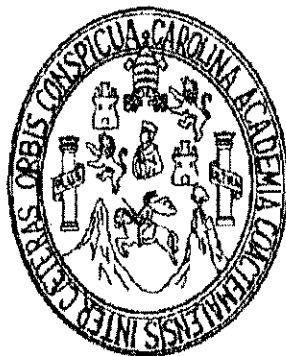


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL ANTE LA ACTUAL  
PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE TERRESTRE EN LA  
CIUDAD DE GUATEMALA**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**ANAITÉ VARGAS SALVATIERRA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1997**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

T(4186)  
04

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

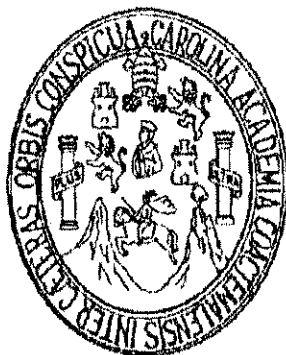
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL ANTE LA ACTUAL  
PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE TERRESTRE EN LA  
CIUDAD DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Mecánica-Industrial con la fecha 17 de septiembre de 1996.

  
ANAITÉ VARGAS SALVATIERRA

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Herbert René Miranda Barrios
<b>VOCAL 1o.</b>	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
<b>VOCAL 2o.</b>	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
<b>VOCAL 3o.</b>	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
<b>VOCAL 4o.</b>	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
<b>VOCAL 5o.</b>	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	In. Herbert René Miranda Barrios
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Francisco Gómez Rivera
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Juan Merck Cos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Luis Antonio Tello Castro
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Ejercicio Profesional Supervisado  
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.G.083.97

Guatemala, 19 de agosto de 1,997. -

Señor  
Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador de la Unidad  
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.  
Presente.

Señor Coordinador:

Por medio de la presente, informo a usted que, como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la señorita estudiante universitaria de la carrera de Ingeniería Industrial, **ANAITE VARGAS SALVATIERRA**; procedí a revisar el Informe Final de la práctica de EPS, realizada en la Ministerio de Comunicaciones Transportes y Obras Públicas, cuyo título es: **ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL ANTE LA ACTUAL PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**; el cual cumple con los requisitos de Ley, así como con los objetivos planteados.

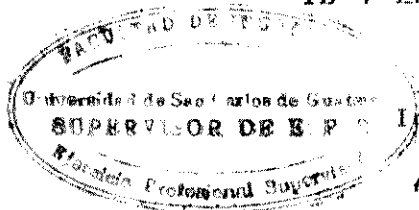
Los resultados plasmados en este trabajo, producto del EPS, constituyen un valioso aporte técnico a las necesidades de intervención profesional en las actividades cotidianas de las instituciones, principalmente en el beneficio que estos proyectos conllevan a la sociedad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de Usted.

Muy Atentamente,

" **ID Y ENSEÑAR A TODOS** "



*Luis Antonio Tello Castro*  
Ing. Luis Antonio Tello Castro  
SUPERVISOR DE E.P.S.  
AREA DE INGENIERIA MEC-IND.

LATC/lac  
c.c. : Archivo



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Ejercicio Profesional Supervisado  
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.150.97  
Guatemala, 19 de agosto de 1,997.-

Señor  
Ing. Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela de  
Ingeniería Mecánica-Industrial  
Presente.-

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), titulado: **ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL ANTE LA ACTUAL PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**

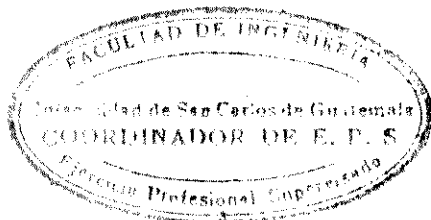
Este trabajo, lo desarrolló la señorita estudiante universitaria **ANAITE VARGAS SALVATIERRA**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ingeniero Luis Antonio Tello Castro.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la **APROBACION** del mismo por parte del Asesor-Supervisor, esta **COORDINACION** también **APRUEBA** su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo de usted, como su más atento y seguro servidor.

Deferentemente,

" ID Y ENSEÑAD A TODOS "



Ing. Juan Merck Cos  
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/lat  
c.c.: Archivo  
Anexo: Informe Final mencionado.

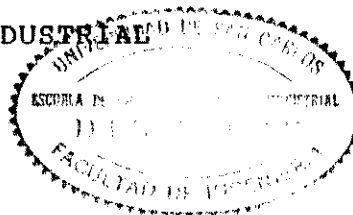


FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL ANTE LA ACTUAL PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, presentado por la estudiante universitaria Anaite Vargas Salvatierra, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑANZA A TODOS

Ing. Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, noviembre de 1,997.

emds

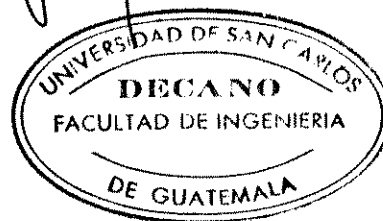


FACULTAD DE INGENIERIA

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 Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL ANTE LA ACTUAL PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, presentado por la estudiante universitaria Anaite Vargas Salvatierra, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Miguel Ángel Sánchez  
DECANO EN FUNCIONES



Guatemala, noviembre de 1,997.

emds

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>ix</b>
<b>1: TRANSPORTE TERRESTRE:</b>	
1.1 Definición .....	1
1.2 Clasificación general .....	1
1.2.1 Clasificación de carreteras .....	1
1.2.2. Clasificación del autotransporte .....	16
1.2.3. Transporte por carretera .....	19
<b>2: ENTIDADES Y LEYES QUE REGULAN EL TRANSPORTE TERRESTRE</b>	
2.1. Entidades .....	22
2.1.1. Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas.....	22
2.1.2. Municipalidad .....	25
2.1.3. Policía Nacional .....	28
2.2. Leyes y reglamentos .....	30
2.2.1. Ley de Tránsito .....	30
2.2.2. Reglamento de pesos y dimensiones .....	31
2.2.3. Reglamento del servicio de transporte extraurbano de pasajeros por carretera .....	32
2.2.4. Reglamento de servicios de transporte colectivo urbano .....	33
<b>3: HISTORIAL DE LA PROBLEMÁTICA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</b>	
3.1. Combustible .....	35
3.1.1. Evolución del precio .....	35
3.1.2. Consumo .....	36
3.1.3. Estadísticas de contaminación .....	37
3.2. Volumen de vehículos .....	44
3.2.1. Vehículos de carga .....	44
3.2.2. Vehículos de pasajeros .....	45
3.3. Tarifas de transporte .....	46
3.3.1. Precio boleto/pasajero .....	46
3.3.2. Precio por carga .....	47



3.3. Tarifas de transporte .....	46
3.3.1. Precio boleto/pasajero .....	46
3.3.2. Precio por carga .....	47

#### **4: PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE**

4.1. Factores que inciden en la problemática .....	49
4.1.1. Falta de educación vial .....	49
4.1.2. Falta de información sobre la conservación del medio ambiente ..	49
4.1.3. Estado de las vías de circulación .....	51
4.1.4. Escasez de transporte colectivo .....	54
4.2. Situación de la contaminación ambiental en Guatemala .....	56
4.2.1. Origen de los contaminantes .....	57
4.2.2. Efectos a nivel del ecosistema .....	57
4.2.3. Efectos en la salud del ser humano .....	59
4.2.4. Efectos del plomo en la salud del ser humano .....	60

#### **5: SOLUCIONES PROPUESTAS**

5.1. Institucional .....	63
5.2. Legislativo .....	66
5.2.1. Revisión de la Ley de Tránsito .....	66
5.2.2. Propuesta de la emisión del Reglamento de Tránsito .....	79
5.2.3. Reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores .....	79
5.3. Educativo .....	86
5.3.1. Divulgación de información sobre la preservación del medio ambiente .....	86
5.3.2. Planificación del transporte no motorizado .....	90
5.4. Usuarios .....	91
5.4.1. Control de emisiones de gases producidos por vehículos .....	91
5.4.2. Seguridad .....	95
5.4.3. Accidentes .....	97
5.4.4. Regulación de carga y descarga .....	102
5.5. Tecnológica .....	103
5.5.1. Motores alternos .....	103

#### **6: COMBUSTIBLES Y CONTAMINANTES**

6.1. Los combustibles .....	104
6.1.1. El petróleo .....	104
6.1.2. Los hidrocarburos .....	104
6.1.3. Producción de los combustibles .....	105
6.1.4. Características de la gasolina .....	107

<b>7: LOS COMBUSTIBLES ALTERNOS .....</b>	<b>113</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>120</b>

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No.1: Monóxido de carbono .....	37
Gráfica No.2: Material particulado en suspensión .....	38
Gráfica No.3: Ozono .....	39
Gráfica No.4: Dióxido de Nitrógeno .....	40
Gráfica No.5: Componentes principales del aire .....	87

# GLOSARIO

## A

**Arteria:** calle destinada primordialmente a proporcionar un medio para la circulación del tránsito en la forma más expedita que sea posible. Tiene como fin secundario el acceso a las propiedades colindantes.

**Autobús:** vehículo con motor de combustión interna.

**Automóvil:** vehículo con propulsión propia destinado al transporte de no más de ocho personas.

**Aditivos:** productos elaborados a partir del petróleo que sirven para mejorar determinadas propiedades, modificarlas o conseguir otras totalmente nuevas.

**Aromático:** combustible con olor aromático producto del proceso de reformado. Se caracteriza por su alta potencia y su resistencia a la detonación del motor.

## B

**Bicicleta:** vehículo de propulsión humana con dos ruedas iguales en línea.

## C

**Calle:** cualquier vía urbana que no sea una vía férrea.

**Carretera:** camino de características modernas destinado a un número relativamente grande de vehículos motorizados.

**Carretera internacional:** la que tiene por objeto proveer un medio de comunicación entre dos o más países.

**Carretera nacional:** la que tiene como fin comunicar los puntos más importantes de un país y está destinada principalmente al tránsito que recorre grandes distancias.

**Carretera regional:** la que sirve solamente a una región, pero está vinculada a alguna carretera nacional y se destina a recorridos de mediana longitud.

**Combustión:** rápida combinación de oxígeno con otras sustancias, principalmente carbón, con la consecuente liberación de energía.

**Conductor:** todo aquel que conduce un vehículo.

**Congestión:** acumulación excesiva de vehículos en alguna parte de una vía.

**Convertidor catalítico:** dispositivo colocado en el tubo de escape de los vehículos con motor de gasolina para acelerar el proceso de combustión y reducir el nivel de emisiones. Se le llama incorrectamente catalizador.

**Corriente vehicular:** conjunto de vehículos que circulan por una calzada de una vía, en una dirección y en el mismo sentido.

**Cruce:** lugar donde una calzada se une o atraviesa a otras u otras. También se llama así a lo que sucede cuando la trayectoria de los vehículos de una corriente de tránsito corta a la de los vehículos de otra.

## D

**Demanda de estacionamiento:** necesidad de espacios para estacionar que existe en un área determinada.

**Densidad de tránsito:** número de vehículos que ocupa la unidad de longitud de una vía o carril de ella, en un instante dado. Se mide comúnmente en vehículos por kilómetro.

**Destilados:** fracciones de aceites minerales que son obtenidas por destilación del petróleo crudo sin tratamiento adicional.

**Detonación:** perturbaciones en la combustión cuando la antidetonancia del combustible es inferior a la exigida por el motor.

**Distancia de frenado:** espacio recorrido por un vehículo mientras frena.

## E

**Estación de control:** lugar fijo de una vía donde se efectúan recuentos de control de volúmenes de tránsito.

**Estacionamiento:** es el acto mediante el cual un conductor deja su vehículo parado en cierto lugar y se aleja de él.

**Etanol:** alcohol metílico técnicamente puro con elevada resistencia a la detonación. Se produce mediante la fermentación.

## H

**Hidrocarburo:** hidrocarbano. Compuesto orgánico cuya estructura química está formada de carbono e hidrógeno.

## I

**Índice de accidentes de tránsito:** relación que existe entre el número de accidentes y los factores cuantitativos que pueden provocarlos, tales como la población, el número de vehículos o el tránsito en vehículos-kilómetros.

**Infracción a las reglas de tránsito:** llamada también “ transgresión “ o “ contravención “, es el quebrantamiento de una o más reglas del tránsito.

**Ingeniería de tránsito:** es la rama de la Ingeniería que trata del planeamiento de calles, carreteras y zonas anexas a ellas, del proyecto de sus características geométricas y de la circulación del tránsito en las mismas; con vistas a su empleo para transportar personas y cosas en forma segura, económica y cómoda.

## L

**Ley de tránsito:** conjunto de preceptos destinados a regular el tránsito, promulgados por la autoridad legislativa de un estado o de sus subdivisiones políticas.

## M

**Metanol:** componente fundamental del gas natural. Es el hidrocarburo de molécula más sencilla.

**Mortalidad por accidentes de tránsito:** relación entre las muertes provocadas por los accidentes de tránsito y los factores cuantitativos que pueden provocar los accidentes, tales como la población, el número de vehículos o el tránsito en vehículos-kilómetros.

## O

**Ordenanza de tránsito:** conjunto de reglas para el tránsito, establecidas por un municipio o ciudad.

**Octanaje:** parámetro para medir la capacidad de la gasolina a resistir la detonación.

**Oxidación:** combinación del oxígeno con un cuerpo.

## P

**Parada de buses:** lugares de una vía donde autobuses pueden efectuar detenciones o paradas cortas.

**PPM:** Partes por millón.

**Pasajero:** cualquier ocupante de un vehículo menos su conductor.

**Paso a desnivel:** cruce a diferentes niveles de dos calzadas o de una calzada y una región urbana, o regiones análogas, de acuerdo con el uso del terreno y otros factores.

**Patrón de volumen de tránsito:** forma característica en que varía habitualmente el volumen de tránsito que circula por una vía durante cierto período de tiempo.

