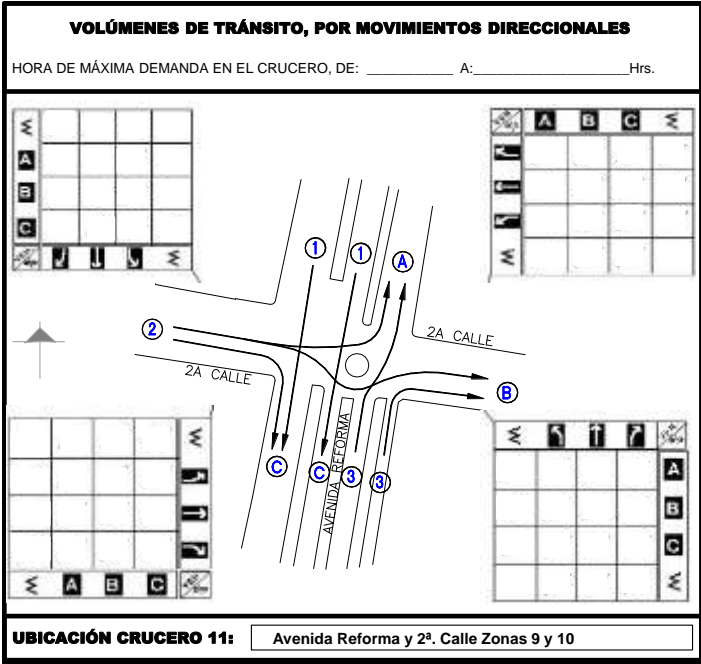


Fuente: Ing. Edgar de León, mapeo volúmenes de tránsito, zona 1 y 3, Guatemala 2014.



Figura 6.

**Diagrama de volúmenes de tránsito direccionales en intersecciones**



Fuente: Ing. Edgar de León, movimientos vehiculares, cruceros zona 9 y 10, Guatemala 2014.

Figura 7.

**Gráficos para representar volúmenes**



Fuente: Ing. Edgar de León, Análisis de flujos vehiculares zona 1, Guatemala 2014.

## **CAPÍTULO DOS**

---

### **2. PRINCIPIOS BÁSICOS Y LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN GUATEMALA**

## **2.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA VIAL EN GUATEMALA (OFERTA Y DEMANDA VIAL)**

Ya que el sistema vial está identificado, básicamente, como la red de comunicaciones destinadas a canalizar el movimiento de vehículos y peatones en una ciudad, la cual tiene un rol trascendente para los flujos de tránsito en la misma. Las vías se han clasificado dentro de categorías, considerándose el grado de especialización que en ellas presenta la función del tránsito y el transporte. De acuerdo al Plan de Desarrollo Vial, del MCIV (Dirección General de Caminos, PDV/2008-2017), en Guatemala se dispone de una red de carreteras interconectadas con las diferentes regiones, siendo la red vial de, aproximadamente, 14,500 kilómetros de carreteras pavimentadas y accesibles para el tránsito y el transporte de carga y de pasajeros, de las cuales 4,500 kilómetros son asfaltadas y responden a la jerarquía centroamericana y nacional.

Para comprender los problemas del sistema vial, es importante mencionar los dos elementos que influyen en el desarrollo del sistema: la demanda vehicular y la oferta vial. Teniendo como resultado que en Guatemala la demanda vehicular es bastante alta, ya que el parque vehicular ha aumentado en los últimos años y se proyecta un crecimiento aun mayor, además de considerar que el crecimiento de la oferta vial es baja en relación a la demanda, ya que hay poca inversión para el aumento y mejoramiento de la red vial y la misma infraestructura. Por tanto, el sistema vial es inestable, operando por encima de su capacidad en algunos casos, provocando otro tipo de problemas en el desempeño del mismo, tales como los conocidos congestionamientos y los mismos accidentes de tránsito.

A pesar de que los avances tecnológicos llegan hasta nuestra ciudad y que se ha dado mantenimiento relativo a la red vial, para cumplir con los requerimientos operacionales de los vehículos, de carga, pasajeros y transporte público, los problemas aún persisten. Para ello, es importante considerar varios factores que han influido en este hecho.

- Las diversas características de vehículos en la misma vialidad.
- Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- Transporte pesado incluido en el mismo tránsito.
- Vehículos no motorizados.
- Motocicletas, bicicletas.
- Actividades peatonales.

Características de la oferta vial.

- Pocos cambios en el trazo de carreteras o nuevas alternativas.
- Calles angostas y con pendientes pronunciadas o inservibles en invierno.
- Aceras insuficientes, mal diseñadas o inexistentes

Falta de planificación del tránsito.

- Calles, puentes e intersecciones que se siguen construyendo sin especificaciones.
- Falta de planificación para la ubicación y creación de áreas para estacionamientos del tránsito y transporte.
- Falta de un plan de ordenamiento vial y urbano.

En este sentido, las instituciones encargadas del mantenimiento de la red vial así como de la regulación del tránsito, procuran trabajar sobre las condiciones

existentes, pese a los inconvenientes tanto sociales como económicos que se tengan en el país, buscando soluciones a la problemática vial, a través de la intervención adecuada de los usuarios, el uso coherente del suelo y las características físicas del sistema vial, incluyendo la legislación y reglamentación adaptadas al tránsito, así como la búsqueda de facilidades para el desarrollo y mejoramiento de la red vial.

## **2.2. ANÁLISIS NORMATIVO RESPECTO DE INFORMACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR**

El sistema de administración de tránsito se orienta en el aprovechamiento al máximo de la vialidad existente, básicamente, para cumplir sus objetivos en cuanto a promover la calidad del ambiente urbano, mejorar el sistema de control del tránsito, aumentar la oferta vial o el crecimiento de la red vial y fortalecer la seguridad vial de los usuarios. Siendo necesario que los organismos estatales dependientes de Ministerios, Subsecretarías de tránsito y transporte y Municipalidades, se involucren en dicho sistema, a fin de lograr los objetivos del mismo.

Como aspecto negativo de este sistema en Guatemala, se tiene el aumento desmedido del tránsito de vehículos, en sus mismos 108,800 kilómetros cuadrados que constituyen su territorio, sin que se tenga una propuesta clara en cuanto al tratamiento de este crecimiento acelerado. La legislación guatemalteca, define varios aspectos en cumplimiento a la parte tributaria para la circulación vehicular, en función de su clasificación, así como la regulación y control del tránsito en cuanto a restricción de velocidades, el respeto a la señalización vial y las responsabilidades del conductor, entre otras de carácter operativo.

Sin embargo, también debe considerarse que para ejercer acciones o tomar decisiones en cuanto a una problemática, debe existir un escenario o línea base real y actualizada de la situación, especialmente de la información cuantitativa y estadística, en este caso respecto al tránsito, la cual debe estar en función de cantidades, volúmenes y flujos vehiculares y la misma accidentalidad vial en el país; aportando de esta forma, información que permita a las autoridades determinar y atender las deficiencias del sistema vial o, bien, de un tramo carretero. Siendo necesario que Guatemala cuente con información y con una base de datos real y actualizada, asimismo, se disponga de una normativa o se regule la generación periódica de estos datos, los cuales son importantes para los que aportan proyectos enfocados a la mejora y desarrollo de la infraestructura vial del país.

### **2.2.1. Normativa de tránsito y de vialidad**

El Estado de Guatemala tiene a disposición de los usuarios algunos instrumentos normativos en relación al tránsito, que si fueran utilizados, eficientemente, darían resultado positivo, si se analiza desde el punto de vista que “debido al crecimiento de la población y el número de vehículos, su concentración en áreas urbanas, el uso excesivo y descontrolado de la vía pública, tanto por personas y vehículos como por otras actividades que le dan un destino diferente y contrario al uso común estipulado en la ley, se hace necesario modernizar la legislación de tránsito, para hacer frente a las necesidades actuales y para prever y proyectar un tránsito seguro y ordenado en toda la República, por lo cual se dio lugar a que en 1996, fuera puesto en vigencia el Decreto 132-96, actual Ley de Tránsito” (Kestler Pérez, 2007)(p.8), sin embargo, es necesario fortalecer la operativización de dicha ley y su reglamento.

Asimismo, existe la Ley del Impuesto a la Distribución de Petróleo Crudo y Combustibles Derivados, Decreto 38-92, el cual hace referencia, específicamente, al impuesto que aporta financiamiento al Fideicomiso del Fondo Vial para la Conservación y Mejoramiento de la red vial del país –COVIAL-. Por otra parte, se encuentra la Ley del Impuesto sobre Circulación de Vehículos Terrestres, Marítimos y Aéreos, Decreto 70-94, este tiene el objetivo de financiar de forma cualitativa las entidades responsables del sistema del tránsito, con carácter de desarrollo, control y ordenamiento vial, siendo entre sus propósitos el mantenimiento, mejoramiento, construcción o ampliación de la infraestructura vial, incluyendo los dispositivos de seguridad vial.

Como se observa, existen leyes de utilidad para el sistema vial del país, dentro de su carácter de construcción, mantenimiento, ordenamiento, control y regulación, sin embargo esa finalidad no se ha logrado en un cien por ciento, debido a que la actuación de las bases legales accionan de forma individual, no existiendo una normativa que permita la integración de las vigentes, para coordinar toda la aplicación legislativa.

### **2.2.2. Registro de información de tránsito**

De acuerdo a criterios de ingeniería de tránsito y de los sistemas de información utilizados en países como Colombia, Chile y Argentina, un sistema de registro de información de tránsito, permite visualizar datos del tránsito en tiempo real y las estadísticas asociadas con el fin de proponer planes óptimos de control dinámico de acuerdo con el flujo vehicular, optimizando la circulación para los distintos escenarios que se presenten, en función de la automatización y provecho que se realice de este sistema de información nacional.

También se asocian al método el de ordenar y graficar los registros anuales de vehículos, pasajeros y carga, para cada año registrado, observar su comportamiento y obtener la tasa de crecimiento anual de ellos. Estas tasas de crecimiento pueden dividirse en normales, negativas o muy elevadas. Debido a que la información existente de tránsito presenta variabilidad en el comportamiento de vehículos, tasas decrecientes y crecientes muy elevadas, se estima razonable y conservador establecer o comparar el criterio económico u otro indicador para definir la tasa anual de crecimiento del tránsito.

En Guatemala la institución responsable de presentar información estadística de aspectos importantes del país, es el Instituto Nacional de Estadística –INE-, quien en la actualidad tiene algunas dificultades en la recolección y presentación de datos respecto del tránsito, transporte y accidentalidad vial, esto debido a la falta de una metodología o sistema que permita adquirir información real y periódica de las diferentes estaciones o puntos críticos de la red vial, así como de los municipios del país, según indica dicha entidad. En este sentido, existen varias instituciones generando información respecto a volúmenes de tránsito y accidentalidad vial, para su conveniencia o uso, tal es el caso de algunas municipalidades, principalmente, las municipalidades de Guatemala, Villa Nueva y Mixco, asimismo, la DGC, el Departamento de Tránsito de la DGPNC y la Dirección General de Protección y Seguridad Vial –PROVIAL-, quienes, eventualmente, informan al INE respecto de la información que obtienen, sin mantener una comunicación periódica con dicho ente, esto da como resultado diferencias de información entre los involucrados. Es indispensable contar en el país con un sistema integrado de información, en cuanto al tránsito y la accidentalidad vial se refiere, la cual es de incalculable valor, siendo prioridad crear, como mínimo, una metodología en cuanto a sistematizar la recolección, integración y divulgación de esta información, ya que en la actualidad no existe.



### **2.2.3. Importancia de la recolección, análisis y registro de datos sobre los volúmenes de tránsito.**

Históricamente, la fluidez y desplazamiento de personas y bienes en el territorio ha sido garantizada por el Estado, principalmente, a partir de la creación de infraestructura y, secundariamente, por la legislación que existe respecto del tránsito, aunque se ha carecido de políticas o instrumentos normativos integrales, para lograr la eficiencia de tal desplazamiento vehicular. Sin embargo, para optimizar la base legal debe considerarse una de las herramientas valiosas que debe ser utilizada, es la estadística confiable de los flujos y volúmenes de tránsito en la red de rutas o carreteras, tanto en su intensidad como en la clasificación de los distintos tipos de vehículos que circulan, esta información sobre volúmenes de tránsito es de gran utilidad en la planeación del transporte colectivo, el diseño de la infraestructura vial, la operación del tránsito e investigación. Varios tipos de estudios de volúmenes, son aplicados con la finalidad de: conocer la tendencia de la tasa de accidentes de tránsito, realizar evaluaciones económicas, analizar la capacidad para el diseño geométrico, análisis de control del tránsito para el desarrollo de reglamentos, entre otros. A partir de estos estudios se concluye la importancia de obtener una correcta medición y análisis de los datos de tránsito, por lo tanto es imprescindible contar con esa herramienta que permita cumplir con los objetivos del sistema de tránsito.

De esta forma los actores involucrados directamente en el sistema de tránsito, entre ellos: la Dirección General de Caminos, las municipalidades y el Departamento de Tránsito de la DGPNC, deben integrarse a un sistema de información nacional, generando datos a través de un instrumento establecido y reportar la información necesaria para efectos de divulgación a través del INE,

quien tendrá la responsabilidad de mantener a disposición de los usuarios lo siguiente:

- volúmenes diarios del tránsito. De los distintos tramos de la red vial, así como de los ingresos y egresos a los municipios, de acuerdo con las estaciones de conteos definidas, para obtener una intensidad de tránsito promedio que se puede denominar tránsito medio diario anual TMDA o tal como lo utiliza actualmente el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la –DGC-, el tránsito promedio diario anual –TPDA-;
- porcentajes de los distintos tipos de vehículos que emplean la red vial, en los tramos y sus variaciones, según la época del año;
- estudios que informen las líneas de deseo de viajes para las diferentes categorías de usuarios, mediante datos de origen y destino en los principales puntos o nodos de la red vial;
- estadísticas del crecimiento del flujo vehicular, respecto de los volúmenes presentados, tanto de la red vial como de los municipios.

### **2.3. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE CONTEOS DE TRÁNSITO EN GUATEMALA**

Los países deben contar con normativos o instrumentos específicos técnicos de apoyo, que permitan en principio, brindar una metodología para la elaboración de determinados estudios; asimismo, para la revisión y evaluación de determinados componentes de los estudios (Secretaría de Desarrollo Social, 2010). En este sentido, en Guatemala se han emitido algunos instrumentos de

carácter técnico a fin de formular proyectos enfocados a la atención de la problemática vial.

### **2.3.1. Instrumentos técnicos vigentes en Guatemala**

Hasta el año 2013 se ha tenido, únicamente, vigente el Acuerdo COM 003-04, Reglamento específico de Evaluación de Impacto Vial para el Municipio de Guatemala, en éste se hace saber las necesidades y requerimientos municipales en cuanto al estudio y evaluación de impacto vial, refiriendo información que debe ser analizada en campo, en función y mejora de la vialidad en el municipio específico de Guatemala.

Un Estudio de Impacto Vial –EIV-, tiene como objetivo identificar los efectos que genera el tránsito vehicular respecto de las actividades de un nuevo proyecto, tanto urbano, comercial, turístico como industrial, asimismo, lo que puede causar en relación a la operación actual de la red vial, generalmente, estos estudios se realizan en cumplimiento de normativas nacionales establecidas; en Guatemala, los estudios de impacto vial son efectuados, según reglamentos internos de las municipalidades, los cuales indican su obligatoriedad, según sea el caso, de acuerdo con las funciones delegadas por el Código Municipal de Guatemala, Decreto 12-2012, sin embargo, no todas las municipalidades lo cumplen, debido a la falta de esta norma interna. Es importante mencionar, que un –EIV- genera información respecto del tránsito, tanto de carácter cuantitativo y cualitativo, lo cual hace necesario para los generadores de proyectos; al no realizarlos o efectuarlos de forma deficiente, impiden también el desarrollo de proyectos encaminados al sistema vial.

Se mencionan algunos problemas que alteran el resultado de un estudio de impacto vial.

- Cuando el área en análisis está destinada a la construcción de una carretera o calle, y, ésta genera un número de viajes determinado durante la hora de máxima demanda o durante el día.
- Cuando un proyecto de carretera o calle se pretende construir en una zona sensible (con problemas de congestión).
- Cuando se tienen 100 vehículos por hora, lo que hace necesario cambiar el nivel de servicio de un flujo en una determinada intersección o cruce.
- Cuando se necesitan carriles exclusivos de giro (a la izquierda o derecha) a fin de solucionar los problemas de saturación o tránsito adicional, de manera que no afecte al tránsito y al desarrollo local.

Tabla VII.

**Datos básicos para un Estudio de impacto vial**

Categoría	Datos
Volúmenes de Tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conteos diarios y horarios actuales e históricos (si son necesarios para el análisis)</li> <li>• Conteos de giro recientes en las intersecciones</li> <li>• Variaciones por temporadas</li> <li>• Proyecciones de volúmenes de tránsito de otros estudios o planes regionales</li> </ul>
Usos del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos del suelo y densidades en el área circundante al desarrollo</li> <li>• Características (usos, densidades, fecha de inauguración, etc.) de desarrollos adicionales que hayan sido aprobados</li> <li>• Desarrollos anticipados para terrenos baldíos en el área de estudio</li> <li>• Plan maestro de usos del suelo</li> <li>• Zonificación</li> </ul>
Demografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos recientes de población y empleo dentro del área de estudio por áreas del censo o áreas de tránsito (usado en la distribución del tránsito generado por el desarrollo).</li> </ul>
Sistema de transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de la red vial circundante (geometría, sentidos de circulación, control de tránsito) y jerarquía vial.</li> <li>• Ubicación de semáforos, coordinación y fases</li> <li>• Características del transporte público</li> <li>• Características de estacionamiento</li> <li>• Financiamiento de mejoras a la vialidad</li> </ul>
Datos Adicionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos de origen y destino y distribución de viajes</li> <li>• Datos de accidentes</li> </ul>

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Secretaría de Desarrollo Social, México, 2010. (P. 214)

En Guatemala, también existe el Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones, Acuerdo Gubernativo número 1084-92, modificado mediante el Acuerdo Gubernativo 379-2010, emitido por el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, el cual indica el permiso de circulación en las carreteras del país de los vehículos automotores o combinaciones que llenen los requisitos en cuanto a los pesos establecidos en función de sus dimensiones, según lo indicado en

dicho reglamento. Este instrumento legal con carácter técnico, es sumamente importante para los planificadores, diseñadores y ejecutores de proyectos viales, ya que forma parte de la información que se considera en los estudios de ingeniería de tránsito para el diseño de pavimentos, analizando el cálculo de ESALES, conjuntamente, con la información cuantitativa del tránsito.

### **2.3.2. Información de los volúmenes de tránsito en Guatemala**

Para garantizar los datos obtenidos respecto de los conteos de tránsito realizados, es necesario que en Guatemala se disponga de un sistema de recuentos volumétricos permanentes y fijos, en lugares definidos con exactitud, así como instalar contadores de tránsito electrónicos para respaldar la información que sea generada de los conteos manuales de clasificación vehicular. Un sistema de conteos de tránsito, a nivel país o región, debería estar integrado por puestos permanentes y otros móviles o portátiles, con el permanente se obtienen los factores de variación estacional y con los móviles se hacen conteos cortos (dos o tres días hábiles), en cada uno de los tramos homogéneos en que se divide la red, para llegar a obtener el TMDA o Tránsito Medio Diario Anual, de esta forma se potenciaría la labor con información precisa para todos los sectores y actores que la precisen, no solo desde la planificación de construcción y mantenimiento vial sino, especialmente, para los organismos de control del tránsito, los que deben atender la regulación del tránsito, los problemas viales así como la accidentalidad.

El Departamento de Ingeniería de Tránsito –DIT- de la DGC, ha desarrollado esta labor de realizar conteos de tránsito, específicamente, en las rutas principales de Guatemala, con el objeto de mantener actualizado y conocer los volúmenes de tránsito para distintos tramos de la red vial indicada. Sin embargo, no es el único que debe cumplir con esta generación de información,

las municipalidades también deben realizar acciones en cuanto a la recolección de datos del tránsito en su territorio, con el fin de mejorar el sistema en su localidad. En el área metropolitana de la ciudad de Guatemala, ha sido responsable de realizar dichos conteos la Municipalidad de Guatemala, quien se ha especializado en cuanto a ingeniería de tránsito se refiere, efectuando estudios más sustentables para lograr el desarrollo de proyectos de tránsito y transporte dentro del área metropolitana; asimismo, las municipalidades de Mixco, Villa Nueva y Santa Catarina Pínula, han llevado a cabo algunos conteos de tránsito en función de sus necesidades; muy pocas municipalidades han realizado este trabajo de información de campo, únicamente para efectos de algún tipo de proyecto de carácter vial.

#### **2.3.2.1. Estaciones de conteo de tránsito.**

El DIT tiene establecido, aproximadamente 500 estaciones, para llevar a cabo conteos de tránsito, sin embargo, estos no están activos al mismo tiempo, generalmente, las estaciones que generan información con más continuidad son las establecidas en las carreteras Centroamericanas, el resto de estaciones ubicadas en las rutas nacionales y departamentales están activas de forma eventual. Los datos obtenidos de estas estaciones son consolidados y analizados por dicha institución, con fines específicos, de acuerdo a los proyectos que desarrolla la institución en mención.

**Tabla VIII. Resumen total de estaciones o puntos determinados para conteos de tránsito**

	<b>RUTA</b>	<b>No. DE ESTACIONES</b>
1	CA-1 ORIENTE	12
2	CA-1 OCCIDENTE	8
3	CA-9 SUR	10
4	CA-2 ORIENTE	6
5	CA- 2 OCCIDENTE	19
6	CA-8 ORIENTE	3
7	CA-9 NORTE	15
8	CA-13 NORTE	12
9	CA-10 NORORIENTE	8
10	CA-11 NORORIENTE	3
11	CA-12 NORORIENTE	2
12	CA-14 NORORIENTE	5
13	RN Y RD	494
	<b>TOTAL</b>	<b>597</b>

Fuente: La información de estaciones o puntos de conteo de tránsito, corresponde al Boletín de tránsito vehicular 2009-2012, del Departamento de Ingeniería de Tránsito de la DGC, (P.12).

De acuerdo con la tabla anterior, el DIT tiene localizadas 597 estaciones distribuidas en diferentes rutas del país, las cuales se encuentran debidamente identificadas en función de la numeración asignada por dicha institución, para el efecto, se podrá observar el detalle del número y localización de cada estación en donde se realizan conteos de tránsito en anexo A-1.

## **2.4. ANÁLISIS SOCIAL RELACIONADO CON LA PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE EN GUATEMALA**

### **2.4.1. Análisis de la accidentalidad vial**

De acuerdo con el Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial 2009, de la Organización Mundial de la Salud, las lesiones por accidentes de tránsito son la segunda causa de muerte en los rangos de 15 a 29 años y de 30 a 44 años en América Latina, estas muertes representan un impacto en la



población, económicamente activa. Se estima que se pierde el 2% del producto interno bruto por accidentes de tránsito. Asimismo, dentro del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020, de la Asamblea General de Naciones Unidas informa que todas las personas que mueren, se lesionan o quedan discapacitadas por un choque, tienen una red de personas allegadas, como familiares y amigos, que resultan profundamente afectadas, siendo imposible asignar un valor cuantitativo a cada caso, al sumarlos todos se obtendría una cifra que reflejaría el costo social mundial de los choques y las lesiones causadas por el tránsito.

El Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) informan que, el Producto Interno Bruto –PIB- de Guatemala es de US\$.24,092 millones al año 2011, de lo cual se ha estimado que el 2% es utilizado para atender los percances viales en las carreteras, esto equivale, aproximadamente a US\$.481 millones. Otro dato importante, es la ejecución presupuestaria en los hospitales públicos, en donde se estima que el 60% de la ejecución, es destinado a la atención traumatológica, causada por los hechos de tránsito, según información del INE (2011). Aunado a ello, se ha informado que el parque automotriz hasta el año 2010, estaba compuesto por 2,159,356 unidades, de las cuales el 85.73% son de tipo liviano, lo cual aumenta las posibilidades de incrementar la accidentalidad de lo contrario no se corrige la problemática, reflejan los datos de la Oficina Nacional de Estadísticas de Tránsito del Departamento de Tránsito.

#### **2.4.2. Análisis del sistema de transporte terrestre**

El sistema de transporte de un país está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico, usualmente, afecta la manera en que el sistema socioeconómico crece y cambia y, a su vez, las variaciones que afectan a este, generando cambios en el sistema de transporte. El sistema global de

transporte, define que la sociedad utiliza el transporte como un servicio (necesidades), que se presta a través de la unión de los múltiples lugares donde se desarrollan las distintas actividades (beneficios).

En la medida en que la sociedad se ha tornado más compleja, se ha incrementado la necesidad de unir las distintas actividades que se llevan a cabo en lugares separados –orígenes y destinos- en busca de una utilidad y beneficio, mediante el transporte de personas y mercancías, sobre diversos medios de comunicación. “El transporte es útil en dos aspectos: utilidad de lugar y utilidad de tiempo; términos económicos que significan contar con los pasajeros o mercancías en un lugar específico en el momento oportuno. El éxito en satisfacer esta necesidad, ha sido y será uno de los principales contribuyentes en la elevación del nivel de vida de las sociedades de todos los países” (Gerber, Nicolas J. y Hoel, Lester A., 2005)(p.11).

En Guatemala, el sistema del transporte terrestre, ha tenido diversos problemas, desde la calidad del transporte, la infraestructura, los costos de operación, entre otros, sumándose los hechos de tránsito que se han registrado debido a diversos problemas del sistema vial. Como el transporte está relacionado, íntimamente con la infraestructura, ya que se vale de ésta para funcionar, es necesario que el Gobierno mantenga las condiciones necesarias, que permitan a los actores desempeñarse y atraer la inversión al sector. Por tanto, se deben tener las condiciones que impulsen a una mayor oferta, con el propósito de mejorar y fortalecer el sistema de transporte en el país.

Asimismo, en atención al sistema de transporte colectivo urbano, se ha impulsado e implementado el “Programa de Desarrollo Metropolitano de la Municipalidad de Guatemala”, presentado por el Gobierno de Guatemala, Municipalidad de Guatemala y el Programa de las Naciones Unidas para el

Desarrollo, 2005, en el cual, se ha indicado que el sector transporte muestra severas deficiencias que impactan negativamente a la Región Metropolitana de Guatemala, específicamente, y se traduce en degradación del medio ambiente, costos sociales, entre otros. En este sentido, la Municipalidad de Guatemala ha aperturado varios estudios, entre ellos el de Factibilidad de Transportación Urbana MUNIGUATE/JICA, para la operativización de elementos sustantivos, del cual nació el proyecto TRANSMETRO.

De igual forma debe atenderse la problemática a nivel nacional, en función de la circulación del transporte colectivo extraurbano, ya que este sistema carece de espacios definidos para estacionamiento, ascenso y descenso de pasajeros y de un mejor control de su circulación, lo cual ha provocado problemas en las áreas urbanas, así como accidentes en la red vial.

### **2.4.3. Análisis del ordenamiento vial**

Según informa la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN-, la planificación y articulación del territorio, depende de la presencia o ausencia de infraestructura vial, la distancia, el costo del traslado, niveles de congestión y los tiempos de recorrido. Aspectos que están en función de las características de los medios de transporte y el nivel de integración que exista para fines de movilidad social o comercial, por ejemplo, entre las zonas de producción agrícola con los espacios urbanos para el acopio; los centros de empleo con la ubicación de los centros poblados, entre otros.

“El ordenamiento vial conlleva el ordenar u organizar la vía pública, de acuerdo a los elementos que la integran, siendo estos, principalmente, el tránsito y el transporte, generalmente se plantean acciones a través de planes de

ordenamiento vial, para la creación de herramientas valiosas para dar solución a problemas generados en la vía pública, principalmente con el tránsito y el transporte” (Rivera, 2001)(p.3).

Guatemala, debe fortalecer la implementación de políticas o normas que obligue a las localidades municipales a realizar un ordenamiento vial como tal, es evidente que es necesario iniciar con un plan de ordenamiento territorial, el cual conlleve el ordenamiento vial del territorio. Todas las municipalidades del país o, por lo menos, las más importantes, deben desarrollar Planes de Ordenamiento Territorial municipal (POT), los cuales deberán ser legalmente vinculantes y establecer lineamientos claros para conciliar el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y equidad social en sus jurisdicciones. La planificación territorial debe también integrarse en otras escalas y dimensiones, tales como: planes regionales y planes de desarrollo municipal, en apoyo a ello la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN- ha venido desarrollando los planes de desarrollo territorial, conjuntamente con algunos municipios; sin embargo, aún hace falta crear planes operativos para llevar a cabo los planes de desarrollo y, por ende, el ordenamiento local, tanto del territorio como del tránsito.

#### **2.4.4. Problemática vial**

Los componentes involucrados directamente en los problemas viales, son básicamente, el congestionamiento del tránsito y la accidentalidad vial, habiéndose analizado que el factor que interviene directamente en estos componentes es el parque vehicular, lo que hace necesario conocer algunas condiciones que se han dado en relación al parque vehicular: de acuerdo a datos de la SAT, en el año 1994 la cantidad de vehículos registrados en Guatemala ascendió a 616,690 vehículos y para el año 2010 (año base), la

cantidad es de 2,064,035 vehículos (Superintendencia de Administración Tributaria, 2013). El alto incremento del parque vehicular en Guatemala se enfatiza más en el área metropolitana; generando este incremento más congestión, ocupación de calles, ruidos, emisiones de gases y contaminación.

Debido a que la SAT, es la única entidad que reporta datos en cuanto al parque vehicular de Guatemala. El Departamento de Tránsito de la DGPNC, a través de la SENT, ha trabajado en el desarrollo de la Proyección del Parque Vehicular de Guatemala hasta el año 2019, con la finalidad de contar con datos referenciales que permitan conocer el fenómeno del crecimiento vehicular, basándose en los registros de la -SAT-.

La problemática del desmedido crecimiento vehicular a nivel Nacional, en los últimos tres años, ha sido de 320,000 vehículos, equivalente a un 18% de crecimiento, con un incremento anual de aproximadamente, 100,000 vehículos, según datos de la SENT, la proporción de población por vehículo en el año 2010 fue de 6.7% lo cual equivale a mencionar que por cada 7 habitantes hay un vehículo. La proyección para el año 2019, establece que la proporción será de un 3.9% equivalente a que por cada 4 habitantes habrá un vehículo.

## **2.5. ANALOGÍA SOBRE EL SISTEMA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO, EN OTROS PAÍSES**

Con el objeto de conocer las acciones y criterios utilizados por actores de otros países, en cuanto al sistema de registro de información del tránsito, a continuación se describe la actuación que ha tenido específica Argentina y Colombia; ya que los mencionados, han tenido mayores logros, respecto de la utilización de dicho sistema de información.

### **2.5.1. República de Argentina**

De acuerdo con el informe publicado por la Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito (Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito, SAIT/2013) refiere que, “el índice de tránsito es un valor calculado, mensualmente, para medir la variación que se produce en los niveles de los volúmenes vehiculares que circulan por los principales corredores viales de la Ciudad de Buenos Aires, y en las autopistas de acceso a este conglomerado urbano. El Índice es publicado por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, a partir de datos obtenidos en puestos de decisión con registros permanentes y una proyección estadística histórica obtenida desde el año 2002.

Se indica que, los puestos de Medición están integrados por espiras magnéticas instaladas en el pavimento, a razón de una por carril y equipos electrónicos de detección que registran el paso de los vehículos, acumulando los datos por minuto para luego integrar dichos registros en períodos de quince minutos. Cabe aclarar que el volumen de tránsito registrado por las espiras no siempre coincide con el volumen total de la arteria, dado que, en algunos casos, los carriles de menor circulación no cuentan con espiras, lo cual no impide cuantificar la variación mensual del tránsito que es lo que interesa al estudio.

El mantenimiento de estas instalaciones es una tarea permanente, a fin de que los registros sean confiables, teniendo en cuenta que por el emplazamiento de las espiras, éstas sufren alteraciones y roturas, por lo que los valores son constantemente, validados mediante el contraste con otros equipos de referencia y en el caso de comprobarse inconsistencias, se opta por tomar datos de los registros de puestos de medición alternativos. Esto obligó a través del tiempo a ir incorporando, progresivamente, un numeroso conjunto de puestos en la Ciudad, y aquéllos que cumplieran con los requisitos descritos,

disponiéndose para el cálculo a enero de 2007, de sesenta y cinco (65) puestos de medición ubicados en ocho (8) corredores, estratégicamente, definidos.

Para la totalidad de los puestos habilitados, se procesa la información proveniente de las espiras, se grafican los perfiles volumétricos semanales, se revisan dichas curvas y se identifican las anomalías, suprimiendo datos que se consideran inaceptables y en los casos posibles se estiman dichos volúmenes. A partir de ello en enero de 2007, se han definido las curvas de la Semana Tipo (ST) para información de los interesados de la República de Argentina”.

Los entes involucrados, como fuentes de información y de registro son:

- Subsecretaria de Tránsito y Transporte del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.
- Dirección Nacional de Vialidad.
- Dirección de Vialidad de Santa Fe.
- Dirección de Vialidad de Buenos Aires.

Figura 8.

### Fotografías de la República de Argentina



Fuente: Página URL: <http://www.sait.org.ar/s/13/indice-de-tránsito>.

### **2.5.2. República de Colombia**

El Ministerio de Transporte de Colombia (MTC /2013), informa que “es el responsable de la fiscalización, control y funcionamiento del sistema de transporte, tránsito e infraestructura de la República de Colombia, para lo cual ha creado y puesto en marcha el RUNT -Registro Único Nacional de Tránsito-, este es un “sistema de registro nacional centralizado, en línea, que valida, registra y autoriza las transacciones relacionadas con los once (11) registros existentes en el país, acorde con la Ley 769 de 2002 y la Ley 1005 de 2006, que aporta al Estado, esta es la fuente de información necesaria para la adopción de políticas en materia de transporte y tránsito e igualmente para controlar y planificar esta actividad”.

Asimismo, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS /2013) de Colombia, es un ente adjunto al Ministerio de Transporte, el cual se “encarga del funcionamiento de la red vial en dicho país, para lo cual realiza actividades como la captura de información de datos en cuanto a volúmenes de tránsito se refiere en dicho país, poniendo a disposición y divulgación el resumen del porcentaje y tipo de vehículos que usan las vías nacionales, el volumen de tránsito vehicular en forma de TDPs, obtenido de las estaciones de conteo de todas las territoriales, durante el año. Concluyendo con el traslado de esta información al Ministerio de Transporte, para su divulgación, mediante el sistema de información –RUNT- y el sistema integral nacional de información de carreteras -SINC-, para conocimiento de la población de Colombia.

El Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC /2013), es un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales. En este sistema se



registra cada una de las carreteras existentes identificadas por su categoría y ubicación, asimismo, los puentes, poblaciones que sirven proyectos nuevos, tránsito promedio diario de cada una de las carreteras, volúmenes de tránsito de acuerdo a su categoría y demás información que determine la entidad administradora del sistema”.

Figura 9.

### Fotografías de la República de Colombia



Fuente: Página URL: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones.php?id=350>.

## **2.6. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y EL SISTEMA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN GUATEMALA**

### **2.6.1. Del tránsito vehicular**

Es evidente que en Guatemala, existen diversos problemas relacionados con el tránsito vehicular, derivado de factores tales como: la geometría de las vías de la red vial, la infraestructura, el sistema de transporte y el crecimiento del parque vehicular, generando así, otra serie de problemas o conflictos en la funcionalidad del sistema del tránsito, siendo los más pronunciados en la actualidad, el congestionamiento vehicular y la accidentalidad vial.

Asimismo, la administración del tránsito y la seguridad vial son importantes para promover el desarrollo vial en Guatemala, por ser componentes considerados dentro de la planificación, diseño, ejecución y control de proyectos encaminados al fortalecimiento u optimización del sistema del tránsito en el país. Existe por tanto, una correlación visible entre la eficiencia de la administración del tránsito y el desarrollo de una población. Sin embargo, hasta el año 2013, la administración del tránsito tiene deficiencias de control e intervención institucional, lo cual influye en la tendencia de crecimiento de los hechos trágicos ocurridos en el país. Prueba de ello la constituyen las estadísticas oficiales indicadas por el –INE-, que muestran que en un periodo de diez años (2001-2010) el número de accidentes alcanza (casi los 30,000) con diferentes saldos de muertes, lesiones y hasta responsabilidades civiles y penales.

Por lo anterior, se considera procedente iniciar una gestión integral en términos de planificación, gestión e interconexión institucional, de tal manera que se logre que los usuarios de la vía (peatones y conductores, usuarios de calles y carreteras), también participen, positivamente en el sistema, además de recibir

un mejor servicio respecto de las diferentes dimensiones del tránsito vehicular, tales como educación vial, señalización, registros y controles, seguridad vial, fluidez vehicular e información de calidad en relación con el tránsito. Además, ayudaría en gran manera contar con un plan sistemático apropiado de administración de tránsito, para el flujo seguro y continuo de la creciente circulación de personas y vehículos en las vías. “También es estos términos, se necesita una Política Pública de Administración de Tránsito y Seguridad Vial en el país, por parte del Ministerio de Gobernación a través del Departamento de Tránsito de la DGPNC, que defina el rol de los diferentes integrantes del Estado en un Plan de Ordenamiento, es pues, impostergable su creación” según describe la Política Nacional de Seguridad Vial (Ministerio de Gobernación de Guatemala,, 2011).

Las entidades responsables del diseño, construcción y mejoras de la infraestructura vial en Guatemala, no deben centrarse, exclusivamente, en los aspectos de la capacidad vial y del nivel de servicio; también deben integrar y analizar los impactos físicos y económicos sobre los escenarios existentes y que al modificar el sistema de accesibilidad se estimulan cambios en los usos del suelo que inciden y afectan la actividad de la zona de influencia de la vía. Ya que, se ha observado que en la mejora de una arteria existente o en la construcción de una nueva, siempre se aumenta la capacidad de acceso que será ineficaz de no evaluarse, cuidadosamente, los efectos sobre los desplazamientos en la zona o sector vial.

### **2.6.2. Del sistema de información registral del tránsito y sus volúmenes**

Se evidenció que en Guatemala, las únicas instituciones que cuentan con cierta información respecto del tránsito vehicular y sus volúmenes son, el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la DGC y la Municipalidad de

Guatemala, quienes eventualmente realizan conteos de tránsito en algunos puntos de su jurisdicción, con fines de estudios específicos. Asimismo, se verificó que en cuanto a registros del parque vehicular, la SAT dispone de información, únicamente, del parque vehicular registrado para su circulación con afectos tributarios, actualmente, el INE únicamente informa lo emitido por la SAT, en cuanto a cantidades de vehículos se refiere y lo relacionado a conteos o volúmenes de tránsito realizados en la red vial, esta institución recibe del DIT un informe anual al respecto, el cual no es publicado.

Es necesario mencionar, que la carga vehicular creciente en nuestro país, el incremento acelerado de accidentes de tránsito y la falta de crecimiento e inversión en la oferta vial –infraestructura-, son factores que preocupan al país, ya que los resultados son los problemas viales, tanto de congestionamiento, contaminación, desarrollo económico e incluso, pérdidas de vida, en este sentido el Estado al igual que la iniciativa privada debe acelerar los planes operativos para atender estos problemas.

De esta cuenta, deben llevarse a cabo reuniones de coordinación para la implementación del registro integrado de los flujos o volúmenes de tránsito, con el objetivo de contar con información veraz y de calidad para la toma de decisiones. Como estrategia nacional se deben implementar sistemas, como el Registro Único Nacional de Tránsito –RUNT- utilizado en Colombia, así como herramientas técnicas que permitan unificar la recopilación de datos vehiculares. Es necesario remarcar que el sistema de información, tanto de aforos como de volúmenes de tránsito en la red vial, debe ser sistematizado a nivel informático, e integrarse con los datos de: puestos permanentes, puestos móviles de clasificación y tipo de vehículos de las básculas de control de pesos y dimensiones permanentes.

El propósito de este diagnóstico, ha sido dar a conocer que, actualmente, no existe un modelo o sistema de información integrado, que cuente con características definidas para una adecuada base de datos a nivel nacional, en cuanto al tránsito y, específicamente, a sus volúmenes y flujos se refiere. Por ello, se consideró necesario describir algunos aspectos que son analizados e implementados en el actuar de otros países, en función de optimizar el sistema de tránsito e inclusive vial. Siendo oportuno indicar, que debe actuarse al respecto en Guatemala, ya que el incremento del parque vehicular, entre otros aspectos negativos dentro del sistema del tránsito y el sistema vial, impiden el desarrollo del país.