**Peatón:** toda persona que se encuentre a pie en la vía pública.

**Propano:** hidrocarburo saturado gaseoso empleado como combustible. Es un subproducto del gas natural. También puede obtenerse del petróleo.

## R

**Ralentí:** expresión que es utilizada cuando un motor se encuentra por debajo de las 1000 revoluciones por minuto.

**Refinado:** productos de petróleo que han sido depurados en un proceso de refinación.

**Reglamentación de tránsito:** conjunto ordenado de reglas o preceptos de circulación que se prepara para la ejecución de una ley o resolución equivalente más general.

## S

**Sensor de oxígeno:** sonda lambda. Dispositivo hecho de cerámica que detecta la concentración de oxígeno en los gases de escape.

**“ Smog ” :** niebla espesa con humo. Oxidantes. Compuestos químicos producto de una reacción fotoquímica cuando los hidrocarburos no quemados se concentran en la atmósfera y chocan con los rayos del Sol. Entre ellos está el ozono.

## T

**Tránsito:** acción de pasar por vías y parajes públicos.

**Transporte colectivo:** movimiento de grupos de personas en vehículos circulando por rutas seleccionadas de acuerdo a horarios fijos.

**Trébol:** intercambio de cuatro ramas, que tiene cuatro ramales de enlace en forma de lazo para girar a la izquierda u otros cuatro ramales exteriores para girar a la derecha, los cuales se encuentran conectados para poder utilizarlos juntos en una misma dirección.

**Triciclo:** vehículo de tres ruedas.

## U

**Unidades bosch:** es la dimensional utilizada para medir las emisiones de humo negro.

**Unidad de tránsito:** cualquier vehículo ( automóvil, autobús, camión, bicicleta, motocicleta ) o peatón.

## V

**Vehículo:** artefacto que sirve para transportar personas o cosas por una vía.

**Vehículo automotriz:** el que tiene propulsión propia pero no circula por vías férreas.

**Velocidad:** relación entre el espacio recorrido por un móvil y el tiempo que ha tardado en recorrerlo.

**Vía:** lugar debidamente acondicionado para el paso de vehículos, peatones o ambos.

**Volumen de estacionamiento:** número total de vehículos que se ha estacionado en un área determinada, durante cierto período de tiempo.

**Volumen de tránsito:** número de unidades de tránsito que pasan por un punto dado en un período específico de tiempo. Generalmente las unidades son vehículos.

**Volatilización:** vaporización de un líquido en su superficie libre, pasando al aire a temperatura inferior a la de ebullición.

## Z

**Zona de espera:** porciones de la calzada que se reservan para que los vehículos que van a efectuar cruces o giros a la izquierda, puedan esperar una oportunidad para hacer esas maniobras sin estorbar al resto del tránsito.

**Zona de estacionamiento:** porción de terreno fuera de la vía pública para la colocación de vehículos.

## INTRODUCCION

La ciudad capital de Guatemala, en los últimos años, ha experimentado un grave y descontrolado crecimiento, proliferando las áreas marginales y aumentando considerablemente la cantidad de vehículos en circulación ( transporte individual y colectivo ); debido, entre otros factores, a la inmigración del campo a la ciudad.

Algunos de los problemas que en la actualidad aquejan al transporte, podrían resolverse a través del respeto, cumplimiento y/o modificaciones de las leyes concernientes al transporte, así como de una mejor organización de funciones en cada una de las instituciones involucradas dentro del sector transporte.

Cabe mencionar que dentro de la problemática de transporte, existen temas ambientales de gran importancia que tienen un carácter global, es decir, que están afectando la biosfera y por lo tanto a toda la humanidad. Por consiguiente, el deterioro del medio ambiente, las condiciones de salud y el desarrollo, están entrelazados. A largo tiempo, todo el peligro ambiental tendrá su repercusión en la salud del pueblo. El costo humano expresado en términos de pobreza, sufrimiento, enfermedades evitables y mortalidad, el cual es el precio real del deterioro ambiental.

Como un aporte al mejoramiento del mismo se presenta el siguiente trabajo de tesis el cual consta de siete capítulos. El Capítulo No.1 define las clasificaciones de las carreteras, la clasificación del autotransporte y el transporte de una carretera dependiendo de la superficie, población y número de vehículos.

El Capítulo No. II da a conocer las funciones, obligaciones y el organigrama de las instituciones y entidades involucradas con el Transporte. A su vez presenta leyes y reglamentos que lo regulan.

En el Capítulo No. III se da a conocer como ha evolucionado el precio y consumo del combustible, presenta estadísticas de contaminación, explica el cálculo de las tarifas de transporte tanto precio del boleto/pasajero como el precio por carga, y muestra también el registro de volumen de vehículos para la ciudad capital.

El Capítulo No. IV muestra la problemática actual de transporte, incluyendo los factores que inciden en ella y su situación ambiental, dando a conocer los orígenes de los contaminantes y sus efectos para la salud del hombre.

El Capítulo No.V presenta las soluciones propuestas a nivel institucional, legislativo, educativo y tecnológico. Explica los mecanismos de control de emisiones de gases, así como lo patrones con sus aplicaciones ( a nivel del usuario ), da a conocer la seguridad peatonal, vehicular y los estacionamientos, muestra estadísticas de accidentes así como los factores que lo causan.



El Capítulo No. VI explica los diferentes tipos de combustibles que existen, su producción y sus características. Da a conocer los contaminantes presentes en el ambiente producidos por motores de combustión interna.

El Capítulo No. VII trata de los combustibles alternos que se pueden utilizar para evitar en un alto porcentaje la contaminación ambiental.

# **1: TRANSPORTE TERRESTRE**

## **1.1 Definición del transporte**

Debido a las amplias relaciones del sector transporte con los demás sectores económicos, así como por su relación directa con aspectos técnicos, existen diversas definiciones que engloban dentro de ellas, las actividades que dentro de dicho sector se realizan, dependiendo directamente del campo de donde emanen los criterios vertidos.

A continuación se presentan las definiciones que dentro de nuestro medio se consideran las más importantes:

1.- Desde el punto de vista económico-productivo, el transporte es considerado como un sector esencial de interrelación.

2.- Desde un punto de vista económico-social, se considera al transporte como uno de los sectores componentes de una agrupación sectorial conformada por los sectores esenciales.

3.- Desde el campo político-administrativo, el sector transporte es considerado como un sector estratégico.

Su definición más sencilla, pero no menos importante, y referida a un marco práctico, el TRANSPORTE se considera como la traslación de personas y/o bienes, de un punto físico a otro.

## **1.2. Definición de carreteras**

La carretera se define como una zona de terreno, libre de obstáculos naturales y artificiales, sensiblemente en forma de cinta, destinado al tránsito de personas y de vehículos y dotada de las obras artificiales necesarias para que no se interrumpa su continuidad.

Pueden ser de tierra compactada; pero, más frecuente, se hallan pavimentadas con adoquines, grava mezclada con alquitrán, hormigón, etc. Las mayores exigencias, motivadas por el tráfico más intenso, han obligado a perfeccionar los detalles constructivos de las carreteras ( mayores anchuras, nuevos materiales para las capas de asentamiento y de rodadura, eliminación de curvas y pendientes, etc ).

### **1.2.1. Clasificación de carreteras**

Tomando en cuenta el concepto de carretera, éstas pueden clasificarse según su área, retribuciones de uso, período de uso, clasificación político-administrativo, de acuerdo a su función, por niveles de tránsito, ect; dependiendo desde que punto de vista se este analizado una carretera, puede tener varias clasificaciones, por ejemplo, una carretera puede ser por área político-administrativo centroamericana y a su vez por el período de uso puede ser transitable todo el año, de concentración poblacional rural y por estado

superficial pavimentada. A continuación se presenta la clasificación de las carreteras según sus condiciones.

### **1.2.1.1. Por área político-administrativo**

El área político-administrativo para las carreteras va a depender del área que ésta comunique, tomando en cuenta la política de cada región; analizando la carretera ya sea dentro de los límites donde un país ejerce soberanía o aquellos límites donde una carretera comunica un país con otro, utilizando políticas conjuntas.

#### **a) Centroamericana**

Las carreteras centroamericanas ( con abreviatura CA ), tienen como finalidad unir la capital con fronteras, así como también unir puertos de importancia desde la capital o desde otra carretera centroamericana, a su vez atraviesa longitudinalmente o transversalmente la República.

La longitud total de las rutas centroamericanas es de 1,944.886 kms., de los cuales 1,725.744 kms. su tipo de rodadura es de asfalto y 219.142 kms. de terracería. Están divididas conforme su localización geográfica: Oriente, Occidente, Norte y Sur.

#### **CA-1 ORIENTE**

Su longitud es de 175.195 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Guatemala y finaliza en San Cristóbal, departamento de Jutiapa, frontera con El Salvador; en su recorrido une los departamentos de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa.

#### **CA-1 OCCIDENTE**

Su longitud es de 343.363 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Guatemala y finaliza en La Mesilla, departamento de Huehuetenango, frontera con México; en su recorrido une los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Quiché, Sololá, Quetzaltenango, Totonicapán y Huehuetenango.

#### **CA-2 ORIENTE**

Su longitud es de 108.434 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Escuintla y finaliza en Ciudad Pedro de Alvarado, frontera con El Salvador; en su recorrido une los departamentos de Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa.

#### **CA-2 OCCIDENTE**

Su longitud es de 235.853 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Escuintla y finaliza en El Carmen, departamento de San Marcos, frontera con México; en su recorrido une los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos.

### **CA-2 OCCIDENTE " A "**

Su longitud es de 6.613 kms. de asfalto. Inicia en el kilómetro 254.719 de la ruta CA-2 Occidente y finaliza en Tecún Umán, frontera con México. La ruta esta localizada en el departamento de San Marcos.

### **CA-8**

Su longitud es de 49.484 kms. de asfalto. Inicia en el kilómetro 79.531 de la ruta CA-1 Oriente en el lugar conocido como El Molino y finaliza en Valle Nuevo, departamento de Jutiapa, frontera con El Salvador; en su recorrido une los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa.

### **CA-9 NORTE**

Su longitud es de 307.796 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Guatemala y finaliza en Puerto Barrios, cabecera departamental de Izabal; en su recorrido une los departamentos de Guatemala, El Progreso, Zacapa e Izabal.

### **CA-9 NORTE "A"**

Su longitud es de 4.174 kms. de asfalto. Inicia en el kilómetro 303.627 de la ruta CA-9 Norte y finaliza en el Puerto Santo Tomás de Castilla. La ruta esta localizada en el departamento de Izabal.

### **CA-9 SUR**

Su longitud es de 124.061 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Guatemala, pasa por Escuintla y finaliza en Iztapa, municipio de Escuintla; en su recorrido une los departamentos de Guatemala y Escuintla.

### **CA-9 SUR "A"**

Su longitud es de 39.730 kms. de asfalto. Inicia en la ciudad de Escuintla y finaliza en Puerto Quetzal, la ruta esta localizada en el departamento de Escuintla, es una vía rápida, alterna a la ruta CA-9 Sur.

### **CA-10**

Su longitud es de 100.950 kms. de asfalto. Inicia en el kilómetro 140.459 de la ruta CA-9 Norte ( Río Hondo ) y finaliza en Agua Caliente, departamento de Chiquimula, frontera con Honduras; en su recorrido une los departamentos de Zacapa y Chiquimula.

### **CA-11**

Su longitud es de 45.218 kms. de terracería. El tipo de rodadura es de terracería, inicia en el kilómetro 183.099 de ruta CA-10 ( Vado Hondo ) y finaliza en el Florido, frontera con Honduras. Se localiza en el departamento de Chiquimula.

### **CA-12**

Su longitud es de 21.650 kms. de asfalto. Inicia en el kilómetro 215.215 de la ruta CA-10 ( Padre Miguel ) y finaliza en Anguiatú, frontera con El Salvador. Esta localizada en el departamento de Chiquimula.

### **CA-13**

Su longitud es de 246.400 kms., de los cuales 72.476 kms. de asfalto y 173.924 kms. de terracería. Inicia en el kilómetro 253.671 de la ruta CA-9 Norte ( La Ruidosa ) y finaliza en la ciudad de Santa Elena, departamento de Petén. El tramo de asfalto es de 72.474 kms. y corresponde a la ruta CA-9 Norte ( La Ruidosa )- Modesto Méndez; el tramo Modesto Méndez - San Luis, se encuentra actualmente pavimentada. El tramo restante; de San Luis a Santa Elena, es de terracería. Esta ruta en su recorrido une los departamentos de Izabal y Petén.

### **CA-13 "A"**

Su longitud es de 4.841 kms de asfalto. Inicia en el kilómetro 252.255 de la ruta CA-9 Norte ( Las Pozas ) y finaliza en la Ciudad de Morales. Esta ruta se localiza en el departamento de Izabal.

### **CA-14**

Su longitud es de 131.125 kms. de asfalto. Inicia en el kilómetro 87.619 de la CA-9 Norte ( El Rancho ) y finaliza en la ciudad de Cobán; en su recorrido une los departamentos de El Progreso, Baja Verapaz y Alta Verapaz.

## **b) Nacional**

Une cabeceras departamentales, une rutas centroamericanas con cabeceras departamentales, conecta rutas centroamericanas, une rutas centroamericanas con puertos de importancia comercial para el país. Su numeración fue dispuesta al azar, no importando su localización geográfica.

### **Nacional 1**

Su longitud es de 240.270 kms., de los cuales 197.831 kms. son de asfalto y 42.389 kms. de terracería. Se localiza al occidente del país, en su recorrido une los departamentos de Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Quezaltenango y San Marcos. Comienza en el kilómetro 68.524 de la ruta CA-1 Occidente a la altura de Patzicia y termina entroncando con la ruta CA-2 Occidente en el lugar conocido como Orizaba del departamento de San Marcos.