## **CAPÍTULO TRES**

---

### **3. DISEÑO DEL MODELO PARA EL SISTEMA DE REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y HOMOLOGACIÓN DE LA MUESTRA ESTRATIFICADA**

### **3.1. DISEÑO DEL MODELO PARA UN SISTEMA DE GENERACIÓN Y REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

En los capítulos anteriores, se describieron los conceptos, criterios relacionados en el ámbito del sistema de tránsito, así como la situación que se tiene en el país respecto de los actores que se involucran con dicho sistema, asimismo, se dio a conocer la situación de otros países y la forma en que se maneja el sistema de tránsito y el registro de información nacional. Lo anterior, con la finalidad de tener un amplio criterio en cuanto al planteamiento que se desarrolla en este capítulo, el cual involucra una serie de actividades que permiten crear el campo de acción de la presente investigación.

Inicialmente, se procedió a analizar los criterios y herramientas utilizadas en los conteos de tránsito, clasificación y registro de información, de las instituciones que si realizan esta actividad, para ello fue necesario efectuar una serie de entrevistas, para conocer dichos datos, lo que dio como resultado el planteamiento y diseño de la ficha unificada. Luego, se realizó la cuantificación basal para determinar la muestra estratificada, siendo el resultado de ésta la participación y levantamiento de datos en 8 municipios de la región VI del país (región que ocupa el segundo lugar en cuanto a mayor cantidad del parque vehicular). Así también, se diseñó el proceso del modelo para el sistema de registro, la homologación de la muestra efectuada y la propuesta del módulo de registro para la generación de una base de datos, con fines de integración de información, previo a su presentación y divulgación.

Instituciones que forman parte del proceso analizado y, por ende, del rol del presente estudio, en relación al sistema de registro de los volúmenes de tránsito vehicular.

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- Departamento de Tránsito de la Dirección General de la Policía Nacional Civil (DT-DGPNC).
- Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Dirección General de Caminos (DIT-DGC).
- Municipalidades de la República de Guatemala.

### **3.1.1 Criterios importantes de instrumentos, para la captura y generación de datos**

A través de una ficha de campo, se obtendrá información de cualquier índole técnico, donde se consideren escenarios que se pretendan estudiar o analizar, para este caso, se han contemplado algunos factores que permitirán la eficiencia de la recopilación de datos, concluyendo con un modelo de ficha técnica única. A continuación se describen esos factores.

- Los volúmenes de tránsito siempre deben ser dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período establecido por los conteos, por lo tanto, debido a sus variaciones, generalmente, son rítmicos y repetitivos, debiéndose tener conocimiento de sus características, para así programarlos, relacionarlos en un tiempo y lugar de acuerdo a su distribución, dirección y composición, siendo estos datos importantes para las actuaciones dedicadas al control del tránsito, trazos y planificación del transporte, planificación y diseño de la infraestructura vial.



- Para asegurar un buen resultado en cuanto a los datos que se obtienen, es importante contar desde el principio con una matriz que permita consolidar la información de campo, que sea eficiente y no obsoleta, partiendo que el fin es contar con el tránsito vehicular (o personas, según su caso), además, que permita que los datos obtenidos del estudio sean utilizados para efectos estadísticos de interés.
- Existen diversas formas para obtener los recuentos de volúmenes de tránsito y, generalmente, mediante el uso de aparatos de medición de diversa índole, ya sea a través de conteos manuales o mecánicos, teniendo claro que la recopilación de datos debe ser: en lugares específicos o estaciones, clasificar la tipología de tránsito en este caso, los movimientos, carriles en estudio, por lo que, en el área de estudio se hacen necesarias muchas veces, la implementación de varios contadores, ya sean manuales o mecánicos, según el destino de la información de los volúmenes de tránsito.
- Para determinar las estaciones o ubicaciones de los conteos de tránsito, debe seleccionarse de tal manera que tenga la certeza de movimiento vehicular en el lugar, y que, sea un espacio físico de interés para cualquier estudio de tránsito, que sean estos ingresos o egresos de lugares poblados, puntos críticos importante de una ruta o carretera, con una báscula de pesos y dimensiones, en cruceros en donde se pretenda semaforizar, entre otros puntos de interés, no determinarse estas ubicaciones la información será nula u obsoleta, ya que no representará un dato de mayor importancia.

### 3.1.1.1. Analogía de la tipología de instrumentos

Es necesario que se analicen otros modelos que existen en el medio, específicamente en cuanto a la captura y generación de información del tránsito, para ello se presentan a continuación, ejemplos considerados y propuestos por diversas fuentes de información, con el propósito de conocer la generalidad en cuanto a los datos que plasman estos modelos para fines de obtención de información en campo.

i. Manual de estudios de ingeniería de tránsito, México.

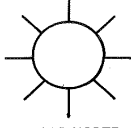
Figura 10.

Hoja de campo para clasificación de vehículos

FECHA \_\_\_\_\_ LUGAR \_\_\_\_\_ DIRECCION \_\_\_\_\_  
 HORA \_\_\_\_\_ COND. ATMOSFERICAS \_\_\_\_\_  
 EDO. DEL PAVIMENTO \_\_\_\_\_ DISTANCIA BASE ELEGIDA \_\_\_\_\_  
 OBSERVADOR \_\_\_\_\_

NOTA:  
 Los automóviles con remolque se anotarán en la columna de automóviles.

INDICAR NORTE



DESDE		RUMBO A	
		AL	
	OAE		
C	4LL		
U	6LL		
	3E		
S	3E		
R	4E		
	5E		
C	4E		
R	5E		
AE	O	BUS	AE O AE O

RUMBO A		AL	
OAE			
C	4LL		
U	6LL		
	3E		
S	3E		
R	4E		
	5E		
C	4E		
R	5E		
BUS	AE O		

DESDE		RUMBO A	
		AL	
	OAE		
C	4LL		
U	6LL		
	3E		
S	3E		
R	4E		
	5E		
C	4E		
R	5E		
AE	O	BUS	AE O AE O

RUMBO A		AL	
OAE			
C	4LL		
U	6LL		
	3E		
S	3E		
R	4E		
	5E		
C	4E		
R	5E		
BUS	AE O		

OBSERVACIONES:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

CU Camión unitario  
 SR Tractor con semi-remolque  
 CR Camión con remolque  
 AL Automóvil local  
 AF Automóvil foráneo  
 4LL 4 llantas  
 6LL 6 llantas  
 3E 3 Ejes  
 AE Autobús escolar  
 O Otro autobús

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Box, P. y Oppenlander, J./ 2000. (P. 37).

Figura 11.

**Aforos continuos, resumen semanal**

No. de Est. \_\_\_\_\_ Ruta \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Día de la semana \_\_\_\_\_

Horario de Inicio	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sub- total	Sábado	Domingo	Total por semana
A.M.									
00.00									
01.00									
02.00									
03.00									
04.00									
05.00									
06.00									
07.00									
08.00									
09.00									
10.00									
11.00									
12.00									
P.M.									
13.00									
14.00									
15.00									
16.00									
17.00									
18.00									
19.00									
20.00									
21.00									
22.00									
23.00									
TOTAL									

Vol. Prom. diario de una semana \_\_\_\_\_ Vol. Promedio diario \_\_\_\_\_

% Prom. semanal						100				100
% Prom. diario semanal						X				X

Condiciones Atmosféricas \* \_\_\_\_\_  
 \* D = despejado \_\_\_\_\_ LL = lluvia \_\_\_\_\_ N = nieve \_\_\_\_\_ H = hielo \_\_\_\_\_  
 Observaciones \_\_\_\_\_  
 Recopilado por \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Box, P. y Oppenlander, J./ 2000. (P. 30).

Como se puede observar, los datos indicados recomiendan plasmar en las fichas, no sólo los datos en cuanto a la cantidad vehicular, su clasificación, dirección vehicular sino, también, se agrega a ésta el movimiento que se presenta de acuerdo a su orientación o dirección, asimismo, que eventualmente, debe efectuarse un resumen de los volúmenes de tránsito, con el propósito de cumplir lo indicado en ingeniería de tránsito, en cuanto a realizar estudios de tránsito mediante conteos, en espacios no menores a siete días.

ii. Departamento de ingeniería de tránsito de la DGC, Guatemala.

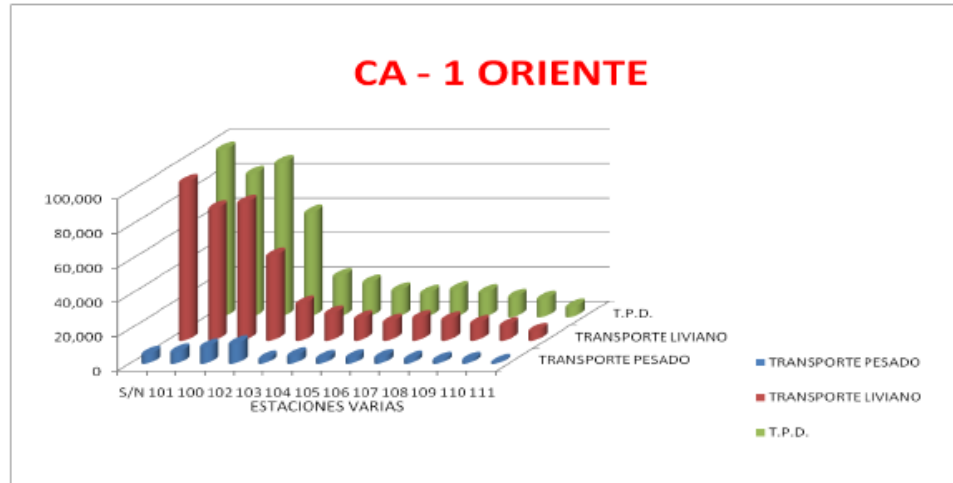
**Figura 12. Ficha de campo para conteos de tránsito, en estaciones establecidas**

ESTACIÓN No.: _____ UBICACIÓN DEL AFORO: _____ RUTA Y KM.: _____		<b>TRAMO - INDICAR -</b>										FECHA: <table border="1" style="display: inline-table; width: 60px; height: 15px;"><tr><td style="width: 20px;">Día</td><td style="width: 20px;">Mes</td><td style="width: 20px;">Año</td></tr></table>			Día	Mes	Año				
Día	Mes	Año																			
												TIPO DE AFORO: _____									
												SENTIDO: _____									
HORARIO																				TOTAL DE VEHICULOS POR HORA	
24 HORAS																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
TOTAL VEHÍCULOS POR TIPO																					
TRÁNSITO LIVIANO =			PORCEN TAJES	OBSERVACIONES:																	
TRÁNSITO PESADO =																					
<b>TOTAL =</b>																					
RESPONSABLE DEL CONTEO: _____																					
COORDINADOR: _____																					

Fuente: Departamento de Ingeniería de tránsito, Dirección General de Caminos.

Figura 13.

**Gráfica estadística e informe anual de la Dirección General de Caminos, respecto de conteos de tránsito**



ESTACION	KM.	TRAMO	T.P.D.	# V.L.	% V.L.	# V.P.	% V.P.
S/N	9	VISTA HERMOSA-MIRADOR (cafesa)	96,856	91,529	94.500	5,327	5.500
101	14	GUATEMALA - PUERTA PARADA	82,790	76,191	92.029	6,599	7.971
100	17	PUERTA PARADA - ENTRADA SAN JOSE PINULA	89,132	79,581	89.284	9,551	10.716
102	29	ENT. SAN JOSE PINULA - ENTRADA SANTA ELENA BARILLAS	60,207	48,833	81.109	11,374	18.891
103	51	ENTRADA SANTA ELENA BARILLAS- BARBERENA	23,472	20,969	89.336	2,503	10.664
104	64	BARBERENA - CUILAPA	19,571	15,203	77.681	4,368	22.319
105	71	CUILAPA - EL MOLINO	15,180	12,329	75.775	2,851	20.753
106	80	EL MOLINO - EL AMATON	13,738	10,410	78.597	3,328	20.981
107	119	EL AMATÓN - JUTIAPA	15,862	12,467	82.810	3,395	24.056
108	127	JUTIAPA - EL PROGRESO JUTIAPA	14,113	11,687	84.104	2,426	21.085
109	145	EL PROGRESO JUTIAPA - ASUNCION MITA	11,506	9,677	82.385	1,829	17.702
110	157	ASUNCION MITA - SAN CRISTOBAL (FRONTERA SALVADOR)	10,332	8,512	82.385	1,820	17.615
111	167	FRONTERA SAN CRISTOBAL (GUATEMALA-EL SALVADOR)	5,752	5,187	90.177	565	9.823

Fuente: Departamento de Ingeniería de Tránsito, Dirección General de Caminos.

Este modelo establece la clasificación vehicular como un factor determinante en la generación de información, de acuerdo con las estaciones establecidas en puntos importantes de la red vial, ya que los datos en cuanto a conteos y volúmenes de tránsito, permiten determinar los ESALES y las cargas transmitidas, considerándose esta información para efectos de diseño de pavimentos, entre otros proyectos.

iii. Municipalidad de Guatemala, Guatemala.

**Figura 14. Ficha estudio volumétrico de tránsito, Municipalidad de Guatemala**

<b>ESTUDIO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO</b>							
CARRETERA, RUTA, CALLE O AVENIDA: _____				FECHA : _____			
GEOPOSICIONAMIENTO: _____							
HORARIO	SENTIDO:						VOLUMEN HORARIO (suma del 1 al 6)
	TIPO DE VEHICULO						
	1. Automoviles, paneles, Jeeps y pick ups	2. Camiones Livianos	3. Camiones especiales	4. Microbuses	5. Buses	6. Motos	
00:00 - 1:00							
1:00 - 2:00							
2:00 - 3:00							
3:00 - 4:00							
4:00 - 5:00							
5:00 - 6:00							
6:00 - 7:00							
7:00 - 8:00							
8:00 - 9:00							
9:00 - 10:00							
10:00 - 11:00							
11:00 - 12:00							
12:00 - 13:00							
13:00 - 14:00							
14:00 - 15:00							
15:00 - 16:00							
16:00 - 17:00							
17:00 - 18:00							
18:00 - 19:00							
19:00 - 20:00							
20:00 - 21:00							
21:00 - 22:00							
22:00 - 23:00							
23:00 - 24:00							

**T.D.** (tránsito diario): es la sumatoria de las 24 horas, en ambos sentidos. [ ]

**T.P.D.** (tránsito promedio diario): es el T.D. dividido entre el número de horas inventariadas en el día. [ ]

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

El uso de esta ficha obtiene datos de los volúmenes de tránsito en algunos puntos de interés, específicamente, del área urbana del municipio de

Guatemala. Generalmente, es utilizada para el análisis de proyectos viales, señalización y semaforización, en puntos críticos de la ciudad.

### **3.1.2. Propuesta de Ficha técnica única de información de campo -FTUIC-**

En la presente propuesta, se tomó en cuenta los criterios técnicos de ingeniería de tránsito, además de la analogía realizada, concluyendo en la elaboración del modelo de la Ficha técnica única de información de campo -FTUIC-, la cual ha sido probada en 8 municipios de la Región VI de Guatemala, de acuerdo con la muestra estratificada, establecida, obteniendo para el efecto los datos necesarios en cuanto a los fines que persigue el modelo: a) volúmenes de tránsito, mediante los conteos; b) clasificación vehicular; y, C) conocer los movimientos en los puntos principales del área en estudio.

La necesidad de la ficha técnica es demandada, principalmente, en áreas locales (municipios), en donde no existe una generación de información periódica. Son muy pocas las localidades ediles que realizan estas actividades técnicas e importantes, por lo que la necesidad se manifiesta más en este sector, con efectos de generar proyectos de carácter vial y relacionados con la regulación del tránsito y el transporte, sin embargo, también se debe fortalecer la información que se genera en la red vial principal, mediante la DGC, recomendando la utilización del modelo propuesto.

Figura 15.

**Modelo -Ficha técnica única de información de campo  
- FTUIC-**

CONTEOS DE TRÁNSITO VEHICULAR, CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO Y HORARIO													
Fecha: _____ Institución que levanto los datos: _____											FICHA TÉCNICA ÚNICA DE INFORMACIÓN DE CAMPO serie: FTUIC_(año)____		
											Hoja: _____ de: _____		
Municipio: _____				Departamento: _____				O Ruta: _____					
<b>DATOS DE LA ESTACIÓN</b>							<b>MAPEO DE LA UBICACIÓN Y MOVIMIENTO VEHICULAR</b>						
Ubicación: _____													
Geoposicionamiento: _____													
Cantidad de Vías _____		Sentido de Vía: _____											
<b>HORARIOS / PERIODOS</b>													
TIPO DE VEHICULO	6:00-7:00	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	TOTAL V.T.
<b>AUTOS (INCLUYE PICK-UPS)</b> 													
TOTAL:													
<b>MOTOS</b> 													
TOTAL:													
<b>BUSES</b> 													
TOTAL:													
<b>MICROBUSES</b> 													
TOTAL:													
<b>TRANSPORTE PESADO (DEL C-2 AL C-4)</b> 													
TOTAL:													
<b>TRANSPORTE PESADO (DEL T2-S1 AL T2-S3)</b> 													
TOTAL:													
<b>TRANSPORTE PESADO (DEL T3-S1 AL T3-S4)</b> 													
TOTAL:													
<b>TRANSPORTE PESADO (EL T3-S1-R2 Y EL T3-S2-R2)</b> 													
TOTAL:													
<b>ESPECIALES</b> 													
TOTAL:													
			<b>TOTAL</b>		<b>%</b>								
TPHD (Total promedio hora diaria)							Condiciones del tiempo y observaciones: _____ Nombre de quién levanto los datos: _____						
TPDS (Total promedio diario semanal)													
TPDM (Total promedio diario mensual)													
TPDA (Total promedio diario anual)													
V.T.: Volumén de Tránsito													

Fuente: Elaboración propia, propuesta modelo –Ficha Técnica única de información de campo-



Como cualquier ficha utilizada para realizar conteos de tránsito, este modelo propuesto requiere, además, la inclusión de datos de geoposicionamiento, croquis del movimiento vehicular, flujos de tránsito y elementos viales que pueden incidir en la captura de información, tales como la situación de los cruces, existencia de elementos como semáforos, señalización u otras.

En la figura 16, se observa la validación realizada con las autoridades municipales de la Región VI de Guatemala y que participaron en el desarrollo del presente trabajo, donde se evidenció bastante interés en los resultados que se logren obtener, para la futura ejecución de proyectos urbanos en sus poblaciones.

**Figura 16. Validación de ficha técnica única de información de campo, en las municipalidades de la Región VI de Guatemala**

ACTIVIDAD: CONTEO DE TRÁNSITO VEHICULAR EN MUNICIPIOS DE LA REGIÓN VI / SUR OCCIDENTAL

ANÁLISIS PROYECTIVO		INFORMACIÓN VIAL KARINA LIZETH SUAREZ BARBA	
FECHA	MUNICIPIO/DEPARTAMENTO	NOVARE	SELLO Y FIRMA
12/08/13	Actuvalo, Solola	Pauwul Fedeves Truj Guinchay	
13/08/13	San Cristóbal Totó/ Totonicapán	Javier Emman Lajpob Abaac	
14/08/13	Sabajó Quezaltenango	William Rafael Fandos Valdez	
17/08/13	San Andrés Sajcabá	Emmanuel Acosta	
16/08/13	San Antonio Jac. A.M.	Jocuma Uzgo	
19/8/13	San Felipe Jac. A.M.	Emma Rios	
20/8/13	Cajamung, Sacab.	Edwin Rodrigz	
21/8/13	San Andrés V.S. Jac. A.M.	Olivero H. Magaña por Flores	

Fuente: Elaboración propia, propuesta modelo –validación y constancia de visitas-

### **3.1.3. Establecimiento de la periodicidad y estaciones de conteos**

Hudiel, S. (2009) indica que, la periodicidad en cuanto a los conteos de tránsito debe ser bajo una estructura o composición cíclica o sea, con operaciones que ejecuten un número repetido de veces en un tiempo y espacio, es decir en una composición DESDE: que indique la variable que se utilizará y el valor que se tendrá cuando el número se ejecute por primera vez HASTA: cuando debe hacer la relación a la misma variable indicada; la determinante desde, indicará por ende una sentencia lógica, que al momento de cumplirse se detendrá la ejecución de la periodicidad DESDE-HASTA.

En el tema estadístico, el INE describe que, la periodicidad o frecuencia en cuanto a información de carácter nacional, de acuerdo a su reglamento establece que, deben actualizar datos en periodos anuales o menores en función del carácter de frecuencia que demande el tipo de información.

La periodicidad en un determinado estudio es importante para conocer la situación en cuanto a un momento definido y en un espacio físico geográfico, es por ello, que se recomienda que los datos propiamente relacionados a conteos de tránsito sean generados en campo en espacios no menores a seis meses ni mayores a doce. En este sentido, se debe establecer en el sistema que la periodicidad para captura y generación de datos, mediante la ficha técnica única de información de campo sea en espacios de 6 y 12 meses, durante periodos de 5 a 7 días continuos y en horarios de 6:00 a 18:00 horas, con el fin de disponer de información actualizada, propia para ser utilizada por entes interesados o profesionales que requieran de los volúmenes de tránsito, de forma permanente.