### **Nacional 2**

Su longitud es de 33.003 kms. de terracería. En su recorrido une los departamentos de Guatemala y Santa Rosa. Se inicia en el kilómetro 21.941 de la ruta CA-1 Oriente, pasa por el Municipio de Fraijanes, Laguna El Pino y el Cerinal, finalizando en la misma CA-1 Oriente en el kilómetro 51.635.

### **Nacional 5**

Su longitud es de 257.823 kms. de los cuales 33.029 kms. de asfalto y 224.794 kms. de terracería. Su recorrido une los departamentos de Guatemala, Baja Verapaz y Alta Verapaz. Inicia el asfalto en la ciudad de Guatemala y llega a la aldea Pachali con una longitud de 25.324 kms., donde da inicio la terracería y termina en el entronque con la ruta CA-14 con una longitud de 129.710 kms., haciendo un total de 155.034 kms. de este tramo.

### **Nacional 6**

Su longitud es de 19.031 kms. de los cuales 3.809 kms. de asfalto y 15.222 kms. de terracería. Se localiza en el departamento de Retalhuleu y une la ruta CA-2 Occidente con la ruta departamental Quetzaltenango 3. Se le conoce también como RD Quetz. 13.

### **Nacional 7W**

Su longitud es de 203.086 kms. de los cuales 8.236 kms. de asfalto y 194.850 kms. de terracería. Su recorrido en la CA-14, departamento de Alta Verapaz, atraviesa el departamento de Quiché y termina su recorrido en el departamento de Huehuetenango.

### **Nacional 7E**

Su longitud es de 132.965 kms. de terracería. Inicia en el kilómetro 185.678 de la ruta CA-14, en el cruce de San Julián, pasando por las algunas poblaciones de Alta Verapaz, atravesando parte del departamento de Izabal, y finaliza en el municipio de El Estor, departamento de Izabal.

### **Nacional 8**

Su longitud es de 51.906 kms. de los cuales 21.206 kms. son de asfalto y 30.700 kms. de terracería. Inicia en el departamento de San Marcos y en su recorrido une el puesto fronterizo de Tecún Umán con el puerto de Ocos, también forma parte del tramo Tecún Umán, Santa Catarina, Malacatán.

### **Nacional 9 Norte**

Su longitud es de 182.849 kms. de los cuales 11.364 kms. de asfalto y 171.485 kms. son de terracería. Inicia en la población de Quetzaltenango pasa por San Carlos Sija y entronca con la ruta CA-1 Occidente, se incluye el desvío hacia Huehuetenango y finaliza en la población de Santa Cruz Barillas.

### **Nacional 9 Sur**

Su longitud es de 55.209 kms. de asfalto. Pasa por los tramos CITO 180-50, Desvío Cantel, Zunil y Quetzaltenango, incluyendo el tramo CA-2 Occidente.

### **CITO 180-50**

Su longitud es de 48.806 kms. de asfalto. Se le denomina CITO, debido a que es una carretera Internacional de Occidente y la distancia aproximada de Guatemala a donde inicia en la CA-2 Occidente es de 180 kms. y la longitud aproximada de la ruta es de 50.000 kms.

Une la Ruta CA-2 Occidente con la Ruta Nacional 1, en Quetzaltenango. Tiene una longitud de 48.806 kms. y su tipo de rodadura es de asfalto.

### **Nacional 10**

Su longitud es de 79.292 kms. de los cuales 20.161 kms. de asfalto y 59.131 kms. de terracería. Comienza en la Ruta CA-1 Occidente a la altura de San Lucas Sacatepéquez, en el departamento de Sacatepéquez, pasando por la Antigua Guatemala, San Miguel Dueñas y Yecocapa y entronca con la CA-2 Occidente en Popoyá del departamento de Suchitepéquez.

### **Nacional 10 ( regreso )**

Su longitud es de 10.997 kms. El tipo de rodadura es de asfalto y se le conoce como Nacional 10 ( regreso ).

### **Nacional 11**

Su longitud es de 124.502 kms. asfaltados. Inicia en la CA-1 Occidente ( Las Trampas) departamento de Quiché, pasa por la aldea Godínez, departamento de Sololá, llega a Patulul departamento de Suchitepéquez y entronca con la CA-2 Occidente; dicho tramo tiene una longitud de 66.514 kms. y otra longitud de 57.988 kms. haciendo un total de 124.502 kms. de dicha ruta.

**Nacional 12**

Su longitud es de 137.681 kms. de terracería. Su recorrido atraviesa el departamento de San Marcos, y une la Ruta Nacional con la Ruta Nacional 13, en Retalhuleu.

**Nacional 12 N**

Su longitud es de 83.031 kms. de terracería. Inicia su recorrido en San Marcos y finaliza en el municipio de Tectitán, del departamento de Huehuetenango.

**Nacional 12 S**

Su longitud es de 54.650 kms. de terracería. Inicia en San Marcos y finaliza en la Ruta Nacional 13, en Asintal, municipio de Retalhuleu.

**Nacional 13**

Su longitud es de 102.425 kms. de los cuales 16.536 kms. son asfaltados y 85.889 kms. son de terracería. Inicia en la RN -9 Sur y termina en la CA-2 Occidente. Comienza nuevamente en Coatepeque y finaliza en la RN-1.

**Nacional 14**

Su longitud es de 57.609 kms. de los cuales 38.365 kms. son de asfalto y 19.244 kms. son de terracería. Inicia su recorrido en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla y finaliza en la ruta CA-2 Occidente ( Escuintla ).

**Nacional 15**

Su longitud es de 85.520 kms. de los cuales son 36.113 kms. de asfalto y 49.407 kms. de terracería. Inicia su recorrido sobre la CA-1 Occidente y finaliza en Sacapulas, municipio de Quiché, en el entronque con la Ruta Nacional 7W.

**Nacional 16**

Su longitud es de 38.979 kms. de asfalto. Está localizada en el departamento de Santa Rosa y en su recorrido une dos rutas Centroamericanas.

**Nacional 17**

Su longitud es de 18.471 kms. de asfalto. Esta localizada en el departamento de Baja Verapaz.

**Nacional 18**

Su longitud es de 231.197 kms. de los cuales 5.374 kms. son de asfalto y 225.823 kms. son de terracería. Su recorrido une los departamentos de Guatemala, Jalapa y Chiquimula.

**Nacional 19**

Su longitud es de 89.458 kms. de los cuales 46.554 kms. de asfalto y 42.904 kms. de terracería. Su recorrido une los departamentos de Jutiapa, Jalapa y El Progreso.



**Nacional 20**

Su longitud es de 23.332 kms. de terracería. Su recorrido inicia en el municipio La Fragua y recorre varias poblaciones de Zacapa.

**Nacional 23**

Su longitud es de 43.430 kms. de terracería. Pertenece en su totalidad al departamento de Jutiapa.

### **c) Por Departamento**

Cuando su interés se limita a un departamento, están vinculados a las nacionales y son para recorridos de mediana longitud. Tiene una totalidad de 5,936.70 kms. de construcción.

Para 1994, los departamentos que más carreteras poseen, según su estado superficial son: Quiché que con 1,327.1 kms. le correspondió el 9.6% del total del país, Huehuetenango con 1,021.3 kms. correspondiéndole el 7.4%, Petén con 1,019.9 kms. con el 7.4% y San Marcos con 1,013.1 kms. con el 7.3%.

#### **1.2.1.2. Por el período de uso**

Esta clasificación hace mención a aquellas carreteras que por sus características topográficas y geológicas sólo en cierta época del año se pueden utilizar debido a su estado, éstas son las siguientes:

##### **a) Transitables durante todo el año**

Las carreteras que son transitables todo el año son aquellas carreteras que se encuentran, primordialmente, asfaltas; dentro de ellas también se incluyen las pavimentadas y revestidas. Estas se clasifican como transitables en todo el año ya que están construidas para cualquier estado climatológico sin afectarlas, ya sea lluvias intensas, nieve, altas temperaturas, etc.

##### **b) Transitables en épocas secas**

Las carreteras clasificadas como transitables en épocas secas, son carreteras de terracería; muchas de ellas son caminos sin ningún tipo de servicio ( drenajes, etc. ) los cuales en época lluviosa debido a que son de tierra o por que se encuentran en regiones montañosas se producen desprendimientos y derrumbes que impiden el paso. Por eso es que se clasifican como transitables sólo en época seca ( verano ).

#### **1.2.1.3. Concentración poblacional**

Dentro de la clasificación de carreteras, la concentración poblacional es aquella que agrupa el número de personas que habitan, tanto en el área rural como en el urbano, los cuales son considerados como datos significativos para el mantenimiento de carreteras.

##### **a) Urbana**

Atendiendo a su función como conductores del tránsito urbano, se clasifican en:

- **Arterias:** permiten el movimiento de bienes y personas entre los grandes generadores o grupos de ellos y alimentan la ciudad con el flujo proveniente de otras ciudades, a través del sistema carretero.

- **Colectoras:** su función esencial es la coordinación y complementación de las vías arteriales y locales.

- **Locales:** su función es dar servicio a las edificaciones, proporcionándoles acceso en las mejores condiciones posibles. Se enlazarán con las vías colectoras a fin de suministrar y recibir el tránsito extenso y el fundamental del área misma, a través de ellas.

#### **b) Rural**

Prestan servicios de comunicación a grupos de unidades de producción, caseríos y viviendas aisladas.

#### **1.2.1.4. De retribución por el uso**

Esta clasificación es aquella que hace mención a los peajes, las concesiones o de paso libre. Dando a conocer que el estado de una carretera se puede ver reflejado en el pago por su uso, una vez estas retribuciones sean bien empleadas.

#### **a) Libres**

En Guatemala las carreteras existentes son de uso libre, debido a que contaban con un equipo eficiente semi-electrónico, pero que debido a la falta de recursos económicos para el mantenimiento se ha quedado rezagado, y esto ha ocasionado que las carreteras se encuentren en un pésimo estado superficial. Ante esta situación, se desea iniciar la sustitución parcial del mismo, acoplando otros componentes electrónicos compatibles al equipo existente, que incluye la visualización de cargas para el transportista, esto de acuerdo a las posibilidades presupuestarias en el Estado. Por lo cual se está analizando la utilización de Carreteras Concesionadas para un mejor uso de las mismas, debido que en Guatemala ya existió las llamadas Garitas de Peajes y no se les dio el adecuado uso ( lo cual se explica en los siguientes incisos ).

#### **b) Peajes**

El peaje es aquella remuneración de la inversión y/o de sus servicios de operación y conservación de una carretera, donde se está generalmente autorizado a cobrar a los usuarios.

En Guatemala, el cobro de peaje a través de garitas de control fue suprimido, debido a que no existía una adecuada organización del ingreso del dinero, lo cual repercutió en la ejecución de obras de infraestructura social, para lo cual estaba destinado.

### **c) Concesionadas**

El cobro de un derecho de paso en las carreteras existentes tiene una historia bastante larga en varios países de América Latina, pero no se puede considerar tal pago como peaje, ya que los cobradores eran generalmente funcionarios del Gobierno y los ingresos no se destinaban a mantener las vías, sino que se dirigían generalmente a la administración de La Hacienda Pública. Por otra parte, en la ausencia de cualquier control de ingresos se puede estimar que la tasa de fraude era alta.

La concesión consiste en confiar a una entidad privada o semi-privada durante un período de tiempo, que es llamado el plazo de la concesión, la responsabilidad de realizar por medio de su propio financiamiento y/o de hacer funcionar un servicio que la imperiosa necesidad, para la vida diaria de los ciudadanos y de la colectividad nacional, hace calificar de servicio público. La concesión se puede tratar de abastecimiento de agua, de energía eléctrica, de transporte público, y de infraestructura, en primer lugar de carreteras. En unos casos la concesión no incluye la realización de la obra de base sino que se refiere únicamente al mantenimiento permanente de un nivel de servicio adecuado en una infraestructura que fue financiada y construida con recursos del concedente. De manera común, en este caso se habla entonces de "concesiones de mantenimiento".

La concesión se puede definir como el abandono temporal, por parte del Estado, de sus responsabilidades en la realización y/o la explotación y la conservación de servicios y/o infraestructuras públicas. En la actualidad un alto porcentaje de las carreteras en Guatemala no cuenta con el control respectivo, esto da como resultado que la vida útil de las mismas se reduzca a un tiempo menor de lo planificado o que el costo de mantenimiento se eleve ocasionando sobrecostos presupuestarios que dan como resultado carreteras en mal estado.

Un alto porcentaje de vehículos que deben someterse al control de pesos y dimensiones, evaden este procedimiento, ya que asumen que circulan excediendo los límites reglamentarios.

Las estadísticas para 1995, muestran que del total de infracciones impuestas, el 42.75% se emitieron por evadir el control; a esto hay que agregar el hecho de que del total de vehículos que evaden el control, un porcentaje considerable no es sancionado, debido a que unos pilotos o dueños del transporte quitan sus placas, otros las manchan, otros las alteran y otros más simplemente las llevan en la cabina de sus vehículos al alcance de su mano y la ocultan al momento de pasar frente a la estación de control; con lo cual, esto mejoraría al existir las concesiones, ya que se pagaría este porcentaje a la empresa encargada, manteniendo en un mejor estado las carreteras.

Finalmente, los casos más lamentables que podrían considerarse son aquellos en que se ha observado que vehículos no afectados al reglamento, resultan sancionados, con la consiguiente impugnación ante los tribunales, esto porque transportistas irresponsables circulan con vehículos que portan matrículas o placas que no les corresponden.

La meta principal de un sistema de concesiones viales de mantenimiento en Guatemala es, sin duda, la instalación en el país de una red de carreteras primordiales económica y políticamente, mantenidas de tal modo que ofrezcan permanentemente un nivel de servicio adecuado y de que el financiamiento correspondiente no dependa, de ningún modo, de las incertidumbres presupuestarias en el transcurso de los años.