### 3.1.3.1. Estaciones para conteos de tránsito

De acuerdo con el DIT de la DGC, las estaciones de conteos de tránsito se dividen según las siguientes características:

- i. **Estación permanente:** es la que trabaja continuamente las 24 horas del día durante 7 días consecutivos, constatando así la fluidez de vehículos, tanto diurnos como nocturnos, considerándose que la colocación de las estaciones sea en puntos estratégicos, tales como: en las principales salidas o entradas de una localidad, sea esta la capital o algún municipio, en puntos fronterizos de los departamentos o en puntos de convergencia vial importantes en las rutas principales.
- ii. **Estación tipo A:** en este tipo de estación se llevan a cabo los conteos durante 7 días consecutivos, en doce horas continuas, generalmente, en horarios de 6:00 a 18:00 horas, esta estación también proporciona datos que ayudan a la elaboración de estudios y documentos respecto del tránsito, con la especialidad en esta estación que brindará la información para obtener el TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual).
- iii. **Estación tipo B:** en esta estación se realizan conteos durante cuatro días consecutivos en un periodo de 12 horas, trabajando días hábiles, en horarios de 6:00 a 18:00 horas, obteniendo de esta forma una muestra del comportamiento vehicular del Tránsito Promedio Diario Semanal y el Mensual –TPDS- y el –TPDM-.

- iv. **Estación sumaria:** esta estación tiene la característica de realizar conteos durante un día hábil, 12 horas continuas de 6:00 a 18:00 horas, bajo el esquema de Tránsito Promedio Hora Diaria -TPHD-, específicamente en puntos de ingreso y salidas de áreas densamente pobladas y en carreteras pavimentadas y no pavimentadas.

Para efectos del presente trabajo, se ha evaluado y contemplado la utilización de la estación sumaria, ya que ésta cumple con el propósito de captura y generación de datos de campo, en cuanto a horarios de conteos y obtención de volúmenes de tránsito.

#### **3.1.4. Integración y registro de información nacional sobre los volúmenes de tránsito**

Es necesario establecer en el modelo, que para el logro de sus fines debe contarse con una institución responsable de la integración de información de campo, mediante el control de datos de los conteos de tránsito generados en los municipios y rutas, con el objetivo de presentarse semestral y anualmente la información consolidada al INE.

Para el efecto, se ha analizado la Ley de Tránsito (Decreto Número 132-96, 1996) en donde faculta al Departamento de Tránsito de la DGPNC-, para ser el ente rector del control del tránsito y la seguridad vial en Guatemala. Siendo importante que dicha institución, sea quien administre la base de datos de un módulo sistemático de integración nacional de información de volúmenes de tránsito. En este sentido, dentro del presente modelo se propone un módulo informático que permita realizar el registro local de la información de campo, así como la integración de datos, específicamente de los volúmenes de tránsito.

#### **3.1.4.1. Propuesta de módulo informático, para la base de datos de un sistema integrado nacional de información**

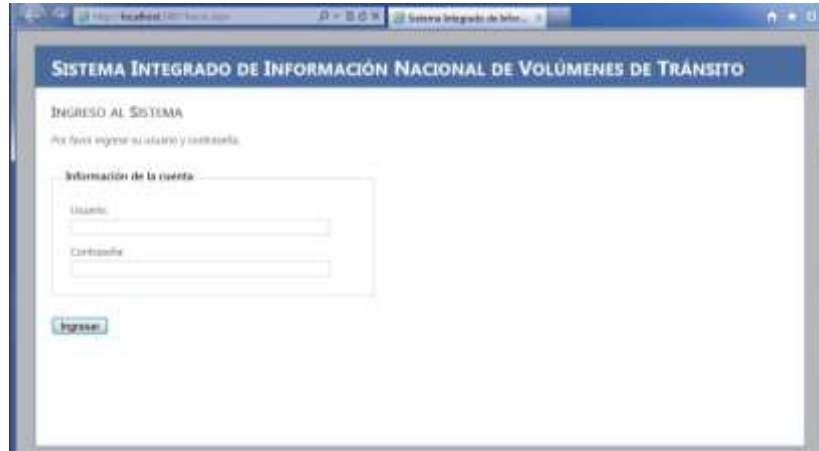
En función de la necesidad que existe en Guatemala, de contar con un sistema de registro de volúmenes de tránsito vehicular, y en respuesta a ello, el presente trabajo de investigación tiene por objetivo, disponer de un modelo técnico metodológico que sistematice la generación y registro de dicha información, para lo cual, es importante enfatizar que debe involucrarse a las instituciones a cargo del sistema de tránsito, así como del sistema nacional de información.

El Departamento de Tránsito de la DGPNC tiene interés de participar en el sistema de registro de volúmenes de tránsito, a través de la administración de la base de datos del sistema informático que se establezca, con fines de integración de información a nivel nacional.

Para el efecto, se propone mediante la plantilla que se muestra en la Figura 17, el módulo informático para el ingreso de la información obtenida en campo al sistema de integración de información nacional de volúmenes de tránsito. A esta base de datos tendrán acceso los responsables del ingreso de los valores obtenidos en campo, los administradores (responsables del control de la actualización de información) y el ente responsable de la manipulación y divulgación de información nacional.

**Figura 17. Plantilla de módulo informático del sistema integrado de información nacional de volúmenes de tránsito**

- I. Ingreso al sistema informático de registro (en plataforma que sea establecida)



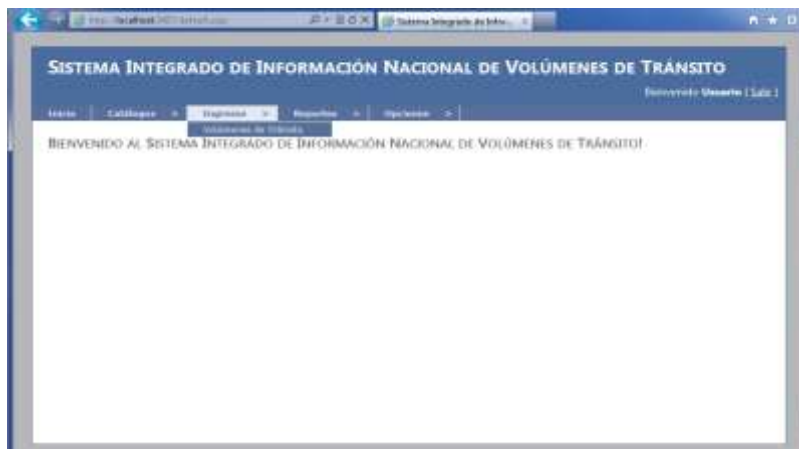
Se deberá asignar al usuario responsable en cada ente que participe, USUARIO y CONTRASEÑA para su ingreso al sistema.

- II. Ícono de información, CATÁLOGOS



En este ícono se deberá seleccionar qué tipo de usuario es, institución específica (municipalidad u otra), así como a qué departamento y municipio corresponde.

### III. Ícono de información, INGRESOS (volúmenes de tránsito)



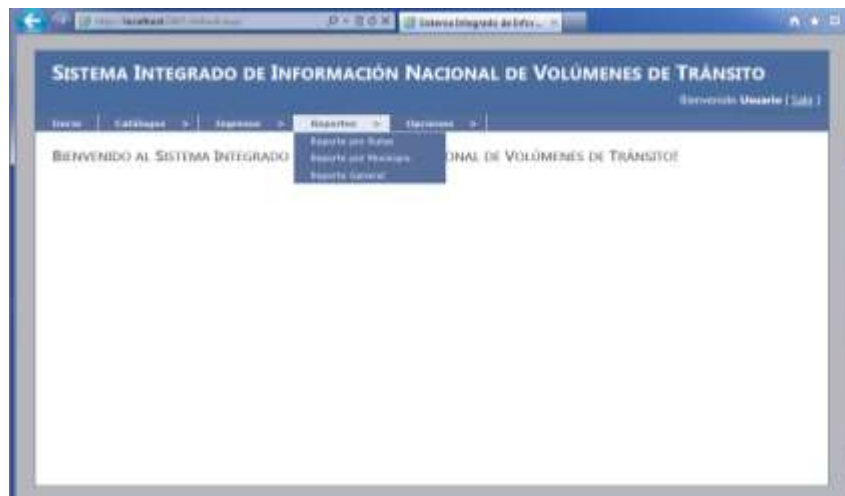
El ícono de INGRESOS; VOLUMENES DE TRÁNSITO estará habilitado, únicamente para los usuarios responsables de ingresar, específicamente, la información generada en campo.

### IV. INGRESOS, volúmenes de tránsito.

En el despliegue del ícono INGRESOS, VOLUMENES DE TRÁNSITO, el usuario deberá registrar los datos generados en campo, describiendo para el efecto: información del lugar, descripción si es ruta o municipio, a qué estación corresponde la información, ubicación de geoposicionamiento, el periodo y

horarios en que se obtuvieron los datos, los volúmenes de tránsito generados en la operación del TPHA, TPD Y TPDA y por último, el nombre de quién hace el registro de la información.

V. Ícono de información, REPORTEES.



Fuente: Sección de Informática, Departamento de Tránsito de la DGPNC

En el ícono de REPORTEES, se podrán obtener informes detallados por lugar, de acuerdo a las rutas o municipios registrados, así como un reporte general de los datos almacenados en el sistema. Éste ícono será la herramienta específica de interés, tanto para el administrador como para el responsable del sistema nacional de información, ya que en ésta podrán obtener los datos de interés para su divulgación.



**Tabla IX. Descripción de proceso, para la generación, integración y registro de información de los volúmenes de tránsito**

No.	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	TIEMPO	RESPONSABLE	DOCUMENTOS
1	INICIO	Inicio del procedimiento			
2	DESCRIPCIÓN DE ESTACIONES Y SU NOMENCLATURA	Establecimiento de estaciones y su nomenclatura, para la realización de conteos de tránsito.	2 días	La DGC y Municipalidades	
3	REALIZACIÓN DE CONTEOS DE TRÁNSITO	Realización de conteos de tránsito en las estaciones y periodos establecidos (a cada 6 meses)	20 días	La DGC y Municipalidades	Ficha técnica única de información de campo -FTUIC-
4	CUANTIFICACIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO	Cuantificación de datos generados en campo, realizar operaciones para obtener VOLÚMENES DE TRÁNSITO así como TPHD, TPD o TPDA	3 días	La DGC y Municipalidades	
5	REGISTRO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO	Realización de registro de datos de los volúmenes de tránsito mediante TPHD, TPD y TPDA, generados en municipios y rutas (actualización)	1 semana	La DGC y Municipalidades	Módulo informático
6	ADMINISTRACIÓN DE MÓDULO INFORMÁTICO, DATOS REGISTRADOS EN EL SINIVT	Administración del módulo informático, datos registrados para la integración de información de volúmenes de tránsito (controlar el registro de información)	1 semana	Departamento de Tránsito de la DGPNC	Sistema integrado nacional de información de volúmenes de tránsito
7	DIVULGACIÓN DE INFORMACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO	Generación de informes semestrales, de los volúmenes de tránsito registrados, a efecto de proceder a su divulgación	2 días	El INE	Informes semestrales (actualizados)
8	UTILIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO	SI: entes interesadas o profesionales, utilizan la información actualizada de los volúmenes de tránsito, mediante la divulgación de información del INE. NO: al no existir un sistema de información actualizado, se genera incertidumbre debido a la falta de datos.	Diario	Instituciones y profesionales responsables de la planificación y ejecución de proyectos viales	
9	FIN	Fin del procedimiento			

Fuente: Elaboración propia, proceso para la generación y registro de información.

### **3.2. HOMOLOGACIÓN DE LA PROPUESTA, MEDIANTE UNA MUESTRA ESTRATIFICADA ALEATORIA BIETÁPICA**

Para llevar a cabo la homologación de la presente propuesta, de acuerdo a la captura y generación de información, primero se analizaron las localidades que forman parte del presente estudio, las cuales están en función de la región con el parque vehicular más alto, luego se realizó la operación de los datos obtenidos en campo y finalmente, se procedió a efectuar la validación de la muestra, mediante el Método estadístico de estratificación aleatoria bietápica, el cual permitió una inferencia o parámetro en cuanto al margen de validez de la muestra, para los efectos, se consideraron los siguientes factores.

La diversidad de criterios estadísticos en cuanto a la susceptibilidad representativa de datos, es amplia y variada, y la elección concreta que se haga depende, entre otras cosas, la información que se disponga y de las características del procedimiento estadístico que se seleccione para su utilidad de análisis de datos.

Cuando se calcula la muestra, siempre se debe estimar el parámetro de error de ésta, lo cual también dependerá del tipo de diseño que se establezca para la selección de los elementos, en este caso de las localidades o municipios que integran a la muestra. Según informe de ayuda de Muestreo del SERGAS.ES (2012) describe que, por lo general a tamaños de muestras iguales, el error es mayor. Sin embargo, las fórmulas que permiten obtener el tamaño de muestra en función de la precisión, siempre asumen que se va a realizar bajo un muestreo simple aleatorio (MSA), lo que conduce a tamaños de muestra más pequeños que los que realmente serían necesarios, para garantizar el grado de precisión exigido en el diseño del modelo.

### **3.2.1. Generación de datos en campo**

Como parte de la validación de la muestra, a continuación se dan a conocer los datos obtenidos en campo, correspondiente a 8 municipios de la Región VI Sur occidente de la República, considerados como elementos numéricos del universo. Posteriormente, se describirá numéricamente el cálculo realizado a fin de obtener la homologación de la muestra. Siendo los municipios establecidos los siguientes.

- Nahualá, Sololá.
- San Cristobal Totonicapan, Totonicapán.
- Salcajá, Quetzaltenango.
- Almolonga, Quetzaltenango.
- San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.
- San Felipe Retalhuleu, Retalhuleu.
- San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.
- Cuyotenango, Suchitepéquez.

Tabla X. Tránsito promedio hora diario –TPHD-, en función de los volúmenes de tránsito de 8 municipios de la Región VI de Guatemala

VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: NAHUALA, SOLOLÁ					
Ubicación Estación A: (ingreso), Calle principal Barrio Xelashon zona 4 (S-N)			Fecha de conteos: 12 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	432	44	16	20	33
Ubicación Estación A: (egreso), Calle principal Barrio Xelashon zona 4 (N-S)			Fecha de conteos: 12 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	184	40	8	9	12
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>616</b>	<b>84</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>45</b>
%	77.19	10.53	3.01	3.63	5.64
<b>V.T.</b>	<b>798</b>				

VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: NAHUALA, SOLOLÁ					
Ubicación Estación B: (ingreso), Calle de la Gasolinera zona 2 (O-E)			Fecha de conteos: 12 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	464	44	12	40	44
Ubicación Estación B: (egreso), Calle de la Gasolinera zona 2 (E-O)			Fecha de conteos: 12 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	384	52	8	32	36
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>848</b>	<b>96</b>	<b>20</b>	<b>72</b>	<b>80</b>
%	75.99	8.60	1.79	6.45	7.17
<b>V.T.</b>	<b>1116</b>				

<b>TPHD</b>	<b>899</b>
-------------	------------

VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN ANDRÉS VILLASECA, RETALHULEU					
Ubicación Estación A: (ingreso), Calle principal y 6a. Avenida zona 1, hacia Cuyotenango (S-N)			Fecha de conteos: 21 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	275	66	11	33	22
Ubicación Estación A: (egreso), Calle principal y 6a. Avenida zona 1, hacia San Martín Zapotitlan (N-S)			Fecha de conteos: 21 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	264	99	6	44	33
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>539</b>	<b>165</b>	<b>17</b>	<b>77</b>	<b>55</b>
%	63.19	19.34	1.99	9.03	6.45
<b>V.T.</b>	<b>853</b>				

<b>TPHD</b>	<b>78</b>
-------------	-----------

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN</b>					
Ubicación Estación A: (ingreso), 2a. Calle y 2a. Avenida, Barrio san Sebastian zona 2 (S-N)			Fecha de conteos: 13 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	580	80	8	132	60
Ubicación Estación A: (egreso), 2a. Calle y 2a. Avenida, Barrio san Sebastian zona 2 (N-S)			Fecha de conteos: 13 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	224	32	4	88	24
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>804</b>	<b>112</b>	<b>12</b>	<b>220</b>	<b>84</b>
%	65.26	9.09	0.97	17.86	6.82
<b>V.T.</b>	<b>1232</b>				

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN</b>					
Ubicación Estación B: (ingreso), 1a. Calle Barrio San Andres Xecul (E-O)			Fecha de conteos: 13 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	618	90	66	24	6
Ubicación Estación B: (egreso), 1a. Calle Barrio San Andres Xecul (O-E)			Fecha de conteos: 13 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	582	126	78	30	3
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>1200</b>	<b>216</b>	<b>144</b>	<b>54</b>	<b>9</b>
%	73.94	13.31	8.87	3.33	0.55
<b>V.T.</b>	<b>1623</b>				

<b>TPHD</b>	<b>1380</b>
-------------	-------------

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SALCAJÁ, QUETZALTENANGO</b>					
Ubicación Estación A: (ingreso), 2a. Avenida Y 4a. Calle (N-S)			Fecha de conteos: 14 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	2110	385	308	192	172
Ubicación Estación A: (egreso), 2a. Avenida Y 4a. Calle (S-N)			Fecha de conteos: 14 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	2282	325	353	198	210
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>4392</b>	<b>710</b>	<b>661</b>	<b>390</b>	<b>382</b>
%	67.21	10.86	10.11	5.97	5.85
<b>V.T.</b>	<b>6535</b>				

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SALCAJÁ, QUETZALTENANGO</b>					
Ubicación Estación B: (ingreso), 3a. Avenida y 6a. Calle (N-S)			Fecha de conteos: 14 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	1263	437	168	35	98
Ubicación Estación B: (egreso), 3a. Avenida y 6a. Calle (S-N)			Fecha de conteos: 14 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	1200	367	206	28	101
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>2463</b>	<b>804</b>	<b>374</b>	<b>63</b>	<b>199</b>
%	63.11	20.60	9.58	1.61	5.10
<b>V.T.</b>	<b>3903</b>				

<b>TPHD</b>	<b>6890</b>
-------------	-------------

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS</b>					
Ubicación Estación A: (ingreso), 1a. Calle zona 1 (E-O)			Fecha de conteos: 15 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	114	36	0	18	0
Ubicación Estación A: (egreso), 1a. Calle zona 1 (O-E)			Fecha de conteos: 15 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	48	30	0	12	0
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>162</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>
%	62.79	25.58	0.00	11.63	0.00
<b>V.T.</b>	<b>258</b>				

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS</b>					
Ubicación Estación B: (ingreso), 5a. Calle, gasolinera (O-E)			Fecha de conteos: 15 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	732	54	42	120	162
Ubicación Estación B: (egreso), 5a. Calle, gasolinera (E-O)			Fecha de conteos: 15 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	666	48	42	96	90
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>1398</b>	<b>102</b>	<b>84</b>	<b>216</b>	<b>252</b>
%	68.13	4.97	4.09	10.53	12.28
<b>V.T.</b>	<b>2052</b>				

<b>TPHD</b>	<b>445</b>
-------------	------------

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: ALMOLONGA, QUETZALTENANGO</b>					
Ubicación Estación A: (ingreso), 3a. Calle y 3. avenida (N-S)			Fecha de conteos: 16 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	504	18	35	42	43
Ubicación Estación A: (egreso), 3a. Calle y 3. avenida (S-N)			Fecha de conteos: 16 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	186	14	4	25	31
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>690</b>	<b>32</b>	<b>39</b>	<b>67</b>	<b>74</b>
%	76.50	3.55	4.32	7.43	8.20
<b>V.T.</b>	<b>902</b>				

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: ALMOLONGA, QUETZALTENANGO</b>					
Ubicación Estación B: (ingreso), 3a. Calle y 9a. avenida (N-S)			Fecha de conteos: 16 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	1932	144	108	30	300
Ubicación Estación B: (egreso), 3a. Calle y 9a. avenida (S-N)			Fecha de conteos: 16 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	1290	126	114	42	180
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>3222</b>	<b>270</b>	<b>222</b>	<b>72</b>	<b>480</b>
%	75.53	6.33	5.20	1.69	11.25
<b>V.T.</b>	<b>4266</b>				

<b>TPHD</b>	<b>1290</b>
-------------	-------------

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN FELIPE, RETALHULEU</b>					
Ubicación Estación A: (ingreso), 3a. Calle y Ruta Cito 180 (S-N)			Fecha de conteos: 19 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	430	328	46	199	39
Ubicación Estación A: (ingreso), 3a. Calle y Ruta Cito 180 (N-S)			Fecha de conteos: 19 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	497	248	52	227	28
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>927</b>	<b>576</b>	<b>98</b>	<b>426</b>	<b>67</b>
%	44.27	27.51	4.68	20.34	3.20
<b>V.T.</b>	<b>2094</b>				

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: SAN FELIPE, RETALHULEU</b>					
Ubicación Estación B: (ingreso), 9a. Avenida (E-O)			Fecha de conteos: 19 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	256	157	59	161	38
Ubicación Estación B: (egreso), 9a. Avenida (O-E)			Fecha de conteos: 19 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	350	189	70	161	21
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>606</b>	<b>346</b>	<b>129</b>	<b>322</b>	<b>59</b>
%	41.45	23.67	8.82	22.02	4.04
<b>V.T.</b>	<b>1462</b>				

<b>TPHD</b>	<b>2227</b>
-------------	-------------

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ</b>					
Ubicación Estación A: (ingreso), 1a. Calle y Ruta CA-2 Occidente (E-S)			Fecha de conteos: 20 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	828	792	0	222	78
Ubicación Estación A: (ingreso), 1a. Calle y Ruta CA-2 Occidente (S-E)			Fecha de conteos: 20 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	1434	312	180	222	708
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>2262</b>	<b>1104</b>	<b>180</b>	<b>444</b>	<b>786</b>
%	47.36	23.12	3.77	9.30	16.46
<b>V.T.</b>	<b>4776</b>				

<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO Y TPD: CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ</b>					
Ubicación Estación B: (ingreso), 3. Calle y Ruta CA-2 Occidente (O-S)			Fecha de conteos: 20 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	942	744	0	228	0
Ubicación Estación B: (egreso), 3a. Calle y Ruta CA-2 Occidente (S-O)			Fecha de conteos: 20 de agosto del 2013		
Horarios	V.LIVIANOS	MOTOS	BUSES	MICROBUSES	T. PESADO
07:00 a 18:00	2076	372	168	186	756
<b>TOTAL= V.T.</b>	<b>3018</b>	<b>1116</b>	<b>168</b>	<b>414</b>	<b>756</b>
%	55.15	20.39	3.07	7.57	13.82
<b>V.T.</b>	<b>5472</b>				

<b>TPHD</b>	<b>5273</b>
-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia, cálculo tránsito promedio hora diaria.