#### **1.2.1.5. De acuerdo a su función**

Son todas aquellas carreteras que comunican a un departamento, estado, ciudad, municipio, aldeas, etc, con otro o entre ellas.

##### **a) Troncales**

Son todas aquellas carreteras que comunican puntos de gran importancia de un país, tales como las capitales con todas sus fronteras, y los puertos, directamente o en forma perimetral para dejar una intercomunicación funcional. Están destinados principalmente al tránsito que corre grandes distancias. Son de interés nacional.

##### **b) Alimentadoras**

Permiten la comunicación entre centros poblados a vías de mayor importancia y reúnen el tránsito proveniente de ramales y vías rurales.

##### **c) Rurales o vecinales**

Las carreteras rurales o vecinales se les conoce también como camino, el cual proporciona acceso a los puntos más apartados del país, conectándolos al sistema de carreteras y se destinan generalmente a trayectos cortos, es mantenida por las autoridades de un distrito o municipio.

Los caminos vecinales por su importancia se dividen en cuatro grupos:

- **Tipo especial:** en terrenos planos o ligeramente ondulados, se podrá construir caminos de este tipo, que son la cúspide de los caminos vecinales. Su superficie de rodadura será asfaltada y se permitirá una velocidad de 80 kms/hr.

- **De primer orden:** los terrenos para este tipo serán planos con lomas suaves o montañas, poseen revestimiento en la capa de rodadura y se permitirá una velocidad de 60 kms/hr.

- **De segundo orden:** se usarán terrenos planos, de lomas suaves, montañosos y muy accidentados, la velocidad permitida será un máximo de 40 kms/hr; llevará revestimiento únicamente donde sea necesario.

- **De tercer orden:** se construirán en toda clase de terreno, su ancho, salvo en los tramos donde pueda existir cruce o paso, tendrá el ancho de un vehículo, la velocidad máxima permitida será de 30 kms/hr; la superficie de rodadura será del material natural del terreno, pudiendo ser transitables sólo durante la estación seca.

#### 1.2.1.6. Por estado superficial

Estas carreteras están clasificadas dependiendo el tipo de superficie que contengan ya sea pavimentadas, revestidas o de terracería, las cuales pueden ser de primera o de segunda categoría.

Para 1994, la distribución de la red carretera, según su estado superficial, se mostró de la siguiente forma: el 23.3% equivalente a 3,234 kms. que corresponde a carreteras asfaltadas y el restante igual al 76.7% a las carreteras de terracería que se componen de 6,803 kms. ( 49.1 % ) de carreteras y 3,815 kms. ( 27.6 % ) de caminos rurales.

##### a) Pavimentadas

Las carreteras pavimentadas están construidas por materiales asfálticos, los cuales son aglomerantes de color que varían de pardo oscuro o negro, de consistencia sólida, semisólida o líquida, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se dan en la naturaleza como tales o que se obtienen en la destilación del petróleo.

Dentro de las carreteras pavimentadas se han utilizado diferentes tipos de asfaltos, dependiendo la topografía, el tráfico que éstas tienen y el tipo de vehículo que circula por ellas, entre los tipos de asfaltos se tienen:

- **Asfalto de petróleo:** asfalto obtenido de la destilación del crudo de petróleo.

- **Asfalto natural:** asfalto que se da en la naturaleza y que se ha producido a partir del petróleo por un proceso natural de evaporación de las fracciones volátiles dejando las asfálticas. Los yacimientos más importantes de asfaltos nativos se encuentran en los lagos de Trinidad y Bermúdez. El asfalto procedente de estos puntos se llama frecuentemente asfalto de lago.

- **Betún:** mezcla de hidrocarburos de origen natural o pirogénico, o de ambos tipos, frecuentemente acompañados por sus derivados no metálicos, que pueden ser gaseosos, líquidos, semisólidos o sólidos, y que son completamente solubles en sulfuro de carbono.

- **Betún asfáltico:** asfalto refinado para satisfacer las especificaciones establecidas para los materiales empleados en pavimentación. Las penetraciones normales de los betunes asfálticos están comprendidas entre 40 y 300.

- **Asfalto oxidado o soplado:** asfalto a través de cuya masa, a elevada temperatura, se ha hecho pasar aire para darle las características necesarias para ciertos usos especiales, como fabricación de materiales para techados, revestimiento de tubos, inyección bajo pavimentos de hormigón hidráulico, membranas envolventes y aplicaciones hidráulicas.

- **Asfalto sólido o duro:** asfalto cuya penetración a temperatura ambiente es menor que 10 ° C.

- **Asfalto en polvo:** asfalto sólido o duro machacado o molido hasta un fino estado de subdivisión.

- **Asfalto fillerizado:** asfalto que contiene materias minerales finamente molidas.

- **Asfalto emulsificado:** emulsión de betún asfáltico en agua que contiene pequeñas cantidades de agentes emulsificantes; es un sistema heterogéneo que contiene dos fases normalmente inmiscibles ( asfalto y agua ), en el que el agua forma la fase continua de la emulsión y la fase discontinua está constituida por pequeños glóbulos de asfalto. Los asfaltos emulsificados pueden ser de tipo aniónico o catiónico, según el tipo de agente emulsificante empleado.

- **Asfalto líquido :** material asfáltico cuya consistencia blanda o fluida hace que se salga del campo en el que normalmente se aplica el ensayo de penetración. Son asfaltos líquidos los siguientes productos:

- **Asfalto de curado lento:** asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y aceite relativamente poco volátiles.
- **Asfalto de curado medio:** asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y un disolvente de tipo keroseno, de volatilidad media.
- **Asfalto de curado rápido:** asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y un disolvente de tipo nafta o gasolina, muy volátil.

## b) Revestidas

Las carreteras revestidas son las que no están construidas con material asfáltico, sino que en el lugar de aplicar la pavimentación se colocan materiales como piedra machacada, escoria machacada, grava, arena o la combinación de cualquier material mencionado.

En algunas carreteras, como ya se dijo, dependiendo de su topografía y el tipo de flujo vehicular que transite, se puede utilizar arena-asfalto. Este tipo de revestimiento generalmente es empleado para la construcción de capas de base y de superficie.

### **c) Terracería**

Son todas aquellas carreteras que no tienen ningún tipo de revestimiento y únicamente han sido aplanadas por máquinas pesadas, como tractores y aplanadoras. Las carreteras de terracería se divide en dos categorías:

#### **c1.) Primera categoría**

Son caminos de terracería que sirven de tronco para caminos locales o vecinales, de igual forma son sólo aplanadas con maquinaria sin base alguna, sin ningún tipo de tratamiento.

#### **c2.) Segunda categoría**

Son las carreteras de terracería de los cuales ya no se divide otro ramal, y en las cuales no han pasado ningún tipo de maquinaria.

### **d) Brechas mejoradas**

Son caminos que se hacen en lugares donde no se puede trazar una carretera con todos sus servicios, pero se necesita su elaboración para poder transportarse de un lugar a otro, con lo cual se traza un brecha; dentro de ellas existen diferentes niveles de trazo, las cuales varían en el tipo de construcción.

El brecheo no se ejecuta siempre debidamente. En algunos casos es la infraestructura la que no se prepara cuidadosamente; en otros casos son los materiales utilizados, o bien las condiciones climáticas en el momento de la intervención lo que contribuye a que estas reparaciones no sean de larga duración.

#### **1.2.1.7. Por volumen de tránsito**

Es el número de unidades de tránsito que pasan por un punto dado en un período específico de tiempo.

Este volumen de tránsito, como es lógico, se manifiesta en diferentes formas en diversos puntos de la ciudad.

#### **a) Unidades**

Las unidades de tránsito, son vehículos de todas clases, considerando también como unidad de tránsito a los peatones. Los volúmenes de tránsito varían en general, de acuerdo con ciertos patrones. Los cuales se expresan por la relación entre unidades de volumen de



tránsito y unidades de tiempo, o bien, utilizando porcentajes del volumen de tránsito total o promedio y unidades de tiempo. El conocimiento de estos patrones es muy importante porque permite derivar datos sobre volúmenes de otros que ya se poseen, sin tener que obtenerlos todos sobre el terreno.

Los patrones diarios en vías urbanas son sensiblemente constantes para una calle determinada en el mismo día de la semana pero varían considerablemente de una calle a otra. En calles que van hacia el centro de las ciudades, el patrón tiene variaciones más notorias que en otras.

#### **b) Tránsito promedio diario**

Es el volumen de tránsito durante un período establecido, dividido por el número de días de ese período. Si no se especifica, ese período es de un año ( 365 días ). Este término se abrevia como TPD.

El TPD se emplea muy especialmente en estudios económicos, porque representa la utilización o servicio de la vía y sirve para hacer distribuciones de fondos, planear vías, realizar estudios sobre ingresos viales, etc; pero no se puede usar para determinar las características geométricas de una vía.

Los valores de TPD tienen una variación de escala muy amplia dependiendo del lugar donde se obtenga: residencial, autopista urbana, carretera troncal, etc.

#### **c) Tránsito promedio en días laborales**

Es el tránsito promedio diario para determinado período, excluyendo sábados, domingos y días festivos. Se abrevia como TPDL.

#### **d) Volumen horario**

Es el volumen de tránsito que pasa por determinado punto de una carretera, durante una hora.

#### **e) Volumen horario máximo anual**

Es el máximo volumen de tránsito horario que pasa por un punto dado de una carretera en un año determinado.

### **1.2.2. Clasificación del autotransporte**

La situación actual del autotransporte según reporte de la Dirección General de Rentas Internas, para 1,995, el total de la flota fue 500,098 vehículos registrados ( sin incluir vehículos oficiales, diplomáticos, etc. ), de éstos eran 406,505 vehículos particulares

y 93,593 comerciales, ( es decir camiones de tipo, taxis, buses urbanos y extraurbanos ). Esto da una tasa de motorización de 470.70 vehículos por 10,000 habitantes y 382.70 vehículos particulares por 10,000 habitantes.

#### **1.2.2.1. Automóviles:**

Son vehículos libres con propulsión propia destinados al transporte de no más de ocho personas. Es generalmente el medio de transporte más rápido y cómodo en las ciudades. Los viajes en automóviles suelen tardar menos porque se evita la espera de un vehículo colectivo, se toma la ruta más directa al punto de destino y no hay que hacer paradas para recoger o descargar pasajeros. Es cómodo por sus condiciones inherentes, por la seguridad de encontrar siempre un asiento y porque ofrece mayor intimidad a sus ocupantes.

Sin embargo, cuando hay congestiones de tránsito esas ventajas se pueden reducir bastante. El tiempo de recorrido aumenta, las dificultades del estacionamiento se traducen en mayor tiempo perdido, en incomodidades o en gastos adicionales, y buena parte de comodidad la estropea la tensión nerviosa que puede causar el tránsito denso, especialmente si el interesado es el que conduce el automóvil, como sucede en la inmensa mayoría de los casos, en los países desarrollados.

Por otra parte, el automóvil particular es el medio de transporte más caro y está fuera del alcance de un gran sector de la población en los países de bajo nivel económico. En cambio, como la unidad mayor del costo de un automóvil suele ser su depreciación, el que ya posee un automóvil sólo evaluará la conveniencia de su uso por los gastos de operación que son más moderados, pues la depreciación es un gasto fijo que no se altera grandemente con el uso.

También es el automóvil, técnicamente, el medio más ineficaz de transporte, pues lleva generalmente más asientos vacíos que otros vehículos y además consume más combustible y lubricante, y ocupa más espacio en la vía por pasajero. No obstante, el automóvil resulta más eficiente que otros vehículos en ciertos tipos de viaje, si se tiene en cuenta otros factores ajenos a la ingeniería.

#### **1.2.2.2. Camiones:**

Se llama así a los vehículos automotores para transportar cargas. Se clasificará a los camiones en simples y combinados. El camión simple es el que tiene el motor y la caja montados en su mismo chasis; el camión combinado consta de una unidad tractor articulada a un remolque o semi-remolque, o ambos elementos a la vez.

### **1.2.2.3. Autobuses:**

Es el medio de transporte más lento, pues como se ha mencionado, a las demoras propias del automóvil suma las debidas a las paradas para recoger y dejar pasajeros. Sin embargo, ofrece más capacidad, ya que esta destinado para el transporte de más de ocho personas, es mucho más económico y eficaz que el automóvil y sus rutas pueden alterarse con relativa facilidad a diferencia de otros medios de transporte que existen en otros países (ferrocarriles, metros, tranvías, etc ). Además, es posible aumentar su velocidad espaciando sus paradas en las arterias urbanas o circulando por autopistas. Los autobuses son vehículos montados en neumáticos, en los cuales se incluyen los autobuses que tienen motor de combustión interna.

### **1.2.2.4. Otros:**

#### **a) Vehículos de dos y tres ruedas**

Son vehículos ligeros para el transporte, generalmente de una o dos personas. Entre ellas se distinguen a las bicicletas sin motor o con él, las motonetas y las motocicletas. Aquí puede considerarse también cualquier otro vehículo que en el futuro pudiese aparecer, de cierta semejanza con los descritos.

#### **b) Vehículos de tracción animal**

Este es un vehículo tirado por caballos o por bueyes que desarrollan velocidades oscilantes entre tres y diez kilómetros por hora. Aunque tiende a desaparecer, su existencia vale la pena considerarla.

#### **c) Vehículos agrícolas o de construcción**

Son todos aquellos vehículos que aunque no son propiamente urbanos, en un momento determinado pudiesen aparecer como tránsito, tales como: tractores agrícolas o de construcción.

### 1.2.3. Transporte por carretera

La longitud total de las carreteras transitables del país, alcanzó en 1,994 la cifra de 13,851.9 kms., lo que corresponde un aumento de 2,002.8 kms. con respecto a 1,993 de los cuales 1,779.5 kms. pertenecen a caminos rurales. Según su función, la red vial se integró así: carreteras centroamericanas con el 13.8%, nacionales 15.8%, departamentales 42.9% y rurales con el 27.5%. ( ver cuadro No. 1 )

#### 1.2.3.1. Longitud de carretera/población

**LONGITUD DE LA RED CARRETERA SEGÚN ESTADO SUPERFICIAL Y  
DENSIDAD POBLACIONAL  
( POR DEPARTAMENTOS )  
( Cuadro No. 1 )**

DEPARTAMENTOS	TOTAL	PAVIMENT.	TERRACE. Y/O BALAST.	CAMINOS RURALES	* POR HABITANTE	* POR KM CUADR.
ALTA VERAPAZ	854.5	63.6	645	145.9	0.16	9.8
BAJA VERAPAZ	523.5	76.9	225.9	220.7	0.34	16.7
CHIMALTENANGO	667	102.7	192.7	371.6	0.21	33.7
CHIQUMULA	532.9	102.5	319.3	111.1	0.23	22.4
EL PROGRESO	289.7	129.5	110	47.2	0.23	14.9
ESCUINTLA	824.2	446.3	377.9	0	0.21	18.8
GUATEMALA	677.8	296.6	339.4	41.8	0.04	31.8
HUEHUETENANGO	1,021.30	110.9	488.8	421.6	0.16	13.8
IZABAL	353.1	191.5	161.6	0	0.14	3.9
JALAPA	602.6	31	224.6	347	0.31	29.3
JUTIAPA	677.3	191.3	370.2	115.8	0.22	21
QUETZALTENANGO	628.7	225.5	216.9	186.3	0.12	32.2
QUICHE	1,327.10	89.6	393.1	844.4	0.3	15.8
RETALHULEU	195	119.1	75.9	0	0.1	10.5
SACATEPEQUEZ	172.4	89	83.4	0	0.09	37
SAN MARCOS	1,013.70	198.2	523.8	291.7	0.16	26.7
SANTA ROSA	584.6	190.2	280.4	114	0.24	19.7
SOLOLA	445.6	139.2	134.4	171.9	0.2	48.2
SUCHITEPEQUEZ	416.5	181.6	234.9	0	0.13	16.5
TOTONICAPAN	560.7	76.7	121.6	362.4	0.21	52.6
ZACAPA	466.9	114.9	330.5	21.5	0.3	17.3
PETÉN	1,019.30	67	952.9	0	0.45	2.8
<b>TOTALES</b>	<b>13,852.00</b>	<b>3,233.90</b>	<b>6,803.20</b>	<b>3,814.90</b>	<b>0.17</b>	<b>12.7</b>

FUENTE: Sección de Estadística, Dirección General de Caminos

\* Se usó el Censo de 1,994 de 8,322,051. ( Es la información más reciente que se tiene ).

En 1,994 los departamentos que más carreteras tienen son: Quiché con 1,321.1 kms. con lo que le correspondió un 9.6% del total del país, Huehuetenango con 1,021.3 kms. que le corresponde un 7.4%, Petén con 1,019.9 con el 7.4% y San Marcos con 1,013.7 con el 7.3%. Sin embargo, si a carreteras asfaltadas se refiere, el comportamiento es el siguiente: en primer lugar está el departamento de Escuintla con 446.3 kms. al cual le correspondió el 13.8% del total de carreteras asfaltadas, luego el departamento de Guatemala con 296.6 kms. correspondiéndole el 9.2% y por último el departamento de Quetzaltenango con 225.5 kms. teniendo el 7.0%; a su vez estos tres departamentos poseen el 30% de las carreteras asfaltadas del país.

### 1.2.3.1. Longitud de carretera/superficie

#### LONGITUD DE LA RED CARRETERA SEGÚN SU SUPERFICIE ( EN KILÓMETROS ) ( Cuadro No. 2 )

AÑO	TOTAL	%	PAVI.	%	TERRA.	%	CAMINO RURAL	%
1986	11,664	100	2,977	25.5	8,687	74.5		
1987	12,436	100	3,043	24.5	9,393	75.4		
1988	12,685	100	3,063	24.1	9,622	75.9		
1989	13,121	100	3,069	23.4	10,052	76.6		
1990	13,351	100	3,080	23.1	10,271	76.9		
1991	14,020	100	3,080	22	10,940	78		
1992	12,033	100	3,125	25.9	8,908	74.1		
1993	11,849	100	3,125	26.4	8,724	73.6		
1994	13,852	100	3,234	23.3	6,803	49.1	3,815	27.6

FUENTE: Sección de Estadística de la Dirección General de Caminos.

Con relación al estado superficial, la red carretera mostró en 1,994 el siguiente comportamiento: las carreteras asfaltadas mostraron un 23.3% que equivale a 3,234 kilómetros del total y el restante, que es un 76.7%, corresponde a las carreteras de terracería, estas a su vez están compuestas por 6,803 kms. de carretera correspondiéndoles un 49.1%, y caminos rurales que tienen un 27.6% que equivalen a 3,815 kms.

1.2.3.3. Número de vehículo/habitantes - 1.2.3.4. Número de automóviles/habitantes

**NUMERO DE VEHÍCULOS, AUTOMÓVILES POR DENSIDAD POBLACIONAL**  
(Cuadro No. 3 )

AUTOMÓVILES CARRETERA	AÑOS				POR * 100 HAB.	POR * 100 KM.CUA
	1992	1993	1994	1995		
CA-1 OCCIDENTE (KM 32)	**	6,475	**	7,532	0.76	97.2
CA-1 ORIENTE (KM 13.5)	11,108	**	19,618	20,119	0.49	37.3
CA-2 OCCIDENTE (KM 78)	5,670	5,836	6,309	6,953	1.15	189.3
CA-9 NORTE (KM 16.3)	6,544	**	**	**	0.89	24
CA-9 SUR (KM 30.4)	10,835	10,329	12,377	7,921	0.5	45.8
CA-2 ORIENTE (KM 63)	1,874	2,499	2,552	3,017	0.67	70.6
<b>TOTALES</b>	<b>36,031</b>	<b>18,664</b>	<b>40,856</b>	<b>38,010</b>	<b>4.46%</b>	<b>464.20%</b>

FUENTE: Sección de Estadística de la Dirección General de Caminos.

\* Se usó el Censo de 1994 de 8,322,051. ( Información más reciente que se tiene ).

\*\* No hay información por no haberse trabajado.

Tomar en cuenta que en las mediciones se utilizó el TPDA, (Tránsito Promedio Diario Anual ).

La CA-2 OCCIDENTE tuvo para 1,994 un tránsito promedio diario anual de 6,309 con un crecimiento sostenido desde 1,992. La CA-9 SUR que también venía creciendo desde 1,992; pero tuvo una disminución en 1,993, en 1,994 tuvo un fuerte repunte al llegar a un tránsito promedio diario anual de 12,377, y la CA-2 ORIENTE tuvo un ligero aumento con respecto a 1,993 al llegar a un tránsito promedio diario anual de 2,552 en 1,994. Las carreteras CA-1 OCCIDENTE, CA-1 ORIENTE, CA-9 NORTE no se mencionan debido a que se dejó de trabajar en dos estaciones por un tiempo.

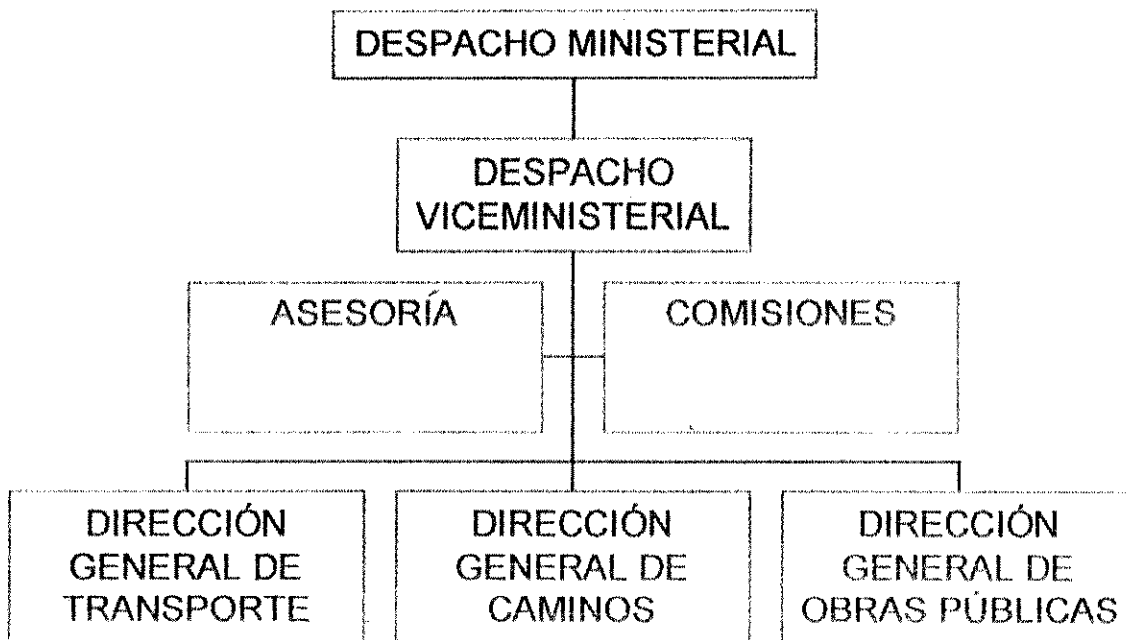
## 2: ENTIDADES Y LEYES QUE REGULAN EL TRANSPORTE TERRESTRE

### 2.1. Entidades

#### 2.1.1. Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas

Ha continuación se presenta un organigrama del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas ( M.C.T.O.P. ), en el cual se podrá dar cuenta como está organizado dicho Ministerio.

### MINISTERIO DE COMUNICACIONES TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS



La creación del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas tuvo fundamento legal. Se considera de mayor importancia lo siguiente:

- Acuerdo Gubernativo sin número, del 16 de febrero de 1,965: " Créase la Dirección General de Transportes, como dependencia del Ministerio de Economía ", publicado el 16 de febrero de 1,965.

- Acuerdo Gubernativo sin número del 04 de octubre de 1,971: " Reglamento de Funcionamiento de la Dirección General de Caminos ", publicado el 15 de octubre de 1,971.

- Decreto Ley No. 19-83 de la Jefatura de Estado: “ El Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas se denominará en lo sucesivo Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, y se traslada la Dirección General de Transportes a ese Ministerio “, publicado el 30 de marzo de 1,983.

- Acuerdo Gubernativo No. 94-83: “ Trasládase al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas la Unidad Ejecutora de los Proyectos de Mejoramiento y Ampliación de Servicio de Salud ( UNEPSSA )”, publicado el 02 de marzo de 1,983.

- Acuerdo Gubernativo No. 42-94: “ Reglamento del Servicio de Transporte Extraurbano de Pasajeros por Carretera “, publicado el 07 de febrero de 1,994.

El objetivo del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas es el de regular, coordinar y fomentar la prestación de los servicios de Comunicaciones, de Transporte Público de bienes y personas en todo el país, así como la Construcción y Mantenimiento de la infraestructura física que el país necesita, prioritariamente, para el aprovechamiento de sus recursos naturales.

El Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas ( M.C.T.O.P ) tiene como autoridades superiores a un Ministro y un Viceministro.

Las principales funciones del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas son las siguientes:

- Proyectar, dirigir y coordinar las obras y servicios de los sistemas de transporte, comunicaciones y obras públicas, necesarios para dar soporte a las actividades económicas y sociales del país.

- Estudiar, diseñar, construir, reconstruir, supervisar y dar mantenimiento a la red vial de la Nación; proteger los márgenes fluviales colindantes con caminos públicos y el dragado de ríos, canales y lagos para la navegación comercial.

- Dirigir, coordinar, supervisar y vigilar las actividades administrativas y operacionales en los aeropuertos y puertos acuáticos comerciales, así como autorizar, controlar, regular e inspeccionar los servicios públicos de transporte terrestre extraurbano, nacional e internacional y los servicios comerciales y privados de navegación aérea y acuática.

- Planificar, dirigir, supervisar, dar mantenimiento y regular los servicios nacionales postales, telegráficos, cablegráficos y radiográficos; así como autorizar, registrar, supervisar y regular las empresas privadas que prestan estos servicios.

- Asignar, registrar, controlar, regular e inspeccionar las frecuencias y canales de radiocomunicación y televisión comercial, privada y del Estado.



Dentro del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas se encuentran las Unidades Administrativas Centrales; las cuales están conformadas por el Despacho Ministerial, los Despachos Viceministeriales y la Oficialía Mayor. Las dependencias con las que cuenta son las siguientes:

1. Dirección General de Aeronáutica Civil.
2. Dirección General de Obras Públicas.
3. Dirección General de Caminos.
4. Dirección General de Transportes.
5. Dirección General de Correos y Telégrafos.
6. Dirección General de Radiodifusión y Televisión Nacional.
7. Unidad Ejecutora del Acueducto Nacional Xayá Pixcayá.
8. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
9. Unidad de Construcción de Edificios Educativos.
10. Unidad Ejecutora del Proyecto Central Mayorista de Abastecimiento.
11. Unidad Ejecutora de Proyectos de Servicio de Salud.

La Dirección General de Obras Públicas se encarga de planificar, diseñar, programar y construir edificios públicos y obras de acueductos y alcantarillados, así como brindar el mantenimiento y reparación de las mismas.

#### **2.1.1.1. Dirección General de Transporte**

La Dirección General de Transporte es una dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, la cual controla y regula los servicios de transporte de pasajeros y carga por carretera; resuelve las nuevas líneas de transporte y tarjetas de operación; hace estudios sobre tarifas, fletes, itinerarios y otros aspectos relacionados con el transporte; propone proyectos y reformas de leyes y reglamentos para la presentación del servicio.