De acuerdo con los municipios indicados para la muestra, se procedió a la utilización de la ficha técnica única de información de campo, específicamente para realizar los conteos de tránsito vehicular, en los ingresos y egresos del casco urbano de los 8 municipios identificados. Para el efecto, se obtuvo como resultado el volumen de tránsito por tipo de vehículo, de acuerdo con los períodos y horarios analizados, así como el tránsito promedio hora diario de cada uno de los puntos o estaciones determinados en cada municipio.

Es de mencionar que, el Método empírico utilizado ofrece además, elementos de interés del entorno de cada lugar, con fines de análisis para futuros proyectos de infraestructura vial.

### **3.2.2. Validación de la muestra determinada, a través de Método estadístico**

Se presentan a continuación los cálculos estadísticos realizados, con el objeto de analizar la información vehicular obtenida y por ende, validar la confiabilidad de los datos, en relación al comportamiento de la muestra determinada. La siguiente tabla indica la fórmula utilizada, para la obtención del valor del tamaño de la muestra “n”, para lo cual en la tabla XII, se describen los resultados obtenidos en función de los valores p y q (supuestos máximos varianza).



Tabla XI.

## Datos para cálculo de la muestra

DATOS PARA CÁLCULO DE MUESTRA		
Tamaño de la población	<b>N</b>	502986*
Tamaño de la muestra	<b>n</b>	?
Proporción de interés de la variable	<b>p</b>	0.5
Antiproporción en la muestra	<b>q</b>	0.5
Valor <i>K</i> en la escala de <i>Z</i> de una distribución normal de probabilidad correspondiente al nivel de confiabilidad asumido en el diseño muestral	<b>K<sub>z</sub></b>	1.96
Error relativo máximo esperado (error muestral)	<b>e</b>	0.05
FÓRMULA DE MUESTRA DE PROPORCIONES		
$n = \frac{Npq K_z^2}{pq K_z^2 + e^2 N}$		

Fuente: SENT del Departamento de Tránsito de la DGPNC (Lic. Julio Chaicoj).

El nivel de significancia considerado es 0.05 y el valor bajo la curva normal de 1.96 el cual debe comprenderse de la siguiente manera: que el riesgo que se está asumiendo en los resultados, corresponde al 5% (2.5% de cada extremo de la curva) y debido a que se consideró este valor de significancia, entonces el valor de  $z = 1.96$ . El nivel de significancia representa áreas de riesgo o confianza en la distribución muestral.

Cabe mencionar que según refiere Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. & Baptista Lucio P. (1998) que, lo óptimo de una muestra depende de cuánto se aproxima su distribución a la distribución de las características de la población. Esta aproximación mejora al incrementarse el tamaño de la muestra. La “normalidad” de la distribución en muestras grandes no obedece a la normalidad de la distribución de una población. Sin embargo, la distribución de

muestras de 100 o más elementos tienden a ser normales y esto sirve para el propósito de hacer estadística inferencial sobre los valores de una población o de un fenómeno, como es, los volúmenes de tránsito.

**Tabla XII. Cálculo del tamaño de la muestra en función de valores p y q (supuesto máxima varianza)**

Dominio de Estudio	PUNTOS	Parque Veh. Depto	Parque Veh.				Confiabilidad		Error		Numerador		Denominador		Muestra
			N	P	Q	Kz	E	P.Q. Kz.Kz	N.P.Q.Kz.Kz	N.E.E	P.Q.Kz.Kz+N.E.E	n			
1	A1	QUETZALTENANGO	176,155	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	169179.262	440.3875	441.3479	383.32			
2	A2	QUETZALTENANGO	176,155	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	169179.262	440.3875	441.3479	383.32			
3	B1	QUETZALTENANGO	176,155	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	169179.262	440.3875	441.3479	383.32			
4	B2	QUETZALTENANGO	176,155	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	169179.262	440.3875	441.3479	383.32			
5	A1	RETALHULEU	55,837	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	53625.8548	139.5925	140.5529	381.54			
6	A2	RETALHULEU	55,837	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	53625.8548	139.5925	140.5529	381.54			
7	B1	RETALHULEU	55,837	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	53625.8548	139.5925	140.5529	381.54			
8	B2	RETALHULEU	55,837	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	53625.8548	139.5925	140.5529	381.54			
9	A1	SAN MARCOS	109,269	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	104941.948	273.1725	274.1329	382.81			
10	A2	SAN MARCOS	109,269	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	104941.948	273.1725	274.1329	382.81			
11	B1	SAN MARCOS	109,269	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	104941.948	273.1725	274.1329	382.81			
12	B2	SAN MARCOS	109,269	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	104941.948	273.1725	274.1329	382.81			
13	A1	SOLOLÁ	17,604	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	16906.8816	44.01	44.9704	375.96			
14	A2	SOLOLÁ	17,604	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	16906.8816	44.01	44.9704	375.96			
15	B1	SOLOLÁ	17,604	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	16906.8816	44.01	44.9704	375.96			
16	B2	SOLOLÁ	17,604	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	16906.8816	44.01	44.9704	375.96			
17	A1	SUCHITEPÉQUEZ	66,992	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	64339.1168	167.48	168.4404	381.97			
18	A2	SUCHITEPÉQUEZ	66,992	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	64339.1168	167.48	168.4404	381.97			
19	B1	SUCHITEPÉQUEZ	66,992	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	64339.1168	167.48	168.4404	381.97			
20	B2	SUCHITEPÉQUEZ	66,992	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	64339.1168	167.48	168.4404	381.97			
21	A1	TOTONICAPÁN	28,895	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	27750.758	72.2375	73.1979	379.12			
22	A2	TOTONICAPÁN	28,895	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	27750.758	72.2375	73.1979	379.12			
23	B1	TOTONICAPÁN	28,895	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	27750.758	72.2375	73.1979	379.12			
24	B2	TOTONICAPÁN	28,895	0.5	0.5	1.96	0.05	0.9604	27750.758	72.2375	73.1979	379.12			
		TOTONICAPÁN	48,234												
			502,986									9,139			

Fuente: SENT del Departamento de Tránsito de la DGPNC (Lic. Julio Chaicoj)

**Tabla XIII. Comparativa de muestra teórica y real**

DEPARTAMENTOS	MUESTRA	SOBRE MUESTRA			ERROR	ERROR REAL	
	Teórica	Real	Absoluta	Relativa	Teórico	Error Min	Error Máx.
SOLOLÁ	1,504	3,828	2,324	255%	5.0%	0.4%	3.7%
TOTONICAPÁN	1,516	5,710	4,194	377%	5.0%	0.2%	3.3%
QUETZALTENANGO	1,533	31,212	29,679	2036%	5.0%	0.1%	1.5%
SAN MARCOS	1,531	4,620	3,089	302%	5.0%	1.2%	8.2%
RETALHULEU	1,526	8,818	7,292	578%	5.0%	1.0%	2.7%
SUCHITEPÉQUEZ	1,528	20,496	18,968	1341%	5.0%	1.0%	2.3%
<b>TOTAL REGIÓN VI</b>	<b>9,139</b>	<b>74,684</b>	<b>65,545</b>	<b>817%</b>	<b>5.0%</b>	<b>0.5%</b>	<b>1.0%</b>

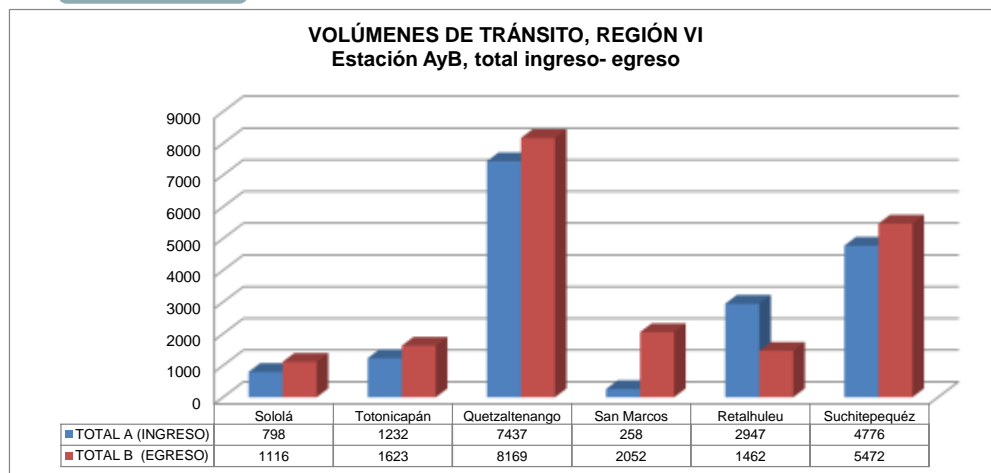
Fuente: SENT del Departamento de Tránsito de la DGPNC (Lic. Julio Chaicoj).

**Tabla XIV. Distribución de muestra real por puntos de observación, según cada departamento identificado de la Región VI**

DEPARTAMENTOS	TOTAL	A1	A2	TOTAL A	B1	B2	TOTAL B
SOLOLÁ	3828	545	253	798	604	512	1116
TOTONICAPÁN	5710	860	372	1232	804	819.00	1623
QUETZALTENANGO	31212	3809	3628	7437	4515	3654	8169
SAN MARCOS	4620	168	90	258	1110	942	2052
RETALHULEU	8818	1449	1498	2947	671	791	1462
SUCHITEPÉQUEZ	20496	1920	2856	4776	1914	3558	5472
<b>TOTAL REGIÓN VI</b>	<b>74,684</b>	<b>8,751</b>	<b>8,697</b>	<b>17,448</b>	<b>9,618</b>	<b>10,276</b>	<b>19,894</b>

Fuente: SENT del Departamento de Tránsito de la DGPNC (Lic. Julio Chaicoj).

**Figura 18. Gráfica de volúmenes de tránsito, Región VI**



Fuente: Elaboración propia, gráfica de volúmenes de tránsito, Región VI.

La información cuantitativa obtenida de los 8 municipios, la cual forma parte del muestreo aleatorio estratificado bietápico, fue procesada, estadísticamente, considerando como unidad primaria de muestreo, los municipios y como secundaria los puntos de observación más representativos (ingresos y egresos de los municipios), finalmente, los vehículos cuantificados en los puntos de observación, permitió la aleatoriedad de la muestra con el universo, mediante la estratificación por proporciones (según la tipología), considerándose el parque vehicular registrado, específicamente en la Región VI, de acuerdo al registro de la SAT (año 2013), definiéndose éste último como una tercera etapa (trietápica) del muestreo. Observar los resultados por total de estaciones de ingresos y egresos, en tabla “A-2” de anexos.

A fin de probar la importancia de los resultados de la muestra, se operó el error relativo máximo esperado (error muestral “e”), de acuerdo al porcentaje permisible dentro de la operación (de  $\pm 3.5\%$  a  $5\%$ ). Para lo cual, se puede observar que como resultado del cálculo del tamaño de la muestra, se obtuvo una certeza y confiabilidad por arriba del  $95\%$  ( $Kz=1,96$ ), reflejando una alta probabilidad de que ese sea el comportamiento cuantitativo en todos los municipios de la región, siendo un efecto positivo y enriquecedor al momento de que se genere en su totalidad los datos a nivel nacional, respecto de los volúmenes de tránsito vehicular, teniendo en cuenta, que actualmente en el país no se dispone de información actualizada y confiable, útil e indispensable para los profesionales que forman parte de la planificación y ejecución de proyectos viales.

### 3.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- El modelo técnico metodológico diseñado ofrece, básicamente, lo siguiente: un proceso específico en el cual participan los responsables de la generación, registro y divulgación de la información; el uso de una ficha técnica única de información de campo –FTUIC- para la captura y generación de datos; y, el diseño del módulo informático para la base de datos de un sistema integrado de información nacional de volúmenes de tránsito, con la finalidad de disponer de una adecuada generación de datos, la integración, registro y divulgación de información de los volúmenes de tránsito.
- En cuanto a la ficha técnica diseñada, se tendrá una mejor toma de información de campo como parte de un estudio de tránsito específico, disponiéndose de datos, tales como: situación física de las estaciones determinadas, horarios con mayor flujo vehicular, tipología vehicular que circula en el lugar, volúmenes de tránsito, entre otros. Esta información facilitará la toma de decisiones en cuanto atender problemas viales detectados con los estudios de campo.
- La sistematización e integración de información que se realice, al registrar los volúmenes de tránsito a nivel nacional, tendrá efectos importantes como base estadística y como fuente de información técnica, ya que brindará a los interesados datos importantes para el desarrollo de planes y proyectos de carácter vial.

- Los resultados cuantitativos obtenidos de la muestra estratificada aleatoria bietápica de los volúmenes de tránsito de 8 municipios determinados, aportan un nivel de confiabilidad alto, representativo y significativo, siendo un efecto positivo a considerar en todos los municipios del país, ya que constituye una fuente de soporte para las distintas áreas temáticas, a fin de que se disponga de esta información valiosa para la toma de decisiones en materia de ingeniería de tránsito.

### **3.3.1. Discusión de resultados**

- El principal aporte de este trabajo es, la modernización y utilidad en cuanto a herramientas básicas de información técnica y sistemática, se refiere, la cual es imperativa en Guatemala, ya que otros países han implementado sistemas eficientes que han permitido aumentar la capacidad técnica y el desarrollo de proyectos viales de los mismos.
- La ingeniería de tránsito es una disciplina que permite evaluar las condiciones presentes y desarrollar soluciones al impacto vial de las carreteras, es importante su aplicación total en Guatemala, considerando de vital aporte la generación, procesamiento y registro de información de estudios de ingeniería de tránsito, sobre todo, lo correspondiente al análisis de los volúmenes de tránsito, en función de su tipología, puntos críticos y periodos de mayor demanda.
- La municipalidad de Guatemala tiene la capacidad de generar información y realizar estudios de tránsito y de impacto vial, con fines de desarrollar planes y proyectos en cuanto a tránsito y transporte se refiere, no así la mayoría de las municipalidades del país las cuales carecen de esta capacidad técnica.

- La principal demora que se tendría en cuanto a la sistematización de la generación de datos y registro de información de los volúmenes de tránsito a nivel nacional, es la integración interinstitucional de los responsables de la administración y control del tránsito, la infraestructura vial y de información estadística.
- Debe fomentarse la disciplina de uso de un sistema integrado de información técnica, ya que muchos profesionales han perdido el interés en cuanto a utilizar información veraz, que haga eficiente el diseño y planificación de planes y proyectos de carácter vial.
- Se sugiere el estudio y desarrollo de un sistema como el Registro Único Nacional del Tránsito -RUNT-, similar al que implementó la República de Colombia, el cual tiene la finalidad de integrar todos los componentes relacionados con el sistema de tránsito, transporte e infraestructura vial, mismo que permite crear políticas nacionales en dichas materias.

## CONCLUSIONES

1. El modelo diseñado para la sistematización de la generación y registro de los volúmenes de tránsito, permite elevar la eficiencia en la recolección de datos, integración, registro y divulgación de la información a nivel nacional.
2. Se comprobó que la ficha técnica única de información de campo –FTUIC-, optimiza y facilita la recopilación de datos de campo de los volúmenes de tránsito, ya que brinda información necesaria para la evaluación y análisis de estudios de tránsito e impacto vial.
3. El módulo informático propuesto para el sistema integrado de información nacional de volúmenes de tránsito, permite contar con una fuente de información confiable y actualizada, la cual es de interés a profesionales de distintas áreas de la ingeniería vial.
4. Con la homologación de la muestra realizada, se comprobó que los resultados cuantitativos obtenidos son de alta confiabilidad, evidenciando la necesidad de aplicar la misma metodología técnica en todas las localidades del país, a efecto de optimizar el desarrollo de proyectos viales en Guatemala.



## RECOMENDACIONES

1. Es imperativo desarrollar acciones que disminuyan la problemática vial en Guatemala, para el efecto, debe considerarse información actualizada y certera de datos de carácter vial, especialmente, de los flujos o volúmenes de tránsito generados en la red vial y en las localidades municipales, teniendo en cuenta que otros países han aplicado sistemas eficientes que han permitido mejorar la capacidad de los proyectos viales.
2. Promover por parte del ente rector de la administración del tránsito y la seguridad vial, la implementación del modelo para el sistema integrado de generación de datos y registro de información diseñado, básicamente, de los volúmenes de tránsito, lo cual ayudará a los planificadores, diseñadores y ejecutores de proyectos viales, tanto del ámbito de tránsito, transporte y de infraestructura vial.
3. Es importante mejorar el vínculo intergubernamental de las instituciones relacionadas al sistema de tránsito y de información nacional (Departamento de Tránsito de la DGPNC, Dirección General de Caminos, Instituto Nacional de Estadísticas y municipalidades del país, entre otras.)
4. Aprovechar el interés de las instituciones relacionadas con la administración del tránsito e infraestructura vial, así como la de información nacional, para poner en marcha el sistema de registro de volúmenes de tránsito vehicular en el país.

5. Es necesario dar a conocer los volúmenes de tránsito que se tienen en cada espacio físico de la red vial, así como de ingresos y egresos de los municipios de Guatemala, a través del INE, con fines de lograr un impacto técnico en cuanto a información se refiere, la cual es fundamental para los diseñadores y planificadores de sistemas de tránsito, transporte e infraestructura vial nacional.
  
6. La ingeniería de tránsito recomienda tres aspectos técnicos y administrativos: la recolección de datos (inventarios), el análisis de información del tránsito (estudios) y la sistematización de la información (registros de dependencias del gobierno a través de un medio automatizado), con el fin de reducir el impacto negativo de las carreteras; esto se logrará en Guatemala a través de la implementación del modelo propuesto, en cuanto generar datos confiables de campo y sistematizar el registro de información de los volúmenes de tránsito.
  