Para el cumplimiento de sus funciones, dicha dependencia cuenta con una Subdirección, una Secretaría General, Departamentos de Control de Transporte y Análisis Económico.

A la vez; planifica, registra y programa el transporte, ya sea nacional como internacional ( furgones, camiones y automóviles que entran por la Frontera que colinda con México y Santo Tomás de Castilla; así como también las de las Portuarias ).

#### **2.1.1.2. Dirección General de Caminos**

La Dirección General de Caminos surgió por la necesidad de contar con datos precisos de las características geométricas y físicas de las carreteras, los cuales son utilizados en la formulación y evaluación de proyectos viales.

Es una dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas; la cual planifica, diseña, programa, supervisa, da mantenimiento y mejora la red de carreteras, puentes y caminos nacionales, así como las obras complementarias necesarias para el mejor funcionamiento vial del país.

A su vez, abre, extiende y limpia canales, ríos y lagos navegables para complementar la red vial.

Para el cumplimiento de sus funciones, cuenta con una Subdirección, las unidades de Asesoría Jurídica y Técnica; Auditoría Interna, de Planeamiento y Secretaría General. Dentro del área de carreteras desarrolla un programa de Inventario Físico de Carreteras, una División de Mantenimiento, de Construcción, Administración y Financiero para lo cual cuentan con maquinaria y la capacitación necesaria para la aplicación y el uso.

### **2.1.2. Municipalidad**

La Municipalidad cumplió 219 años de haberse fundado en el Valle de la Ermita. La capital, llamada primeramente Ciudad de Santiago, había tenido su asiento en diferentes sitios: Primero en Iximché ( 1,524 ), en Almolonga y luego en Panchoy, donde estuvo por más de 200 años y floreció como capital del Reino de Guatemala.

Al iniciarse el siglo veinte, la capital contaba con unos 100,000 habitantes. Aunque había crecido bastante durante el siglo anterior y se comenzaba la construcción de vías como la 7a. avenida que abría el acceso a las llanuras de Tívoli, Santa Clara y a la población de la Villa de Guadalupe, los capitalinos vivían dentro de un marco apacible y tranquilo. El transporte se realizaba a través de tranvías y carruajes. Aunque ya desde la primera década, comenzaron a circular los primeros automotores.

Años más adelante, en los catorce años de la dictadura del General Ubico ( 1,931-1,944 ) hay un renovado impulso a la construcción pública; se realiza cuantiosa inversión en obra urbana: monumentos, plazas, red vial interurbana.

Hacia la mitad del siglo se acelera el crecimiento y la modernidad. La ciudad se desarrolla con dirección al sur, dejando muy atrás el barrio de la Parroquia. La Municipalidad se finalizó en 1956. Los otros edificios del conjunto irán realizándose a lo largo de la década de los sesenta.

Pero desde 1979 se viene dando un intenso incremento de la construcción privada: se edifican Bancos, Apartamentos, Centros Comerciales. Además, aunque de forma aún muy tímida, aparece la tendencia de rescatar edificios históricos.

El área metropolitana actual cubre 340 kms. cuadrados de superficie, la región recibe el 78% de la inversión privada; concentra el 45% de empleo, el 68% de los establecimientos industriales.

Las necesidades rebasan la obra pública. Así, a pesar del desarrollo ocurrido a lo largo del siglo, en muchos sentidos, la metrópoli también se ha deteriorado.

### **2.1.2.1. Municipalidad capitalina**

La municipalidad capitalina tiene entre sus objetivos, el velar por la integridad territorial del municipio, el fortalecimiento de su patrimonio económico y la preservación de su patrimonio natural y cultural. Asimismo, promover sistemáticamente la participación efectiva, voluntaria y organizada de los habitantes en la resolución de los problemas locales.

Cuenta como autoridad superior al Alcalde Municipal.

Las funciones principales de la municipalidad capitalina son las siguientes:

- Ejercer la administración municipal, con base en planes concretos de desarrollo administrativo y financiero, que permita un proceso planificado de cambio del municipio.
- Establecer, organizar, regular y presentar los servicios públicos locales.
- Obtener y disponer de los recursos patrimoniales municipales.
- Elaborar planes de desarrollo urbano, con el objeto de afrontar los problemas derivados del crecimiento de villas y ciudades.
- Contribuir al desarrollo común con otros municipios, para el cumplimiento de los distintos fines que garantiza la Constitución Política de la República de Guatemala.
- Dirigir y controlar el aspecto económico administrativo de los proyectos de inversión que redundan en beneficio colectivo.

Dentro de sus principales unidades administrativas cuenta con las siguientes:

1. Corporación o Consejo Municipal.
2. Alcaldía Municipal.
3. Secretaría.
4. Registro Civil.
5. Tesorería Municipal.
6. Policía Municipal.

6. Policía Municipal.
7. Juzgado de Asuntos Municipales.
8. Catastro.

La Corporación o Concejo Municipal, le corresponde tomar la iniciativa, decisión y ejecución de los asuntos municipales, así como la emisión de las ordenanzas y reglamentos de su municipio, ejecutarlos y hacerlos ejecutar; elaborar, aprobar y ejecutar los planes de desarrollo urbano y rural, y aprobar y ejecutar los planes de desarrollo de su municipio; promover la participación del vecino en la identificación de las necesidades locales; la autorización e inspección de la construcción de obras públicas y privadas; la disposición de los recursos del municipio para el cumplimiento de sus fines: la regulación del transporte de pasajeros y carga de sus terminales locales; otras, que le asignan las leyes citadas.

Para el cumplimiento de las mismas, la Corporación o Concejo Municipal se integra por: el Alcalde Municipal, quien lo preside; Sindicatos y Concejales, electos directamente por sufragio universal y secreto para un período de cuatro años, pudiendo ser reelectos.

La Alcaldía Municipal, se encarga de trámites administrativos, cuya resolución o aprobación corresponde a la Corporación Municipal; dicta las medidas de política que sean convenientes al municipio, publicándolas por bando, carteles, u otros medios de difusión; mantiene la disciplina entre los empleados municipales; vela por la limpieza y salubridad del municipio en calles, plazas y establecimientos públicos; propone a la corporación municipal, los arbitrios, tasas y demás contribuciones y derechos de la Hacienda Municipal, en el entendido que los arbitrios serán sometidos a la consideración del Congreso de la República.

La Policía Municipal, cumple y hace cumplir las ordenanzas emitidas por la Municipalidad, vela por el orden público dentro del municipio y presta el servicio de seguridad en los mercados e instalaciones municipales.

Otras funciones que la Municipalidad Capitalina tiene a su cargo son las siguientes:

- Organización, control y supervisión del transporte colectivo.
- Control de estacionamientos y parquímetros.
- Acceso a núcleos de población.
- Mantenimiento y reparación de la red vial.
- Pavimentación de vías públicas.
- Demarcación de calles y avenidas.
- Higiene y ornato de vías públicas.
- Instalación de alumbrado público.
- Colocación de túmulos o cualquier otro dispositivo para restringir la velocidad en sitios que lo ameriten.

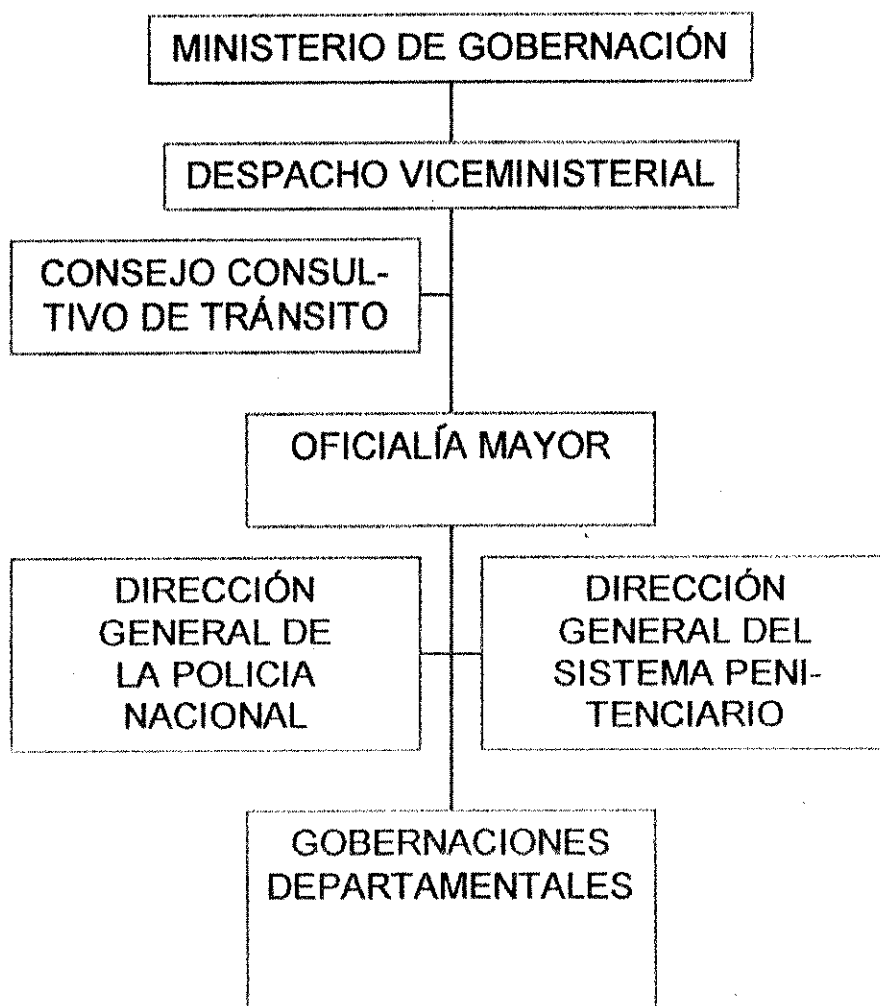
Con la conciencia de la nueva administración, se decidió afrontar la planificación de una manera seria y detenida a través de su Plan de Desarrollo Metropolitano

demandará más espacios y más servicios para vivir mejor. El proyecto sustenta, además, que el equilibrio y la comodidad de una ciudad, se propician a través de la planificación.

### 2.1.3. Policía Nacional

A continuación se presenta un organigrama del Ministerio de Gobernación en donde se muestran los diferentes puestos dentro de la Policía Nacional, la cual es una dependencia de dicho Ministerio.

## ORGANIGRAMA DEL MINISTERIO DE GOBERNACIÓN



La Policía Nacional es una dependencia del Ministerio de Gobernación, según base legal, Decreto Presidencial No. 332: "Ley orgánica de la Policía Nacional", publicado el 29 de junio de 1955, modificado por:

- Decreto No. 60-79 del Congreso de la República, publicado el 17 de octubre de 1,979.
- Decreto No. 19-82 y Decreto Ley No. 20-8 publicados el 16 de abril de 1,982.
- Decreto Ley No. 37-85 publicado el 24 de abril de 1,985.
- Decreto No. 42-94 del Congreso de la República: “ Ley de Creación del Consejo Nacional contra el Crimen, la Delincuencia y la Impunidad”, publicado el 17 de mayo de 1,994.
- Y otras disposiciones legales de observancia general.

La Policía Nacional tiene como objetivos el garantizar la seguridad, el orden interno y la preservación de los bienes públicos y privados, mantener el orden público, proteger la vida, prevenir los delitos y demás infracciones a la ley; perseguir y capturar a los transgresores, poniéndolos a disposición de los Tribunales de Justicia.

Coopera en la investigación y pesquisas de los delitos y pone a disposición a los delincuentes a los tribunales competentes; también cumple con todas las funciones preventivas o de simple ejecución inherentes al servicio de la policía.

También efectúa la impresión de folletos, libros, papelería; así como códigos, reglamentos y leyes para todas las dependencias del Estado.

Las funciones principales de la Policía Nacional son las siguientes:

- Realizar todas las acciones relacionadas con el mantenimiento del orden público, con el ejercicio de los cultos religiosos y con el Gobierno Departamental.
- Ejerce la vigilancia y supervisión de las asociaciones, instituciones y fundaciones, particularmente cuando éstas no sean atribuidas por la ley a otras dependencias.
- Desarrolla el control y supervisión de todo lo relacionado con el movimiento delictivo.

Para el cumplimiento de sus funciones cuenta con una Subdirección y las unidades de Inspectoría General, Secretaría General, Archivo General, Relaciones Públicas y Asesoría Jurídica.

Los departamentos de Informática, Contabilidad, Personal, Abastecimientos y de Tránsito, Jefaturas Departamentales, Escuela de la Policía Nacional y el Hospital de la Policía Nacional, se encuentran también controladas y dirigidas por la subdirección.

## **2.2. Leyes y reglamentos**

### **2.2.1. Ley de Tránsito**

La ley de tránsito constituye el más importante medio restrictivo para facilitar la circulación. Esta legislación nace como consecuencia de una ley superior que ordena su existencia. En Guatemala, la ley de tránsito es decretada por el Estado a través del Congreso de la República. El funcionamiento de la misma, depende del grado del problema del tránsito y el conocimiento que las autoridades tengan. Por ello, su elaboración debe ser confiada a personas especializadas en la materia, a equipos de trabajo en los que deben participar representantes del Estado y representantes de las Municipalidades y en especial para nuestro caso la capitalina. La existencia de ambos, en ese equipo es totalmente necesaria, por su parte, la municipalidad capitalina es la encargada de hacer respetar ese reglamento por medio de las autoridades correspondientes en el interior de la república.

La renovación y divulgación de la ley de tránsito actual es urgente. Una ley de tránsito debe de ser continuamente revisada y mejorada. Para ser aplicada dentro de la ciudad de Guatemala, esta debe ser particularizada, por cuanto, las condiciones del tránsito acá, no son las mismas que en otras ciudades de la república, como en Quezaltenango, por ejemplo. Una ley de tránsito bien elaborada debe contener disposiciones relativas a los cuatro elementos que constituyen el tránsito: el conductor, el peatón, el vehículo y la vía.

Para reglamentar las funciones de la ley de tránsito debe de incluirse estudios sobre las necesidades actuales y futuros de conductores y peatones.

La ley de tránsito debe respetar e incluir dentro de las normas, todas aquellas que en base a convenios internacionales han sido ratificadas por Guatemala; para ello, conviene recordar que se han realizado varias conlaves internacionales con el objetivo fundamental de unificar criterios para la reglamentación del tránsito.

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para la América Latina patrocinó en 1,957 una reunión de autoridades centroamericanas del tránsito por carreteras con el objeto de establecer, entre otras cosas, uniformidad en las señales viales y en los pesos y dimensiones máximas de los vehículos en todos los países de América Central. Los resultados logrados fueron convenio, y se emitió la ley respectiva que hace cumplir al público tal convenio.

En síntesis, el estudio adecuado de La Ley de Tránsito actual debe hacerse, para su modificación parcial o total, con base en los requerimientos que exige ya la ciudad de Guatemala.

El proceso de aumento de vehículos motorizados es acelerado, sin embargo, la legislación permanece estática y se convierte en un obstáculo grave para la aplicación de las nuevas técnicas de la Ingeniería. Los adelantos técnicos en este campo, deben reflejarse

inmediatamente en los preceptos legales, para que la ley contribuya siempre a impulsar el progreso.

La legislación de tránsito debe ser “ uniforme, normativa y básica ”, según lo expresado por la Delegación Peruana al Octavo Congreso Panamericano de Carreteras celebrado en Bogotá, Colombia; por esta razón se hace tan necesario en Guatemala de una revisión a la actual Ley de Tránsito que garantice circulación segura tanto para peatones como conductores; ésto sólo podrá ser posible a través de la integración de un equipo de profesionales relacionados con el tema: abogados, ingenieros, representantes de seguros, educadores, cuerpos de bomberos, representantes municipales y autoridades de tránsito.

### **2.2.2. Reglamento de pesos y dimensiones**

En la Convención de las Naciones Unidas sobre Circulación por Carreteras del 19 de Septiembre de 1,949, fue suscrita por Guatemala y aprobada mediante Decreto No. 1496 del Congreso de la República, la necesidad de normar las disposiciones de la Convención indicada sin contravenir los preceptos del Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras del 10 de junio de 1,958 y aprobado por el Decreto No. 1299 del Congreso de la República: tratados que determinan que las dimensiones y pesos máximos de los vehículos a los que se permite circular por las carreteras de un Estado contratante o de sus subdivisiones serán fijados por la legislación nacional de cada país, respetando como mínimo las normas establecidas en los mismos.

Por lo cual se elaboró el Reglamento de pesos y dimensiones con la finalidad de establecer y definir todos los tipos de vehículos de transporte de personas o mercancías provistos de un dispositivos mecánicos de autopropulsión, que marchen sobre rieles o conectado a un conductor eléctrico, además de verificar el adecuado uso de carreteras. A la vez se listan las abreviaturas para cada tipo de vehículos, el peso por eje indicado en cada vehículo, así como también permisos para la circulación de vehículos de transporte pesado por determinadas rutas.

Dentro del Reglamento de pesos y dimensiones se especifica en cada uno de los artículos las limitaciones y prohibiciones respectivas para cada vehículo. Existe el control de pesos y dimensiones de vehículos en las principales carreteras del país, lo cual nos proporciona datos significativos para el control de vehículos que circulan dentro del país.

Actualmente, los vehículos de carga que infringen la norma, se hacen acreedores a las sanciones económicas previamente establecidas, las cuales por mandato constitucional y por redacción del Acuerdo Gubernativo No. 1084-92, dichas sanciones se constituyen en fondos privativos del Organismo Judicial y no ingresan a la Dirección General de Caminos, como debiera ser; para inversión en mantenimiento de la red vial, al ser ésta la afectada en el desgaste de sus estructuras.

Así pues, se presenta la siguiente información de las estaciones de pasaje de vehículos de carga ubicadas en las principales carreteras del país, las cuales controlaron un



total de 277,765 vehículos en 1,994 a través de sus nueve estaciones. Esta cantidad es menor que la correspondiente a 1,993, en que fue de 341,796 unidades, porque en los meses de marzo y abril de 1,994 no hubo control por la huelga de empleados de la Dirección General de Caminos.

Ante la situación y el desarrollo actual que el sector transporte tiene, se da la necesidad de reorientar el control de nuestra red vial, promoviendo cambios al reglamento vigente ( Pesos y Dimensiones ) el que debe estar orientado a la captación de fondos que permitan una cobertura más amplia de control y a la vez un excedente para reinversión en infraestructura vial.

### **2.2.3. Reglamento del servicio de transporte extraurbano de pasajeros por carretera**

El Reglamento del servicio de transporte extraurbano de pasajeros por carretera surgió según el Acuerdo Gubernativo número 893-92 de fecha 17 de noviembre de 1992, donde se dio la orden de emitirse.

Dicho reglamento fue derogado debido a la experiencia obtenida en su aplicación, para que el servicio público de transporte extraurbano de pasajeros, fuera regulado adecuadamente, y para ese efecto se emitió la disposición legal según Acuerdo Gubernativo 42-94 con fecha 3 de febrero de 1,994; propuesta emitida por el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.

El reglamento tiene por objeto principal regular el servicio público de transporte extraurbano de pasajeros, con el fin de obtener seguridad y eficiencia para las personas, bienes e intereses confiados a tal servicio. También tiene la función de proteger y fomentar una competencia lícita y leal entre los portadores del servicio público de transporte extraurbano de pasajeros, a la vez vela por la seguridad de la existencia y operación de un sistema ramificado de servicio de transporte extraurbano, que contribuye a impulsar la economía nacional.

Este reglamento es aplicado con el fin de regular el servicio público de transporte extraurbano de pasajeros, que se efectúe por medio de vehículos terrestres, tales como: autobuses, microbuses y otros.

El Servicio de Transporte Extraurbano de Pasajeros puede ser:

- De una cabecera municipal a otra;
- De una cabecera municipal a cualquier lugar de otro municipio o viceversa;
- De un lugar de un municipio a cualquier lugar de otro municipio;
- De una cabecera municipal o de algún lugar municipal a cualquier punto situado fuera del territorio nacional y viceversa.

La aplicación de dicho reglamento queda a cargo de la Dirección General de Transporte.

El reglamento consta de 10 capítulos, los cuales se presentan así:

- Capítulo I: Objetivo.

- Capítulo II: Aplicación.
- Capítulo III: Porteadores.
- Capítulo IV: Autorización de Licencias de Transporte.
- Capítulo V: Trámite.
- Capítulo VI: Horarios y Tarifas.
- Capítulo VII: Servicio de Transporte.
- Capítulo VIII: Controles.
- Capítulo IX: Infracciones y Controles.
- Capítulo X: Disposiciones Finales.

#### **2.2.4. Reglamento de Servicio de Transporte Colectivo Urbano**

El Reglamento de Servicio de Transporte Colectivo Urbano, fue elaborado el 1 de abril de 1,992, con el fin de actualizar las disposiciones relativas al transporte colectivo urbano, la cual fue una atribución de la Corporación Municipal, en donde se emitieron ciertas disposiciones de ley.

Dicha Corporación Municipal consideró necesaria la integración y el desarrollo de los diversos modos de transporte colectivo urbano, para lo cual debe unificarse la legislación existente. Consideró también simplificar las normas que regulan las concesiones, la fiscalización y el control de la presentación del servicio público de transporte colectivo urbano.

El objetivo de dicho reglamento es el regular el establecimiento, autorización, concesión, operación, uso y funcionamiento del servicio de transporte colectivo urbano en el municipio de Guatemala.

Dicho reglamento establece que la Municipalidad de Guatemala, por medio de la Dirección de Transportes Públicos Urbanos, velará por su estricto cumplimiento y a la vez establece que toda persona individual o jurídica que preste servicio de transporte colectivo urbano, está obligada a cumplir las disposiciones contenidas en el reglamento.

El reglamento de Servicio de Transporte Colectivo Urbano consta de 9 capítulos:

- Capítulo I: Disposiciones Generales.
- Capítulo II: De los Servicios de Transporte Colectivo Urbano.
- Capítulo III: De la Concesión de Nuevos Servicios.
- Capítulo IV: De los Concesionarios.
- Capítulo V: De los Vehículos.
- Capítulo VI: De los Conductores de los Vehículos.
- Capítulo VII: De la Inspección de los Servicios de Transporte.
- Capítulo VIII: De los Usuarios.
- Capítulo IX: Infracciones y Sanciones.
- Capítulo Único: Disposiciones Transitorias, Derogatorias y Vigencia.

El reglamento consta de 35 artículos, los cuales están distribuidos en los diferentes capítulos.

La Corporación Municipal, con uso de su competencia legal, está autorizada a modificar ciertas disposiciones en dicho reglamento, con el propósito de remover obstáculos que los interesados en la obtención de concesiones de nuevos servicios encuentran en el trámite de su expediente.

### 3: HISTORIAL DE LA PROBLEMÁTICA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

#### 3.1. Combustible

##### 3.1.1. Evolución del precio:

**Evolución del Precio de los combustibles en el sector transporte  
( Quetzales por galón )  
( Cuadro No. 4 )**

AÑO	GASOLINA SUPER	GASOLINA REGULAR	QUEROSINA	TURBO JET	DIESEL	BUNKER
1,986	3.1	2.9	2.05	4.07	1.7	1.56
1,987	3.1	2.9	2.05	4.07	1.7	1.58
1,988	3.25	3.05	2.42	3.9	2.25	1.45
1,989	3.31	3.11	2.48	3.96	2.31	1.48
1,990	9.6	9.4	9.1	11	5.1	1.48
1,991	9.6	9.4	8.45	11	5.95	3.4
1,992	7.95	7.75	5.85 *	5.85 *	5.95	3.40 *
1,993	7.95	7.75			5.95	
1,994	8.19	7.97			6.49	
TOTALES	56.05	54.23	26.55	38	37.4	10.95

**FUENTE:** Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.

\* Información al 29 de octubre de 1992, ( fecha en la que entró la liberación de precios).

La información se refiere al último precio registrado en el año.

Los precios al consumidor de los combustibles derivados del petróleo se mantuvieron al mismo nivel en 1,992 y 1,993, en lo que respecta a las gasolinas y al diesel cuyos precios estuvieron controlados, en 1,994 tuvieron un aumento apreciable. En 1,992 fueron liberados los precios para los siguientes combustibles: la querosina, el turbo jet y el bunker.

### 3.1.2. Consumo

**Consumo total de petróleo y productos petroleros**  
**( En millones de galones)**  
**( Cuadro No. 5 )**

AÑO	A	B	C	E	F	G	H	I	TOTAL
1,990	42.1	42.3	71.4	182.1	53.1	13.2	7.5	2.4	436.2
1,991	45	40.6	67.9	198	71.6	11.9	5.7	3	467.5
1,992	55.1	50.4	73.3	240.7	77.7	13.3	12.7	4.1	552
1,993	62	66.5	71.7	205.3	112.2	9.7	11.3	5.8	561.4
1,994	69.3	88.5	77	237.2	133.7	10.8	32.6	6.1	673.7
1,995	72.2	96.4	78.6	256.9	137.8	0	0	0	641.8
TOTAL	345.7	384.7	439.9	1320	586.1	58.9	69.8	21.4	3333

A = Gasolina líquida de petróleo ( conocido también como Fuel Oil ).

B = Gasolina super.

C = Gasolina regular.

D = Kero turbo ( gasolina utilizada para aviones ).

E = Diesel.

F = Bunker C.

G = Otro productos

H = Crudo de uso combustible.

I = Gas de refinería.

**FUENTE:** Departamento de Cómputo del Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas.

Se observa claramente que el consumo de combustible se ha incrementado aceleradamente entre el año 1,990 a 1,995, teniendo un incremento de 71.50% en el GLP ( Gasolina líquida de petróleo ), en la gasolina super un incremento de más del 100%, siendo diferente para la gasolina regular ya que se obtuvo un incremento del 10.08%, asimismo en el kero turbo se obtuvo un decremento del 16.30%, incrementándose el diesel un 41.08% y aun más el bunker C, ya que al igual que la gasolina super, se incrementó más del 100%. Dentro de otros productos derivados del combustible se tuvo un decremento del 18.18%, ya que no tienen una demanda como para liberar los precios. En el crudo de uso combustible y el gas de refinería se incremento más del 100%.

Hay que tomar en cuenta que los precios fueron liberados a partir del año 1,992, lo cual dio pauta para que incrementaran la cantidad que quisieran dentro del Monopolio de Gasolineros, no importándoles si compraban al mismo precio, más barato o más caro.

### 3.1.3. Estadísticas de contaminación

Las estadísticas que se presentan a continuación fueron obtenidas del 1 de enero al 31 de diciembre de 1,996, del Proyecto Monitoreo de Emisiones Automotores de la Ciudad de Guatemala.

Durante este período se realizó la determinación de los siguientes contaminantes: material particulado en suspensión, bióxido de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono.

Teniendo para ello 6 diferentes estaciones de monitoreo, éstos se localizan dentro de la ciudad capital siendo éstas: Avenida de Petapa, Avenida Bolívar, Calzada San Juan, Calzada Raúl Aguilar Batres, Zona 1 y la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los resultados obtenidos muestran claramente que el deterioro de la calidad del aire en la Ciudad de Guatemala es muy grande, especialmente en algunas de las estaciones establecidas.