7. Es necesario que en Guatemala se continúe desarrollando estudios, encaminados a optimizar el sistema de tránsito, transporte e infraestructura vial, mediante la aplicación de aspectos de planificación y diseño enmarcados en ingeniería de tránsito.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. Transportation Research Board, National Research Council. (2000). *Manual de Capacidad de Carreteras* (Vol. 5o. Versión Español). (C. C. Data, Ed.) Washington D.C., Estados Unidos: Handbooks.
2. Barrientos Rivera, M. A. (2009). *Guía de Educación Vial para Estudiantes y Vecinos de Lugares Aledaños a la Sede de la Sección Departamental de Chimaltenango*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Box, Paul y Oppenlander, J. (2000). *Manual of Traffic Engineering Studies*. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
4. Cal, Rafael, Reyes, Mayor y Cárdenas, James. (2009). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones* (8a. ed.). México: Alfaomega.
5. Decreto Número 132-96. (26 de Noviembre de 1996). Ley de Tránsito. *Ley de Tránsito*. (D. d. Centroamérica, Ed.) Guatemala: Tipografía Nacional de Guatemala.
6. Decreto Número 3-85. (30 de Enero de 1985). Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística. *Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística*. (D. d. Centroamérica, Ed.) Guatemala: Tipografía Nacional de Guatemala.
7. Dirección General de Caminos. (PDV/2008-2017). *Plan de Desarrollo Vial*. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Guatemala: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.
8. Fernández A., R. (Enero de 2000). Análisis del Problema del Transporte Urbano. *Tecnología y Ciencias de la Ingeniería, Ciencia al Día*, 2, No. 2, 102.

9. Gerber, Nicolas J. y Hoel, Lester A. (2005). *Ingeniería de Tránsito y Carreteras* (3ra. ed.). México: Thomson Editores.
10. Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. & Baptista Lucio P. (1998). *Metodología de la Investigación* (segunda ed.). México, Distrito Federal: McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V.
11. Hudiel, S. N. (21 de Marzo de UNI/2009). *www.norte.uni.ni*. (F. d. Universidad Nacional de Ingeniería, Editor) Recuperado el 21 de Abril de 2014, de *www.norte.uni.ni*: <http://www.slideshare.net/sjnavarro/trnsito-1851608>.
12. Kestler Pérez, O. B. (2007). *Análisis Jurídico del Artículo Uno de la Ley y Reglamento de Tránsito en la Imposición de Infracciones*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
13. Ministerio de Gobernación de Guatemala,. (22 de Diciembre de 2011). Política Nacional de Seguridad Vial. *Acuerdo Gubernativo 502-2011*. (D. Centroamérica, Ed.) Guatemala: Tipografía Nacional de Guatemala.
14. Ministerio de Transporte de Colombia. (20 de septiembre de MTC/2013). *www.mintransporte.gov.co*. Recuperado el 14 de Abril de 2014, de *www.mintransporte.gov.co*: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones.php?id=350>.
15. Pérez López, C. (2005). *Muestreo Estadístico, Conceptos y Problemas Resueltos*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
16. Pérez Mérida, E. R. (2007). *Fundamentos Técnicos de la Ley de Vialidad*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
17. Radelat Egues, G. (1964). *Manual de Ingeniería de Tránsito*. (I. R. Federation, Ed.) Chicago, Illinois, Estados Unidos: Donnelly Corporation.

18. Rivera, J. B. (2001). *Método para la Redacción de Planes de Ordenamiento Vial en Municipios*. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina: LEMaC.
19. Secretaría de Desarrollo Social. (2010). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Tomo XII*. México: Dirección General de Ordenación del Territorio.
20. Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. (Octubre de 2014). Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras, en Materia de Pesos y Dimensiones de Vehículos de Carga. Guatemala: SIECA.
21. SERGAS.ES. (20 de Octubre de 2012). *www.sergas.es*. Recuperado el 5 de Agosto de 2013, de *www.sergas.es*: <http://www.sergas.es/gal/documentacionTecnica/docs/SaudePublica/Apli/Epidat4/Ayuda/Muestreo.pdf>
22. Silva, L. (2000). *Diseño Razonado de Muestras y Captación de Datos para la Investigación*. Madrid, España: Díaz de Santos.
23. Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito. (30 de junio de SAIT/2013). *www.sait.org.ar*. Recuperado el 14 de Abril de 2014, de *www.sait.org.ar*: <http://www.sait.org.ar/s13/indice-de-tránsito>
24. Superintendencia de Administración Tributaria. (30 de enero de 2013). *www.sat.gob.gt*. Recuperado el 2 de junio de 2013, de *www.sat.gob.gt*: <http://portal.sat.gob.gt/sitio/estadisticas/Prueba/Descarga/Parque%20vehicular%20por%20tipo.xls>
25. Thomson, Ian y Bull, Alberto. (Abril de 2002, abril). La Congestión del Tránsito Vehicular: Causas y Consecuencias Económicas y Sociales. (D. d. Infraestructura, Ed.) *Revista de la CEPAL 2010*.

26. Torres Vargas, Guillermo y Pérez Sánchez, José Arturo. (2002). *Métodos de Asignación de Tránsito en Redes Regionales de Carreteras*. (S. d. Transporte, Ed.) México: Sanfandila, Qro.
27. Vela Morales, F. G. (2008). *Estudio de Impacto Vial*. Ciudad: Universidad de San Carlos de Guatemala.
28. Wright, Paul H. y Dixon, Karen. (2010). *Ingeniería de Carreteras* (2a. ed.). México: Limusa Wiley.

# **ANEXOS**

## A-1. Tablas respecto del número y localización de estación, para realizar conteos de tránsito.

ESTACIÓN	LOCALIZACIÓN
S	0112 RD HUE-12, a 1 km. de la CA-1 Occidente
PF	0113 CA-1 Occidente, km. 344, Frontera la Mesilla
S	0114 RD CHM-2, a 800 mts de la CA-1 Occidente
S	0115 RD CHM-5, a 2 km. de Patzicia
S	0116 RD CHM-5 2 km despues de Acatenango
S	0117 RD HUE-13, a 2 km. de Cuatro Caminos
S	0118 RD HUE-13, a 1 km. San Antonio Huista
S	0119 RD HUE-13, a 1 km. de Concepcion Huista
S	0120 RD HUE-13, a 2 km. de Todos Santos Cuchumatán
S	0121 Calzada Roosevelt, a 500 mts de El Trebol
S	0122 Calzada Roosevelt, a 500 mts. Del pte Pereférico
S	0123 Calzada Roosevelt, a 200 mts de Laboratorio Abbott
S	0124 Calzada Roosevelt, a 200 mts. De Quimica Hoechst
S	0125 CA-1 Occidente, km. 15, entrada a Colonia San Jacinto
S	0126 RD GUA s/n, a 500 mts de la CA-1 Occidente
S	0127 RD CHM-3, a 500 mts de la CA-1 Occidente
S	0128 RD CHM-3, a 2 km. de Santa Apolonia
S	0129 RD HUE-14, a 1km. De la CA-1 Occidente
S	0130 RD HUE s/n, a 1 km. de la CA-1 Occidente
S	0131 RD SAC-12, a 1km. De San Lucas Sacatepequez
S	0132 RD CHM-2, a 3 km. de Zaragoza
S	0133 RD HUE-5, a 400 mts. De la CA-1 Occidente
S	0134 RD TOT-2, a 400 mts de la CA-1 Occidente
S	0135 RD CHM-3, a 1 km de la CA-1 Occidente
S	0136 RD SOL-4, a 2 km. de la CA-1 Occidente
S	0137 RD CHM s/n, a 1 km. de Calderas
S	0138 RD HUE-12, a 2 Km. del Desvio a Santa Ana Huista
S	0139 RD HUE-12, a 1 Km. de Nentón
S	0140 RD HUE-11, a 1 Km. de la CA-1 Occidente
S	0141 RD HUE-6, a 1 Km. de la CA-1 Occidente
S	0142 RD HUE-14, a 4 Kms. De la CA-1 Occidente
<b>30 ESTACIONES</b>	

ESTACIÓN	LOCALIZACIÓN
P	100 CA-1 ORIENTE, km. 17, báscula Puerta Parada
B	101 CA-1 Oriente, Km. 14, 500 mts. Despues del Mirador
B	102 CA-1 Oriente, Km. 29 antes entrada Santa Elena Barillas
B	103 CA-1 Oriente, Km. 51, antes entrada Laguna El Pino
S	104 CA-1 Oriente, Km. 64, antes entrada a Cuilapa (RD SRO-16)
S	105 CA-1 Oriente, Km. 71, antes del Puente Los Esclavos
A	106 CA-1 Oriente, Km. 80, 500 mts. Despues del entronque con la CA-8
S	107 CA-1 Oriente Km. 119, antes del Puente Amayito
S	108 CA-1 Oriente Km. 127, 500 mts. Antes de Aldea El Tablón
S	109 CA-1 Oriente Km. 145, después de la Aldea Guevara
S	110 CA-1 Oriente Km. 157, antes del Puente Tamazulapa
PF	111 CA-1 Oriente, Km. 175 Frontera San Cristobal
S	112 RD Jut. s/n, a 500 mts. De la CA-1 Oriente
S	113 RN-2 a 1 km. de la CA-1 Oriente
S	114 Boulevard Liberacion, a 200 mts. Del Trebol
S	115 Boulevard Liberacion, a 200 mts. De la Kodak
S	116 Boulevard Liberación a 200 mts. Del paso a desnivel Tecún Umán
S	117 Boulevard Liberacion, Plaza Cemaco
S	118 Boulevard Los Proceres, Plaza Kismet
S	119 Boulevard Los Proceres, Plaza Decorisima
S	120 Boulevard Los Próceres, a 500 mts. Del Centro Comercial La Pradera
S	121 RD SRO-15 a 2 kms. De la CA-1 Oriente
	122 RD Gua-54, a 2 kms. De la CA-1 Oriente
P	0100 CA-1 Occidente, Km. 30, 1 km. despues de San Bartolomé Milpasa Altas
B	0101 CA-1 Occidente Km. 26, 300 mts. Antes entrada a San Lucas Sacatepéquez
B	0102 CA-1 Occidente Km. 62, 500 mts. Antes entrada a Zaragoza
S	0103 CA-1 Occidente Km. 89, 1 km. despues entrada a Tecpan
B	0104 CA-1 Occidente Km. 127, 500 mts. Antes de Los Encuentros
B	0105 CA-1 Occidente Km. 132, 1 km. despues entrada a Sololá
A	0106 CA-1 Occidente Km. 188, 1 km. antes de Cuatro Caminos
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACIÓN	LOCALIZACIÓN
S	0201 RD JUT-43 Km. 169 a 1 Km. de la CA-2 Oriente
S	0202 RD JUT-7 Km. 149 a 1 Km. de la CA-2 Oriente
S	0203 RD SRO-5 Km. 111, a 500 mts. Del Puente
S	0204 RD ESC-9 Km. 75, a 1 Km. de la CA-2 Oriente
S	0205 RD ESC-2, km. 85, 500 mts despues del Cementerio
S	0206 RD ESC-2, km 94., 800 mts despues del Monumento Caminero
B	0207 RD ESC-2, Km. 113, 500 mts. Antes del Puente Gomera
S	0208 RD ESC-2, Km. 116, a 1 Km. después de la Segunda entrada a la Gomera
S	0209 RD ESC-5 Km. 92 a 2 Km. de la CA-2 Occidente
S	0210 RN-11, Km. 146 a 200 mts. De la entrada a Nueva Concepción
S	0211 RD ESC-34, Km. 155 Puente Madre Vieja
S	0212 RN-11, Km. 117 a 1 Km. de la CA-2 Occidente
S	0213 RD SCH-14, Km. 156 a 1 Km. de Chicacao
S	0214 RD SCH-14, Km. 140 a 500 mts. De la CA-2 Occidente
S	0215 RD ESC-27, Km. 131 Puente Seco
B	0216 RD ESC-27, Km. 146 Puente Zanjon de Arena
S	0217 RD ESC-27 Km. 154, a 1 Km. después entrada a Nueva Concepción
S	0218 RD SCH-1 Km. 166 a 1 Km. de Mazatenango
S	0219 RD SCH-7 Km.174, a 1 Km. despues de Cuyotenango
S	0220 RD SCH-7 Km. 202 a 1 Km. después Centro La Maquina
S	0221 RD QUE-5 Km. 215 a 500 mts. de la CA-2 Occidente
S	0222 RD QUE-3 Km. 218 a 500 mts. De la CA-2 Occidente
S	0223 RN-13 Km. 232 despues de Puente El Naranjo
S	0224 RD SM-3 Km. 248 a 500 mts. De la CA-2 Occidente
S	0225 RN-8 Km. 264 a 2 Kms. De Tecún Umán
S	0226 RD QUE-2 y SM-2 Km. 244 a 1 Km. de la CA-2 Occidente
S	0227 RN-8 a 500 mts. De la CA-2 Occidente
S	0228 RN-1 Km. 302 a 1 Km. antes del Desvio a Catarina
S	0229 RN-13 Km. 279 a 1 Km. de El Rodeo
S	0230 RN-1 Km. 289 a 500 mts. De El Tumbador
S	0231 RN-1 Km. 260 a 200 mts. De la Escuela El Rincón
<b>30 ESTACIONES</b>	

ESTACIÓN	LOCALIZACIÓN
S	0143 RD SOL-6, a 1 KM. de Panajachel
S	0144 RD SOL-6, a 1 Km. de Santa Catarina Palopó
S	0145 RD SOL-4, a 1 Km. Santa Lucía Utatán
S	0146 RD SOL-4, Santa Clara La Laguna
S	0147 RD SOL-4 a 1 Km. de San Marcos La Laguna
P	200 CA-2 Oriente, Km. 63, Báscula Torolita
PF	201 CA-2 Oriente, Km. 170, Frontera Ciudad Pedro de Alvarado
S	202 CA-2 Oriente, Km. 162, 300 Mts. Despues entrada a Moyuta
S	203 CA-2 Oriente, Km. 124 despues del Puente Doña Beatriz
B	204 CA-2 Oriente Km. 114, Tuberia areas de agua
B	205 CA-2 Oriente Km. 98, 2 Km. despues del Puente Jobo
S	207 CA-2 Occidente Km. 87, despues del Puente Acome
B	208 CA-2 Occidente Km. 92 antes del Puente Ayaxa
B	209 CA-2 Occidente Km. 128, 500 mts. Antes entrada a Rio Bravo
S	210 CA-2 Occidente Km. 136, despues del Puente Moka
B	211 CA-2 Occidente Km. 156 despues del Puente Ixtacapa
B	212 CA-2 Occidente Km. 169 antes del Puente Los Coches
A	213 CA-2 Occidente Km. 180, 500 mts. Antes del Campamento de la DGC.
A	214 CA-2 Occidente Km. 197 despues del Puente Sibana
S	215 CA-2 Occidente Km. 220, 2 kms. Despues entrada a Colomba
S	216 CA-2 Occidente Km. 242 antes entrada a Tilapa
S	217 CA-2 Occidente "A" Km. 256 1 km. entronque CA-2 Occ.
PF	218 CA-2 Occidente A km. 262 Frontera Tecún Umán
S	219 CA-2 Occidente KM. 256 1 Km. despues entrada a Tecún Umán
S	220 CA-2 Occidente Km. 282, 1 Km. entrada a Malacatán
PF	221 CA-2 Occidente Km. 290 Frontera el Carmen
S	222 Desvio Siquinala a 500 mts. De la CA-2 Occidente
S	223 Desvio San Antonio Suchitepéquez a 200 mts. De la CA-2 Occidente
S	224 CA-2 Occidente Km. 115, 1 Km. antes de Patulul
P	0200 CA-2 Occidente Km. 80 Báscula de Siquinala
<b>29 ESTACIONES</b>	



ESTACION	LOCALIZACION
S	0232 RN-1 Km. 240 Puente Turbala a 1 Km. de Palestina
S	0234 RD QUE-3 Km. 222 a 1 Km. despues de San Juan Ostuncalco
S	0235 RD QUE-3 km 233, 300 mts despues entrada las Nubes
S	0236 RD QUE-10 Km. 218 a 500 mts. Despues del Puente Duraznales
S	0237 RD ESC-10 a 1 km. de la Ruta CA-2 Oriente
S	0238 RN-9 Sur Km. 226 a 500 mts. De Baños Los Vados
S	0239 RN-9 Sur Km. 222 a 2 Kms. De Zunil
S	0240 RD ESC-34 a 1 Km. de Nueva Concepcion
S	0241 RD JUT-17 a 1 km. de la CA-2 Oriente
S	0242 RD CHM-11 y ESC-11 a 4 Kms. De Yepecapa
S	0243 RN-13 a 2 Kms. De Coatepeque
S	0244 RD SM-7 a 3 Kms. De Chantel (RN-13)
S	0245 RD QUE-16 a 1 Km. Sibilia
S	0246 RD QUE-16 a 3 Kms. De Sibilia
S	0247 RD SM-4 a 4 Kms. Despues de Pajapita
S	0248 RD ESC-S/N a 1 Km. de la RD ESC-11
S	0249 RD QUI-9 a 2 Kms. De la Bifurcacion RN-15
S	0250 RD ESC-10 a 2 Kms. De Escuintla
S	0251 RD ESC-s/n a 3 Kms. De la CA-2 Oriente
S	0252 RD TOT-4 a 3 Kms. A Santa Maria Chiquimula
S	0253 RD TOT-9 a 2 Kms. De Santa Luisa La Reforma
S	0254 RD TOT-2 a 3 Kms de la CA-1 Occidente
S	0255 RD TOT-2 y 4 a 2 Kms. Antes de Santa Maria Chiquimula
S	0256 RD QUI-9 a 4 Kms. De San Antonio Llotenango
S	0257 RD QUE-32 a 800 mts. De la CA-2 Occidente
S	0258 RD SRO-6 a 2 Kms. De la CA-2 Oriente
S	0259 RD SRO-10 a 2 Kms. De la CA-2 Oriente
S	0260 RD ESC-11 a 2 Kms. Antes de Santa Lucia Cotzumalguapa
S	0261 RD SRO-s/n a 500 mts. De la RD SRO-10
S	0262 RD ESC-40 a 200m mts. De la CA-9 Sur
S	0263 RD QUE-15 a 1 Km. de Huitan
<b>31 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	0264 RD QUE-15 a 3 Kms. De Sibilia
S	0265 RD QUE-10 a 1 Km. de la Cito-180
S	0266 RD REU-13 a 1 Km. de la CA-2 Occidente
S	0267 RD REU-6 a 1 Km. de la CA-2 Occidente
S	0268 RD JUT-50 a 2 Kms. De San Ixtan (RD JUT-3)
S	0270 RD SCH-8 a 1 Km. de la CA-2 Occidente
S	0272 RD SCH-15 a 2 Kms. De la CA-2 Occidente
S	0273 RD SCH-9 a 1 Km. de San Gabriel Suchitepequez
S	0274 RD SRO-26 a 1 Km. de la CA-2 Oriente
S	0275 RD QUE-15 a 3 Kms. Antes de Cajola
S	0276 RD QUE-15 a 3 Kms. De La Esperanza
S	0277 RD SRO-19 a 2 Kms. De la CA-2 Oriente
S	0278 RD SRO-26 a 2 Kms. De la RD SRO-19
S	0279 RD JUT-43 a 2 Kms. Antes de El Salmar
S	0280 RD JUT-42 a 2 Kms. De la RD JUT-43
S	0281 RD REU-8 a 2 Kms. De San Martin Zapotitlan
S	0282 RD JUT-33 a 500 mts. De la RD JUT-3
S	0283 RN-12 Sur a 2 Kms. De la CA-2 Occidente
S	0284 RD SCH-8 a 2 Kms. De San Antonio
S	0285 RD SCH-5 a 2 Kms. De la CA-2 Occidente
S	0287 RD REU-15 a 2 Kms. De El Asintal
S	0288 RD SM a 1 Km. de la RN-1
S	0289 RD ESC-6 a 5 Kms. De Siguintala
S	0290 RD ESC-s/n a 1 Km. de RD ESC-6
S	0291 RD ESC-1 a 2 Kms. De Palín
S	0292 RD SRO-6A a 2 Kms. Antes de El Salado
S	0293 RD JUT-48 a 1 Km. antes de El Salmar
S	0294 RD JUT-s/n a 2 Kms. Antes de Montufar
S	0295 RD ESC-25 a 2 Kms. De la RD ESC-2
S	0296 RD ESC-27 a 1 Km. de la RD ESC-25
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
	0297 RD ESC-28 a 1 km. de RD ESC-2
	0298 RD ESC-26 a 2 Kms. De la Gomera
	0299 RD ESC-43 a 2 Kms. De RN-11
	0300 RD ESC-45 a 1 Km. de RD ESC-45
	0301 RD ESC-47 a 1 Km. de RD ESC-34
	0302 RD SCH-8 a 1 Km. de Santo Tomas La Union
	0303 RD SCH-50 a 1 Km. de Santo Tomas La Union
	0304 RD REU-10 a 3 Kms. Antes de la Aldea Loma Linda
A	301 RD GUA-1 Km. 10 despues del Puente Hincapie
S	303 RD GUA-47 Km. 20 a 50 mts. De la CA-9 Sur
S	304 RD GUA-1 Km. 42 antes del Puente La Gloria
S	305 RD GUA-10 Km. 30 a 400 mts. De la CA-1 Oriente
S	306 RD SRO-4 Km. 47 a 1 Km. de la CA-1 Oriente
S	307 RN-16 Km. 70 a 500 mts. De la CA-1 Oriente
S	308 RD SRO-3 km 61 a 200 mts de la entrada a Ojo de Agua
S	309 RN-16 km 101 antes de la aldea la Morenita
S	310 RD GUA-14 a 300 mts de la CA-1 Occ.
S	311 RD GUA-1 a 1 km del desvio a Villa Hermosa
S	312 RD GUA-1 a 1 km de Boca del Monte
S	313 RD GUA-2 a 500 mts Villa Canales
S	314 RD GUA-5 a 1 km del Puente El Zapote
S	315 RD GUA-41, a 1 km de RD GUA-2
S	316 RD GUA-21, a 1 km de la CA-1 Oriente
S	317 RD GUA-9 a 2 km de El Jocotillo
S	318 RD GUA-23, a 1 km antes de Los Dolores
S	319 RD GUA-50, a 1 km de El Pilar
S	320 RD GUA-9, a 3 km de la CA-1 Oriente
S	321 RD SRO-9, a 2 km de la RD SRO-3
S	322 RD SRO-2, a 4 km de Casillas
S	323 RD GUA-16, a 2 km de la RN-10
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	324 RD GUA-16, a 200 mts de la CA-9 Sur
S	325 RD GUA-27, a 1 km de la RD GUA-10
S	326 RD GUA-10, a 2 km de Santa Elena Barillas
S	327 RD ESC-10, a 2 km antes de la Finca El Salto
S	328 RD GUA-55, a 1 km de la CA-1 Oriente
S	329 RD GUA-40, a 500 mts de Puerta Parada
S	330 RD ESC-9, a 2 km antes de Guanagazapa
S	331 RN-16, km 109 Campamento de Caminos
S	332 RD SRO-27, a 200 mts de la RD SRO-5
S	333 RD s/n, 1 km del desvio a Carabanes
S	334 RD GUA s/n, a 500 mts de la aldea El Pajon
S	335 RD GUA-22, a 1 km de las Tapias
S	336 RD GUA-4, a 2 km antes de Chinautla
S	337 RD GUA-30, a 1 km de Villa Canales
S	338 RD GUA-16, frente a Residenciales Petapa
S	339 RD GUA-16, a 500 mts de Residenciales Fuente del Valle
S	340 RD SRO-3, a 1 km de Nueva Santa Rosa
S	341 RD SRO-3, a 1 km de Casillas
S	342 RD SRO-4, a 1 km de Pueblo nuevo viñas
S	343 RD SRO-30, a 1 km de RD SRO-4
S	344 RD GUA-81, a 2 km de RN-18
S	345 RD GUA-17, a 2 km de Palencia
S	346 RD JUT-2, a 2 km de Ayarza
S	347 RD GUA-57, a 1 km del Mayan Golf
S	348 RD GUA-22, a 800 mts de San Pedro Ayampuc
S	349 RD GUA- 80, a 1 km de la RD GUA-22
S	350 RD GUA-4, a 1 km antes de Chinautla
S	351 RD GUA-4, a 1 km antes de Churranchito
S	352 RD GUA-5, a 2 km de Ciudad Quetzal
S	353 RD GUA-4, a 1 km de San Raymundo
S	354 RD GUA-53, a 800 mts de Barcenias
<b>30 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
	355 RD GUA-60, a 800 mts de la RD GUA-1
	356 RD GUA, a 800 mts de la CA-9 SUR
	357 RD GUA-5, a 500 mts de la Bifurcacion al Milagro
	358 RD GUA-52, a 500 mts de la CA-1 Occ.
	359 RD GUA-52, en el puente de San Cristobal
S	501 RN-17, km 149, a 600 mts de la entrada a San Jeronimo
S	502 RN-5, a 1 km de Salama
S	503 RN-5, km 63 despues del puente Concuca
S	504 RN-5, km 31, a 2 km de San Juan Sacatepequez
A	505 RN-5, km 16, a 500 mts de la entrada al Club La Montaña
S	506 RD QUI-2, km 217 comedro Infantil S.O.S.
S	507 RD QUI-2, km 182 despues de Joyabaj
S	508 RD QUI-2, km 166, a 3 km de Santa Cruz del Quiche
S	509 RD QUI-1, km 166 antes la entrada a Canton Panaxich
S	510 RD QUI-5, km 2 antes de San Andres Sajcabaja
S	511 RD QUI-5, km 2 antes de Caniilla
S	512 RD CHM-28, a 4 km de Mixco Viejo
S	514 RD BV-3, a 2 kms de Rabinal
S	515 RD BV-13, a 1 km de RN-5
S	516 RD GUA-18, a 5 km de la RN-5
S	517 RD, a 1 km de la RN-5
S	518 RN-5, a 2 km de Rabinal
s	519 RD BV - 11 a 2 km de La Cumbre
s	520 RD BV - 11 a 1 km de San Miguel Chicaj
s	521 RD BV - 35 A 1 km de San Miguel Chicaj
s	522 RN-5, 2 km antes de Rabinal
s	523 RD CHM-28, 5 km antes de San Martin Jilotepeque
s	524 RD a 1 km de la RN-5
s	525 RD GUA- 11, a 1 km de San Pedro Sacatepequez
<b>28 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
s	526 RD SAC-11, a 1 km de Santiago Sacatepequez
	527 Calzada San Juan, antes entrada Colonia Centro America
	528 Calzada San Juan, antes Plaza Florida
s	700 RN 7E, a 2 km de Rio Dulce
s	701 RN 7E, km 291, puente Cahaboncito
s	702 RN 7E, km 240, DIGESA Papalha
s	703 RN 7E, km 186, puente San Julian
s	704 RN 7W, km 212, 2 km despues de San cristobal Verapaz
s	705 RN 7W, km 288, Puente Rio Blanco
s	706 RN 7W, km 310, 2 km antes Sacapulas
s	707 RN 7W, km 312, Instalaciones INDE
s	708 RN 7W, km 365, puente Ocubila
s	709 RN 7W, km 204, Zona Vial 7
s	710 RN 7E, km 200, 2 km despues de Tamahu
s	711 RD AV-5, 2 km antes de Sanahu
s	712 RN 7W, a 500mts de la CA-1 Occidente
s	713 RN 7W, a 500 mts de Colotenango
s	714 RN 7W, a 800 mts de Ixtahuacan
s	715 RN 7W, a 1 km de Cuilco
s	716 RD HUE-17, a 300 mts de la RN-7W
s	717 RD IZB s/n, 1 km antes del Castillo de San Felipe
s	718 RN 7E, A 2 kms de El Estor
s	719
s	720 RD AV-50, a 2 kms de teleman
B	801 CA-8, km 81, a 1 km de la CA-1 Oriente
S	802 CA-8 Km. 115, despues del puente Izote
PF	803 CA-8 Km. 129 Frontera Valle Nuevo
<b>26 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	0801 RD JUT-3 Km. 105 a 1 Km. de la CA-8
S	0802 RD JUT-3 Km. 164 a 1 Km. de la CA-2 Oriente
S	0803 RD JUT-3 a 2 Km. de los Hoyos
P	900 CA-9 Norte Km. 17 Garita de Peaje
B	901 CA-9 Norte Km. 8 despues del Puente Rodriguitos
S	902 CA-9 Norte Km. 48 despues del Puente Punta Gorda
B	903 CA-9 Norte Km. 59 a 1 Km. segunda entrada a Sanarate
S	904 CA-9 Norte Km. 84 a 1 Km. primera entrada al Rancho
B	905 CA-9 Norte Km. 92, a 500 metros primera entrada San Agustin Acasaguastlan
S	906 CA-9 Norte Km. 116 antes Puente Palmilla
B	907 CA-9 Norte Km. 133 despues del Puente Cayo
A	908 CA-9 Norte Km. 154 Aldea Pata Galana
S	909 CA-9 Norte Km. 180 en Puente El Lobo
S	910 CA-9 Norte Km. 197, 500 mts. Antes entrada Aldea Palmilla
S	911 RD IZB-4 Km. 226 a 1 Km. de la CA-9 Norte
B	912 CA-9 Norte Km. 235, 500 mts. Aldea El Gran Cañon
S	913 CA-13 "A" Km. 252 a 300 mts. De la CA-9 Norte
B	914 CA-9 Norte Km. 269, 500 mts. Antes entrada a Aldea Cayuga
B	915 CA-9 Norte Km. 298, Bascula de Puerto Barrios
B	916 CA-9 Norte "A" Km. 303 a 500 mts de la CA-9 Norte
S	917 RD PRO-1, a 2 Kms. Antes de El Jicaro
S	918 RD Pro-1, a 2 Kms. Antes de Cabañas
S	919 RD ZAC-2 a 1 Km, de la RN-20
S	920 RD ZAC-20 a 1 Km. de la RD ZAC-1
S	921 RD PRO-3 a 1 Km. de la CA-9 Norte
S	922 RD PRO-4 a 1 Km. de la CA-9 Norte
S	923 RD PRO-28 a 800 mts. De la CA-9 Norte
S	924 RD ZAC-18 a 1 Km. de la CA-9 Norte
S	925 Calle Marti a 200 Mts. Del Parque Morazan
S	926 Calle Marti a 200 mts. De la Parroquia
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	927 Anillo periferico, Norte a Sur, Super 24 zona 2
S	928 Anillo periferico Norte a Sur, antes del puente El Incienso
S	929 Anillo periferico Norte a Sur, Colonia Centro America
S	930 Anillo periferico Norte a Sur, Canal 3
S	931 Anillo periferico Norte a Sur, puente 13 calle
S	932 Anillo periferico Norte a Sur, Novicentro zona 11
S	933 RD-ZAC-11, a 1 kilometro de la CA-9 Norte
S	934 RD-ZAC-27, a 1 kilometro de la CA-9 Norte
S	935 RD-ZAC-2, 1 y 5, a 1 kilometro de Longarone
S	936 RD-ZAC-1, a 1 kilometro antes de Cabañas
S	937 RD-IZB-3, a 800 meros de la CA-9 Norte
S	938 RD-ZAC-5, a 800 metros de la CA-9 Norte
S	939 RD-IZB-3, a 1 km. Del puente Jubuco
S	940 RD-PRO-1, a 1 km. De la CA-9 Norte
S	941 RD-PRO-1, a 2 km. Del Rancho
S	942 RD-PRO-6, a 4 km. De Cabañas
S	943 RD-GUA-6, a 4 km. De la CA-9 Norte
S	944 RD-ZAC-27, a 1 km. De la CA-9 Norte
S	945 RN-20, a 2 km. De la CA-9 Norte
	946 RD-PRO-17, a 1 km. De la CA-9 Norte
	947 RN-20, a 1 km. De la CA-9 Norte
	948 RD-ZAC-12, a 1 km de la CA-9 Norte
	949 RD-ZAC-31, a 800 metros de la CA-9 Norte
	950 RD-ZAC-32, a 800 metros de la CA-9 Norte
	951 RD-ZAC 22, a 800 metros de la CA-9 Norte
P	0900 CA-9 Sur, km. 30 báscula de Amatitlán
B	0901 CA-9 Sur, km. 15 después garita Policía Nacional
S	0902 CA-9 Sur, km. 22, frente al ICTA
B	0903 CA-9 Sur "A", km 51, antes puente María Santísima
A	0904 CA-9 Sur "A", km 63, antes instalacioes del INDE
<b>30 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	0905 CA-9 Sur "A", km. 85 a 1 km. Antes de Cuyuta
B	0906 CA-9 Sur "A", km 103 a 1 km después desvío a Chulamar
S	0907 CA-9 Sur, km. 112, antes puente Santa Rosa
B	0908 CA-9 Sur, km. 93, después del cruce a Obero
B	0909 CA-9 Sur, Autopista, Garita de Peaje
B	0910 RD-ESC S/N, a 2 km. De Iztapa
S	0911 Calzada Aguilar Batres, a 500 mts. De el Trebol
S	0912 Calzada Aguilar Batres, 100 mts. Antes entrada San Cristobal a 500 mts. De la CA-9 Sur
S	0913 Anillo Periférico Sur a Norte, Super 24 zona 2
S	0915 Anillo Periférico Sur a Norte, antes Puente El Incienso
S	0916 Anillo Periférico Sur a Norte, Colonia Centro América
S	0917 Anillo Periférico Sur a Norte, Canal 3
S	0918 Anillo Periférico Sur a Norte, Pente 13 calle
S	0919 Anillo Periférico Sur a Norte, Novicentro Zona 11
A	1001 CA-10, km. 141, después puente Motagua
S	1002 CA-10, KM. 156, 500 mts. Después de Santa Rosa
B	1003 CA-10, km. 172, 1 km después de aldea Petapilla
S	1004 CA-10, km. 177, 1 km. Antes desvío a Ipala
S	1005 CA-10, km. 196, antes puente San Nicolás
S	1006 CA-10, km. 219, antes puente Los Apantes
S	1007 CA-10, km. 235, antes puente Atulapa
PF	1008 CA-10, km. 241, Frontera Agua Caliente
S	1009 RD-CHIQ-1, a 500 mts. De la CA-10
S	1010 RD- ZAC-16, a 500 mts. De la CA-10
S	1011 RD-CHIQ-20, a 2 kms. De la CA-10
S	1101 CA-11, km. 184, a 1 km. De la CA-10
S	1102 CA-11, km. 213, después del puente Jupilingo
PF	1103 CA-11, km. 228, Frontera El Florido
<b>28 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	01101 RN- 11, km. 182, 1 km. Antes de la CA-2 Occidente
S	01102 RN- 11, KM. 137, a 2 kms. De Patulul
S	01103 RN-11, km. 175, a 2 kms. De Patulul
S	01104 RD-SOL-4, a 4 kms. De San Pedro La Laguna
S	01105 RD-SOL-14, a 4 kms. De Santiago Atitlán
S	01106 RD-SOL-4, a 1 km. De San Lucas Tolimán
S	01107 RD-CHM-10, a 2 kms. De Patulul
S	01108 RD-CHM-10, a 2 kms. De San Miguel Pochuta
S	01109 RD-CHM-10, 6kms. Antes de Acatenango
S	1201 CA-12, km. 216, después del Puente Padre Miguel
PF	1202 CA-12, km. 237, Frontera Nueva Anguiatú
S	1203 RD-ZAC-8, a 1 km. De la Fragua
S	1204 RD-CHIQ-1, a 1km. De San Esteban
S	01200 RN-12 Norte, a 2 kms. De San Marcos
S	01201 RN-12 Norte, km. 260, antes de Aldea San Andrés Chapil
S	01202 RD-SM-2, a 2 kms. Después de Tejutla
S	01203 RN-12 Norte, km. 278, a 1 km. Del desvío a Tejutla
S	01204 RD-SM-15, 2 kms. Antes de Ojetenán
S	01205 RD-SM-7, a 2 kms. De RN 12 ( Tuichán )
S	01206 RN- 12 Norte, km. 330, a 2 kms. De Tacaná
S	01207 RD SM-7, a 2 kms. De San Sebastián ( RN-12 Norte )
S	01208 RD-SM-30, a 2 kms. De Sintaná
S	01209 RN-12, km. 307, después de Caserío Los Pocitos
S	01210 RD-SM-17, a 2 kms. De RN-12
S	01211 RN-12 Sur, a 2 kms. De Coatepeque
S	01212 RN-12 Sur, a 3 kms. De El Quetzal
S	01213 RN-12-Sur, 2 kms. Antes de San Marcos
S	01214 RD-SM-6, a 1 km. De finca Solá
S	01215 RD-SM-28, a 1 km. De RN-12 Sur
S	01216
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	01217 RD-SM-12, a 2 kms. De Pajapa
S	01218
S	01219 RD-SM-47, a 1 km. De Buenos Aires
A	1301 CA-13, km. 254, a 1 km. De la CA-9 Norte
S	1302 CA-13, km. 286, 1 km. Después de la Báscula D.G.C
S	1303 CA-13, km.331, Puente Tenedores
S	1304 CA-13, km. 378, a 500 mts. Del Puente Chinchilá
S	1305 CA-13, km. 403, 1 km. Después de Poptún
S	1306 CA-13,km. 425, 1 km. Después de Dolores
S	1307 CA-13, a 6 kms. De Santa Elene
S	1308 CA-13, a 2 kms. De El Remate
S	1309 CA-13, a 2 kms. De El Zapote
S	1310 CA-13, 2 kms. Antes de Melchor de Mencos
S	1311 CA-13, a 2 kms. De la CA-9 Norte
S	01301 RD-PET-3, 10 kms antes de Tikal
S	01302 RD-PET-11, a 2 kms. De San Benito
S	01303 RD-PET-11, 2 kms. Antes de La Libertad
S	01304 RD-PET-13, a 2 kms. De La Libertad
S	01305 RD-PET-QE, 4 kms. Antes de San Diego
S	01306 RD-PET-11, 1 km. Antes de El Subín
S	01307 RD-PET-11, 2 kms. Antes de Las Pozas
S	01308 RD-PET-11 y AB-9, 3 kms. Antes de Chisec
S	01309 RD-PET-13, 4 kms. Antes de La Pita
S	01312
PF	01310
<b>24 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	1401 CA-14, km. 89, Báscula
S	1402 CA-14, km. 137, 500 mts. Después desvío Salamá
S	1403 CA-14, km. 185, 1 km. Antes entronque a San Julián
S	1404 CA-14, km. 203, 500 mts. Después entrada Santa Cruz Verapaz
S	1405 CA-14, 4 kms. Después de Cobán
S	1406 RN-5, km. 223, 1 km. Dspues de Cobán
S	1407 RN-5, km. 228, 2 kms. Después de San Pedro Carchá
S	1408 RN-5, Km.270, a 2 Kms. De el Pajal
S	1409 RD AV-6, Km. 271, 1Km. Despues de EL Pajal
S	1410 CA - 14, 2 Kms. Despues de Cubilhuitz
S	1411 RD AV-1 a 4 Kms. De Coban
S	1412 FTN, 4 Kms. Antes de Sebol
S	1413 RD AV-6, a 4 Kms. De Laquin
S	1414 RN-5, 5 Kms. Antes de Sebol
S	1415 RD BV-5, a 1 Kms. De RN-17
S	1416 RD AV -8 a 5000 mts. De la CA-14
S	1417 RD AV-7, a Km. De Lanquin
S	1418 FTN, 2 Kms . Antes de Fray Bartolome de las casas
S	1419 RD- AV-42, A 4 Kms. De Cacahuila
S	1420 RD AV-12, A 1 Km. De Salama
S	1421 RD PRO-7, a 1 Km. De CA-14
S	1422 RD AV-42, a 2kms. De Balbatzul
S	1423 RD AV-42, a 2 Kms. De Salacum
S	1424 RD AV-26, a 6Kms. De San Pedro Carchá
S	1425 RD BV-36, a 1 km. De Santa Marta
S	1426 RD BV-37, a 1 Km. De los Limones
S	1427 RN 5, a 1KM. De Cachil
S	1428 RD BV-2, A 1 Km. De la Paz
S	1429 RD BV-5, A 1 Km. De San Isidro
S	1430 RD BV-39, a Km. De la Cumbre
S	1431 RD BV-2, a 1 km. De la CA-14
<b>30 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	1432 RD BV-2, a Km. De Chilasco
S	1433 RD BV-38, a 1 km. De Purulhá
S	1434 RD BV-38, a 1 Km. De Liquidambar
S	1435 RD AV-44, a 1 Km, de Chisec
S	1436 RD AV-46, a 1 km. De chisec
S	1437 RD AV-45, a 1 Km. De Samococh
S	1438 RD AV -46, a 1 Km. De Samococh
S	1439 RD AV- 48, a 1 Km. De Chisec
S	1440 RD AV-9, a 1 Km. De Sejux
S	1441 RD AV-47, a 1 Km. De Semuy
S	1442 RD AV-52, a 1 Km. De seacté
S	1443 RD AV-53, a 1 Km. Champenguado
S	1444 RD AV-51, a 2 Kms. De Fray Bartolomé de las casas
S	1445 RD AV-51, a 1km. De El Naranjal
S	01401 RN 14, Km. 102, a 4 Kms. De Escuintla
S	01402 RN 14, Km. 85, 1 Km. Después de Alotenango
S	01403 14, Km 74, 500 mts. Después entrada San Antonio Aguas Calientes
S	01404 RD SAC-1, a 1 Km. De San Juan del Obispo
S	01405 RN 10, Km. 39, 500 mts. Antes puente Pensativo
S	01406 RN 14, Kms. Después de Parramos
B	01407 RN 10, Km 28, a 700 mts. Del puente San Lucas Sacatepéquez
S	01408 RD CHM, Km. 55, a 1 Km. De Ca- 1 Occidente
S	01409 RN-10, 2 Kms. Antes de Yepocapa
S	01410 RN-10, 3 Kms. Después de San Miguel Dueñas
S	01411 RD SAC-1, a 1 Km. De Santa Maria de Jesús
S	01412 RD SAC-5 a 500 mts. De la Finca Florencia
S	01413 RD CHM s/n, a 500 mts. 500 mts. De la RN-14
S	01414 RD SAC s/n, a 500 mts. De la RN-14
S	01415 RD SAC-3, a 1 Km. De ciudad Vieja
S	01416 RD CHM-6, a 4 Kms. De Calderas
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	01417
S	1501 RD QUI-3, Km. 220, a 1 Km. De la RN-7W
S	1502 RN15, Km 212, 4 Kms. Antes de Sacapulas
S	1503 RD QUI-13, Km. 187, a 2 Kms. De la RN-15
S	1504 RN 15, Km. 166, a 4 Kms. Del Parque Santa Cruz del Quiché
S	1505 RN 15, Km. 159, 1 Km. Después puente canchoj
S	1506 RN 15, Km. 129, a 1 Km. De la CA-1 Occidente
S	1507 RN 1, Km. 136, 500 mts . Antes puesto de salud los Cipreces
S	1508 RN 11, Km. 118, a 500 mts. De la CA-1 Occidente
B	1509 RN 1, Km. 83, antes aldea Las Mercedes
A	1510 RN 1, Km. 71, a 1 Km. De Patzicia
S	1511 RN-1, A 3 Km de Godínez
S	1512 RN-15, KM. 175, antes de Caserio C
S	1513 RD-QUI-5, a 4kms. De RD-QUI-2
S	1514 RD-QUI-1, a 4 kms. De Chiáj
S	1515 RD-QUI-4, a 3 kms. De Santa Cruz del Quiché
S	1516 RD-QUI-S/N, a 1 km. De Patzité
S	1517 RD-QUI-S/N, a 2 kms. De Patzité
S	1518 RD-QUI-S/N, a 2 kms. De Chimente
S	1519 RD-TOT-3, a 2 kms. De la Ruta CA-1 Occidente (Alaska)
S	1520 RD-TOT-1, a 4 kms. De Tonicicapán
S	1521 RD-QUI-1, 1 km. Antes de San Antonio Ilotenango
S	1522 RD-QUI-3, a 2 kms. De Nebaj
S	1523 RD-QUI-6, a 2 kms. De la RD-QUI-3
S	1524 RD-QUI-9, 2 kms. Antes de San Antonio Ilotenango
S	1800 RD-GUA-6, km. 20, a 1 km. De la CA-9 Norte
S	1801 RD-GUA-6, km. 43, 2 kms. Antes de San José Pinula
A	1802 RN-18, km. 21, a 1 km. De la CA-1 Oriente
S	1803 RN18, km. 27, a 2 kms. De San José Pinula
<b>28 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	1804 RN 18, Km. 114, 2 Kms. Antes de Jalapa
S	1805 RN 18, Km. 121, 2 Kms. Antes de San Pedro Pinula
S	1806 RN 18 , Km. 142, A 2 Kms. De San Pedro Pinula, baños de agua tibia
S	1807 RN 18, Km. 195, a 1 Km. De la CA - 10
S	1808 RD CHIQ - 1 , Km. 188, a 500 mts. De aldea El Obraje
S	1809 RD ZAC - 3 Km. 157, a 2 Kms. De Gualán
S	1810 RD ZAC - 3 a 3 Kms. De Gualán
S	1811 RD ZAC - 5, 3 Kms después de Gualán
S	1812 RD ZAC - 5, 3 Kms. Antes de La Unión
S	1813 RN 18, Km. 75, 2 Kms. Antes de Mataquesuintla
S	1814 RN 18, Km. 82, 4 Kms. Después de Mataquesuintla
S	1815 RN 18, Km. 165, a 4 Kms. De San Luis Jilotepeque
S	1816 RD JAL - 1, a 2 Kms. De San Luis Jilotepeque
S	1817 RD JAL - 1, a 4 Kms. De san Manuel Chaparrón
S	1818 RD JAL - 7, a 2 Kms. De San Manuel Chaparrón
S	1819 RD JAL - 2, a 3 Kms. De RN 19
S	1820 RD JAL - 2, a 2 Kms. De RN 18 (Miramundo)
S	1821 RN 18, a 3 Kms. De Esquipulas
S	1822 RD JAL - 6, a 2 Kms. De San Luis Jilotepeque
S	1823 RD ZAC s/n, a 800 mts. De la RD ZAC - 3
S	1824 RD ZAC s/n, a 800 mts. De la RD ZAC - 3
S	1825 RD ZAC s/n, a 1 Km. De la RD ZAC - 3
S	1901 RN 19, Km. 58, 1 Km. Después de Sanarate en campamento de caminos
S	1902 RN 19, Km. 107 a 1 Km. De base militar No. 9
S	1903 RN 19, Km. 135, a 2 Kms. De El Progreso Jutiapa
S	1904 RD JUT - 4, a 2 Kms. De Santa Catarina Mita
S	1905 RN 23, Km. 128, 3 Kms. Después de Jutiapa
S	1906 RD CHIQ - 1, Km. 172, 1 Km. Después de Agua Blanca
S	1907 RN 23, Km. 150, 2 Kms. Después de Yupiltepeque
S	1908 RD JUT - 4, a 2 Kms. De Santa Catarina Mita
<b>29 ESTACIONES</b>	

ESTACION	LOCALIZACION
S	1909 RD JUT - 4, a 2 Kms. De Horcones
S	1910 RD JUT - 6, a 2 Kms. De la CA 1 Oriente
S	1911 RN 19, a 1 Km. De la CA 9 Norte
S	1912 RD-JUT-26, a 1 km. De Yupiltepeque
S	1913 RD-JUT-5, a 1 km. De RN-23 ( El Jocotillo )
S	1914 RD-JUT-5, a 1 km. De Atescatempa
S	1915 RD-JUT-2, a 2 kms. De Jutiapa
S	1916 RN-19, a 1 km. De la aldea el Copalito
S	1917 RD-JAL-S/N, a 500 mts. De la RN-19
S	1918 RD-JAL-31, a 800 mts. De Sanarate
S	1919 RD-JAL-S/N, a 500 mts. De la RN-19
S	9101 RN-9 Sur, km. 229, 2 kms. Antes de Champerico
A	9102 RN-9 Sur, km. 196, kms. De base militar Retalhuleú
S	9103 RN-9 Sur, km. 186, a 500 mts. De Retalhuleú
S	9104 CITO 180, km. 186, a 2 kms. De la Ruta CA-2 Occidente
S	9105 CITO 180, km. 231, 500 mts. Antes Hotel del Campo
S	9106 RN-1, km. 203, 500 mts. Después entronque CITO 180
A	9107 RN-1, km. 192, Lácteos Xelac
A	9108 RN-1, km. 191, a 1 km. De Cuatro Caminos
S	9109 RN-9 Norte, km. 262, a 500 mts. De la CA-1 Occidente
S	9110 RN-9 Norte, km. 271, a 1 km. De Huehuetenango
S	9111 RN-9 Norte, km. 274, a 2 kms. De Chiantla
S	9112 RN-9 Norte, a 1 km. Del desvío a Paquix
S	9113 RN-9 Norte, a 2 kms. De San Juan Ixcoy
S	9114 RN-9 Norte, 2 kms. Después de Pet
S	9115 RN-9 Norte, a 2 kms. De Barillas
S	9116 RN-13, a 2 kms. De San Antonio Morazán
S	9117 RN-13, km. A 2 kms. De Caballo Blanco
S	9118 RD-SCH-26, a 500 mts. De la RD-SCH-1
S	9119 RD-SCH-1, a 1 km. De la CITO - 180
<b>29 ESTACIONES</b>	

Fuente: Departamento de Ingeniería de Tránsito, Dirección General de Caminos.

## A-2. MATRIZ DE RESULTADOS, POR TOTAL DE ESTACIONES EN INGRESOS Y EGRESOS

			INGRESOS				EGRESOS								
			V A R I A B L E S		T A M A Ñ O S		Confiabilidad	Error de	Amplitud	R E S U L T A D O S		Intervalo Confiabilidad		VALOR	
			Proporción	Proporción	Tamaño de	Tamaño de				Proporción	Proporción	De	a		
DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS	TIPO DE VEHICULO	P (SI)	Q (NO)	Muestra	Universo	Tipificada	Estimación	Intervalo	Límite Superior	Límite Inferior	De	a	PUNTUAL	
SOLOLA	Nahuala	V.LIVIANOS	0.764890282	0.235109718	545	17604	1.96	3.9%	0.077353146	0.803566855	0.726213709	72.6%	80.4%	76.5%	
		MOTOS	0.094043887	0.905956113	545	17604	1.96	2.8%	0.055484816	0.121786295	0.066301479	6.6%	12.2%	9.4%	
		BUSES	0.022988506	0.977011494	545	17604	1.96	1.6%	0.031987593	0.038982302	0.006994709	0.7%	3.9%	2.3%	
		MICROBUSES	0.05276907	0.947230930	545	17604	1.96	2.2%	0.044181898	0.074860019	0.030678121	3.1%	7.5%	5.3%	
		T. PESADO	0.065308255	0.934691745	545	17604	1.96	2.4%	0.048069373	0.089342942	0.041273568	4.1%	8.9%	6.5%	
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	545	17604	1.96	0.4%	0.007192661	1.003596330	0.996403670	99.6%	100.4%	100.0%	
TOTONICAPAN	San Cristobal Totonicapan	V.LIVIANOS	0.701926445	0.298073555	860	28895	1.96	3.2%	0.064819085	0.734335987	0.669516902	67.0%	73.4%	70.2%	
		MOTOS	0.114886165	0.885113835	860	28895	1.96	2.3%	0.046569026	0.138170678	0.091601652	9.2%	13.8%	11.5%	
		BUSES	0.054640981	0.945359019	860	28895	1.96	1.7%	0.034500501	0.071891231	0.037390730	3.7%	7.2%	5.5%	
		MICROBUSES	0.095971979	0.904028021	860	28895	1.96	2.2%	0.043363488	0.117653723	0.074290235	7.4%	11.8%	9.6%	
		T. PESADO	0.032574431	0.967425569	860	28895	1.96	1.4%	0.027945199	0.046547030	0.018601831	1.9%	4.7%	3.3%	
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	860	28895	1.96	0.2%	0.004558140	1.002279070	0.997720930	99.8%	100.2%	100.0%	
QUETZALTENANGO	Salcajá	V.LIVIANOS	0.439254133	0.560745867	3167	176155	1.96	1.8%	0.035501293	0.457004779	0.421503487	42.2%	45.7%	43.9%	
		MOTOS	0.097013969	0.902986031	3167	176155	1.96	1.1%	0.021671547	0.107849742	0.086178196	8.6%	10.8%	9.7%	
		BUSES	0.066320646	0.933679354	3167	176155	1.96	0.9%	0.018417417	0.075529354	0.057111938	5.7%	7.6%	6.6%	
		MICROBUSES	0.029027297	0.970972703	3167	176155	1.96	0.6%	0.012828151	0.035441373	0.022613222	2.3%	3.5%	2.9%	
		T. PESADO	0.037229271	0.962770729	3167	176155	1.96	0.7%	0.014308343	0.044383442	0.030075099	3.0%	4.4%	3.7%	
			<b>TOTAL</b>	0.668845316	0.331154684	3167	176155	1.96	1.7%	0.033729238	0.685709935	0.651980697	65.2%	68.6%	66.9%
	Almolonga	V.LIVIANOS	0.250672818	0.749327182	642	176155	1.96	3.7%	0.073087219	0.287216428	0.214129208	21.4%	28.7%	25.1%	
		MOTOS	0.019351531	0.980648469	642	176155	1.96	1.4%	0.027396061	0.033049562	0.006563501	0.6%	3.3%	1.9%	
		BUSES	0.016724337	0.983275663	642	176155	1.96	1.3%	0.025924671	0.029866672	0.003762001	0.4%	3.0%	1.7%	
		MICROBUSES	0.008906831	0.991093169	642	176155	1.96	1.0%	0.020626468	0.019220065	-0.001406404	-0.1%	1.9%	0.9%	
T. PESADO		0.035499167	0.964500833	642	176155	1.96	1.7%	0.034703190	0.052850762	0.018147572	1.8%	5.3%	3.5%		
		<b>TOTAL</b>	0.331154684	0.668845316	642	176155	1.96	3.9%	0.078840762	0.370575065	0.291734303	29.2%	37.1%	33.1%	
TOTAL QUETZALTENANGO	V.LIVIANOS	0.689928951	0.310073049	3809	176155	1.96	1.5%	0.030091060	0.704972481	0.674881421	67.5%	70.5%	69.0%		
	MOTOS	0.1163655	0.883634500	3809	176155	1.96	1.1%	0.021177477	0.126954239	0.105776762	10.6%	12.7%	11.6%		
	BUSES	0.083044983	0.916955017	3809	176155	1.96	0.9%	0.018368037	0.092229001	0.073860964	7.4%	9.2%	8.3%		
	MICROBUSES	0.037934128	0.962065872	3809	176155	1.96	0.7%	0.013032649	0.044450452	0.031417803	3.1%	4.4%	3.8%		
	T. PESADO	0.072728438	0.927271562	3809	176155	1.96	0.9%	0.017348367	0.081401621	0.064055254	6.4%	8.1%	7.3%		
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	3809	176155	1.96	0.1%	0.001029142	1.000514571	0.999485429	99.9%	100.1%	100.0%	
SAN MARCOS	San Antonio Sacatepequez	V.LIVIANOS	0.675324675	0.324675325	168	109269	1.96	8.3%	0.165263484	0.757956417	0.592692333	59.3%	75.8%	67.5%	
		MOTOS	0.072727273	0.927272727	168	109269	1.96	5.1%	0.102046268	0.123750407	0.021704139	2.2%	12.4%	7.3%	
		BUSES	0.036363636	0.963636364	168	109269	1.96	4.0%	0.080072631	0.076399952	-0.003672679	-0.4%	7.6%	3.6%	
		MICROBUSES	0.106493506	0.893506494	168	109269	1.96	5.8%	0.116831723	0.164909368	0.048077645	4.8%	16.5%	10.6%	
		T. PESADO	0.109090909	0.890909091	168	109269	1.96	5.9%	0.117827432	0.168004625	0.050177193	5.0%	16.8%	10.9%	
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	168	109269	1.96	1.2%	0.023333333	1.011666667	0.988333333	98.8%	101.2%	100.0%	
RETALHULEU	San Andres Villa Seca	V.LIVIANOS	0.122249943	0.877750057	407	55837	1.96	3.7%	0.073127135	0.158813511	0.085686376	8.6%	15.9%	12.2%	
		MOTOS	0.037423452	0.962576548	407	55837	1.96	2.3%	0.046420960	0.060633932	0.014212972	1.4%	6.1%	3.7%	
		BUSES	0.00385575	0.996144243	407	55837	1.96	1.1%	0.021644408	0.014677954	-0.006966454	-0.7%	1.5%	0.4%	
		MICROBUSES	0.017464278	0.982535722	407	55837	1.96	1.8%	0.035022691	0.034975623	-0.000047068	0.0%	3.5%	1.7%	
		T. PESADO	0.012474484	0.987525516	407	55837	1.96	1.6%	0.031145387	0.028047178	-0.003098210	-0.3%	2.8%	1.2%	
			<b>TOTAL</b>	0.193467907	0.806532093	407	55837	1.96	4.3%	0.086199880	0.236567847	0.150367967	15.0%	23.7%	19.3%
	San Felipe Retalhuleu	V.LIVIANOS	0.347697891	0.652302109	1042	55837	1.96	3.1%	0.061108053	0.378238187	0.317157594	31.7%	37.8%	34.8%	
		MOTOS	0.209117714	0.790882286	1042	55837	1.96	2.6%	0.052708476	0.235471952	0.182763476	18.3%	23.5%	20.9%	
		BUSES	0.051485598	0.948514402	1042	55837	1.96	1.5%	0.030359138	0.066665167	0.036308029	3.6%	6.7%	5.1%	
		MICROBUSES	0.169652983	0.830347017	1042	55837	1.96	2.4%	0.048935179	0.194120572	0.145185393	14.5%	19.4%	17.0%	
T. PESADO		0.028577909	0.971422091	1042	55837	1.96	1.2%	0.023815457	0.040485637	0.016670180	1.7%	4.0%	2.9%		
		<b>TOTAL</b>	0.806532093	0.193467907	1042	55837	1.96	2.6%	0.051304889	0.832184528	0.789879659	78.9%	83.2%	80.7%	
TOTAL RETALHULEU	V.LIVIANOS	0.469947834	0.530052166	1449	55837	1.96	2.7%	0.053448347	0.496672008	0.443223660	44.3%	49.7%	47.0%		
	MOTOS	0.246541166	0.753458834	1449	55837	1.96	2.3%	0.046524750	0.269803541	0.223278791	22.3%	27.0%	24.7%		
	BUSES	0.055341347	0.944658653	1449	55837	1.96	1.3%	0.025951655	0.068317175	0.042365520	4.2%	6.8%	5.5%		
	MICROBUSES	0.18711726	0.812882740	1449	55837	1.96	2.1%	0.042357138	0.208295829	0.165938691	16.6%	20.8%	18.7%		
	T. PESADO	0.041052393	0.958947607	1449	55837	1.96	1.1%	0.022877779	0.052491282	0.029613503	3.0%	5.2%	4.1%		
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	1449	55837	1.96	0.1%	0.002705314	1.001352657	0.998647343	99.9%	100.1%	100.0%	
SUCHITEPEQUEZ	Cuyotenango	V.LIVIANOS	0.515222482	0.484777518	1920	66992	1.96	2.3%	0.046117733	0.538281349	0.492163616	49.2%	53.8%	51.5%	
		MOTOS	0.216627635	0.783372365	1920	66992	1.96	1.9%	0.038372490	0.235813880	0.197441390	19.7%	23.6%	21.7%	
		BUSES	0.033957945	0.966042055	1920	66992	1.96	0.9%	0.018015248	0.042965469	0.024950222	2.5%	4.3%	3.4%	
		MICROBUSES	0.083723653	0.916276347	1920	66992	1.96	1.3%	0.026468744	0.096958025	0.070489281	7.0%	9.7%	8.4%	
		T. PESADO	0.150488394	0.849511606	1920	66992	1.96	1.7%	0.033573309	0.167255038	0.133681730	13.4%	16.7%	15.0%	
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	1920	66992	1.96	0.1%	0.002041667	1.001020833	0.998979167	99.9%	100.1%	100.0%	
REGIONAL	TOTAL MUESTRA regional	V.LIVIANOS	0.619865031	0.380134969	8751	502986	1.96	1.0%	0.020612489	0.630171276	0.609558787	61.0%	63.0%	62.0%	
REGIONAL	TOTAL MUESTRA regional	MOTOS	0.155294307	0.844705693	8751	502986	1.96	0.8%	0.015493265	0.163040939	0.147547674	14.8%	16.3%	15.5%	
REGIONAL	TOTAL MUESTRA regional	BUSES	0.058165069	0.941834931	8751	502986	1.96	0.5%	0.010170704	0.063250421	0.053079717	5.3%	6.3%	5.8%	
REGIONAL	TOTAL MUESTRA regional	MICROBUSES	0.077553425	0.922446575	8751	502986	1.96	0.6%	0.011558662	0.083327556	0.071774094	7.2%	8.3%	7.8%	
REGIONAL	TOTAL MUESTRA regional	T. PESADO	0.089122168	0.910877832	8751	502986	1.96	0.6%	0.012283644	0.095263990	0.082980346	8.3%	9.5%	8.9%	
		<b>TOTAL</b>	1	0.000000000	8751	502986	1.96	0.0%	0.000447949	1.000223974	0.999776026	100.0%	100.0%	100.0%	
TPHD	TPHD	V.LIVIANOS	0.619860906	0.380139194	8751	502986	1.96	1.0%	0.020612532	0.630167072	0.609554540	61.0%	63.0%	62.0%	
TPHD	TPHD	MOTOS	0.155293248	0.844706752	8751	502986	1.96	0.8%	0.015493223	0.163039860	0.147546637				