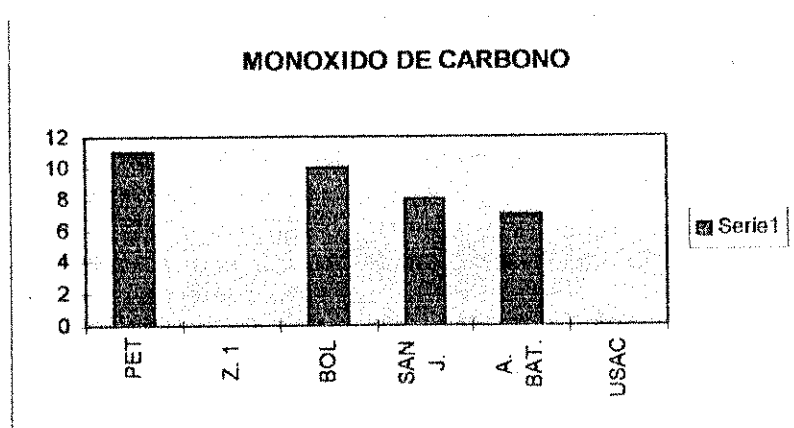
#### a. Monóxido de Carbono

Este contaminante es un gas incoloro e inodoro que se produce por la combustión incompleta, reduciendo la capacidad de transporte de oxígeno a las partes vitales del sistema cardiovascular y nervioso.

Bajas concentraciones han generado efectos adversos en personas con problemas cardíacos y una disminución en la capacidad de ejercitarse entre individuos jóvenes y hombres sanos. Altas concentraciones causan visión borrosa, dolor de cabeza y fatiga.

La normativa establece un límite máximo permisible de 9 ppm para períodos de ocho horas.

Gráfica No. 1 : Monóxido de Carbono



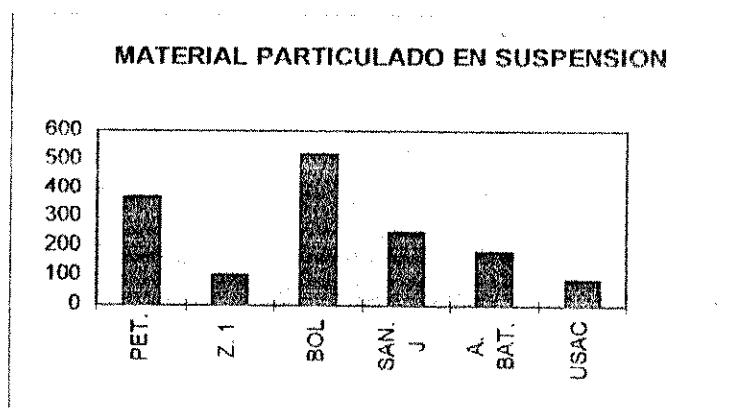
Como se puede observar en la gráfica No.1, se muestra muy alto el porcentaje de este contaminante en la estación de la Petapa y Bolívar, siendo menores los de las Calzadas San Juan y Aguilar Batres, obteniendo un porcentaje despreciable en las estaciones de la Zona 1 y el de la U.S.A.C.

#### b. Material particulado en suspensión ( TPS )

Se puede decir que el material particulado en la atmósfera, representa una compleja mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas. Este puede ser encontrado en el aire ambiental, polvo, humos y otros aerosoles. El material particulado suspendido ( TPS ) puede tener origen antropogénico o natural. Fuentes directas de TPS incluyen la combustión de materiales fósiles para la generación de energía, calefacción y transporte, construcción y actividades industriales, erosión de suelos, incendios forestales, erupciones volcánicas y polen. Las TPS pueden aparecer como aerosoles secundarios producto de las transformaciones de contaminantes gaseosos emitidos por fuentes de combustión ( por ejemplo: plantas energéticas y automóviles ) o fuentes naturales como el bosque. Las partículas pueden ser el resultado también de la condensación de elementos volátiles y de ciertas especies en la atmósfera.

Para la exposición de material particulado en suspensión, la norma establece 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para períodos de 24 horas a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para período anual.

Gráfica No. 2 : Material particulado en suspensión ( TPS )



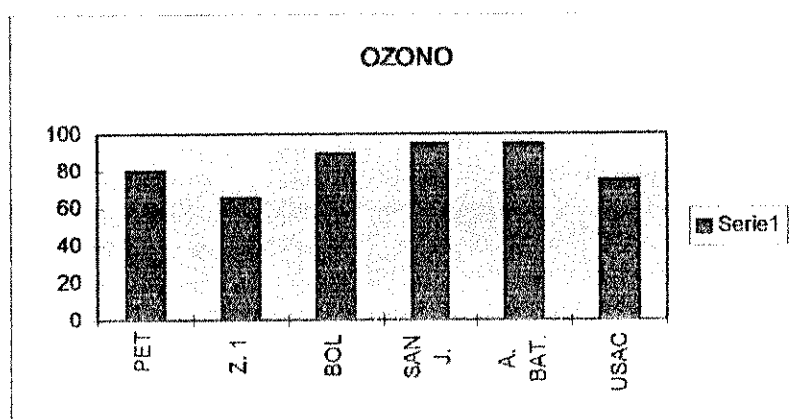
Analizando los promedios de la Gráfica No.2, se puede concluir diciendo que la contaminación provocada por el material particulado en suspensión proveniente de los vehículos automotores en la Ciudad de Guatemala es muy grave, ya que los valores detectados son sumamente elevados ya que algunas de las mediciones sobrepasan los valores de la normativa correspondiente. Se observa en la Avenida Bolívar la situación es una de las estaciones más alarmantes.

### c. Ozono

Es uno de los constituyentes menores en la atmósfera de la tierra y las concentraciones son variables según la altitud. El ozono en la estratósfera es formado por los procesos fotoquímicos, actúa como filtro de las radiaciones ultravioleta, permitiendo prevenir el ingreso de los rayos más peligrosos para el medio y el hombre. Además de tener una función protectora juega un papel muy importante a nivel de la temperatura de la tierra, por lo que es considerado como uno de los gases del efecto del invernadero. En la troposfera el ozono es formado por el ciclo fotoquímico, donde los precursores son dióxido de nitrógeno e hidrocarburos provenientes principalmente de las emisiones vehiculares. El ozono ataca la salud humana, es un contaminante que provoca irritación de los ojos, el tracto respiratorio y reducción de las funciones respiratorias. También el ozono puede afectar drásticamente la vegetación, incluso destruir biotopos importantes para la biodiversidad.

La normativa establece un límite máximo permisible de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para periodos de una hora.

Gráfica No. 3: Ozono



Puede observarse que en el mes de septiembre en todas las estaciones, se muestra una elevación de los valores detectados, en algunos sitios como Bolívar, San Juan, Aguilar Batres, que incluso sobrepasan la normativa correspondiente; sin embargo, en la mayoría de las mediciones se mantiene por debajo de la normativa correspondiente. Esto es muy importante pues brinda la oportunidad de evitar que el nivel de concentración del ozono se incremente en el futuro tomando las medidas adecuadas; lo que quiere decir que el ozono no es un problema potencial como contaminante.



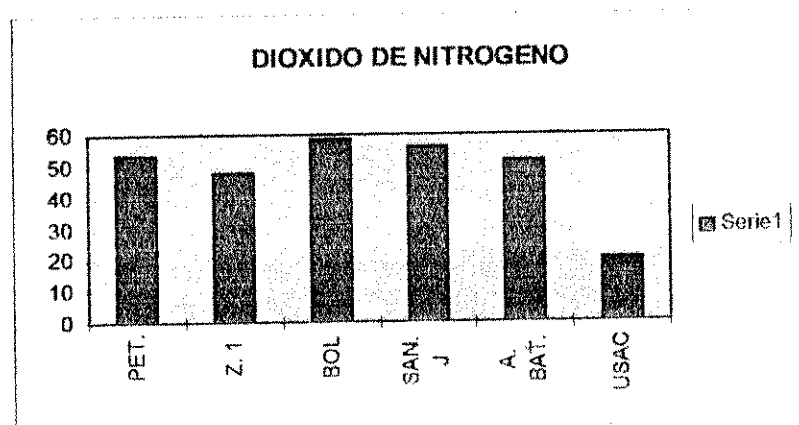
#### d. Dióxido de Nitrógeno

La principal fuente de emisiones se da por los procesos de combustión tanto de fuentes móviles como estacionarias. La formación de  $\text{NO} + \text{NO}_2$  por la combinación de  $\text{O}_2 + \text{N}_2$  a altas temperaturas cercanas a los  $1100^\circ\text{C}$ . Es considerado como uno de los principales precursores de la precipitación ácida de las zonas urbanas e industrializadas.

Las emisiones de  $\text{NO}_2$  provenientes de vehículos y otras fuentes producen una variedad de efectos adversos en la salud y el ambiente. Las exposiciones directas a este contaminante disminuye la eficiencia respiratoria y su función pulmonar en asmáticos. Exposiciones cortas a  $\text{NO}_2$  han tenido como resultado un amplio rango de problemas respiratorios en niños de edad escolar, la tos, resfriados, irritación de garganta, entre otros, son los más comunes.

Para este contaminante, la norma establece  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio anual.

Gráfica No. 4: Dióxido de Nitrógeno



Al comparar los valores obtenidos durante el año, se observa claramente que durante el mes de julio la concentración fue la más elevada en todas las estaciones, con excepción de la U.S.A.C. Por el contrario, los valores más bajos de todas las estaciones fueron los de enero, con excepción de U.S.A.C., estación en la cual la concentración es muy similar a lo largo del año.

Con base en el muestreo se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

a) Las fluctuaciones observadas en los resultados obtenidos en los puntos de muestreo, obedecen a variables como: flujo automotor, humedad en el ambiente, vientos y radiación solar.

b) El deterioro de la calidad del aire en la Ciudad de Guatemala es debido principalmente a:

- falta de control técnico del estado de los vehículos,
- incremento del parque automotor,
- incremento de la actividad industrial,
- falta de control por parte de las autoridades correspondientes.

c) Dentro de los problemas potenciales que se pueden provocar en la Ciudad de Guatemala, debido al deterioro de la calidad de aire, se tiene:

- deterioro de la salud pública,
- deterioro de la economía,
- impacto negativo, tanto en la agricultura, como en la vida silvestre y edificaciones en general.

d) Los niveles de material particulado en suspensión TPS se encuentran en niveles muy por encima de los establecidos en la normativa correspondiente, convirtiéndose en el MAYOR CONTAMINANTE de los estudiados en la Ciudad de Guatemala.

### 3.1.3.1. Antecedentes a Nivel Mundial

La primera regulación para el control de emisiones de gases de escape convertida en ley fue promulgada en el Estado de California ( EUA ) en 1,960. Todo comenzó con la rápida urbanización de la ciudad de Los Ángeles a partir de 1,943, acompañada de una apreciable producción de “ smog ” fotoquímico. En 1,952 A.J. Haagen de la Universidad de California señaló que la causa principal del “ smog ” fotoquímico era la acción de los rayos solares sobre los gases de escape de los automóviles. Fue así que en 1,960 se establecieron regulaciones para el control de emisiones de hidrocarburos no quemados y monóxido de carbono de los gases de escape en California. En 1968 se comenzó con las regulaciones a nivel federal para estos dos gases.

Motivado por la celebración del primer día de la Tierra en 1970 y por iniciativa del senador Edmund Muskie, el gobierno de los Estados Unidos aprobó la Ley del Aire Limpio ( Clean Air Act ), creando al mismo tiempo la Agencia para Protección del Medio Ambiente ( EPA - Enviromental Potection Agency ), con amplias facultades para establecer estándares para el máximo permisible de emisiones de gases en los vehículos, tanto fabricados como importados al mercado de los Estados Unidos.

La ley en 1970 especificaba una reducción de las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono del orden de 90% para 1,975, y una reducción de los óxidos de nitrógeno en la misma proporción para 1,976. Cumplir con los dos primeros requerimientos fue relativamente fácil para los fabricantes, pero se encontraron con serios problemas tratando de eliminar los óxidos de nitrógeno. Los mecanismos que reducían las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono, al mismo tiempo incrementaban las emisiones de óxidos de nitrógeno. Considerando las dificultades, se dio una extensión de un año a los fabricantes para llegar a los mencionados niveles de reducción. La única

solución técnica factible resultó ser el uso de catalizadores, los cuales no son compatibles con la gasolina sin plomo.

En esa época, el método usado para elevar el octanaje de la gasolina era la adición de plomo, por lo cual se tomó la decisión de eliminar este aditivo de la gasolina. En el año de 1,971 se introdujo la gasolina sin plomo, dando plazo hasta 1,974 para que las estaciones de combustible pudiesen ofrecer por lo menos un grado de octanaje de este combustible. Como de momento no existía otro método práctico para elevar el octanaje, los fabricantes de automóviles en los Estados Unidos empezaron a producir motores de baja compresión a partir de 1,971. Para cumplir con los estándares de 1,975 todos los vehículos tuvieron que ser equipados con catalizadores, y por supuesto diseñados para el uso de gasolina sin plomo.

Considerando que los vehículos en los Estados Unidos son desechados a los pocos años de uso; en el mediano plazo la mayor parte de la flota funcionaba ya con gasolina sin plomo. Allá por el año de 1,980 la nueva tecnología permitió el desarrollo de sustitutos aceptables del plomo para subir nuevamente el octanaje de la gasolina, y nuevamente se incrementó la relación de compresión de los motores, mejorando su eficiencia en general.

Japón se unió desde un principio a los Estados Unidos en la lucha contra la contaminación ambiental, teniendo a la fecha el control más estricto del mundo para óxidos de nitrógeno. En Europa la gasolina sin plomo se encuentra disponible desde hace varios años y los catalizadores son obligatorios en todos los vehículos nuevos importados o producidos para los países del Mercado Común Europeo desde el año 1,992. En Latinoamérica la gasolina sin plomo ya está disponible en los siguientes lugares: México, Guatemala, Costa Rica y la ciudad de Santiago de Chile.

La tecnología moderna ha permitido desarrollar motores más eficientes. Esto quiere decir con mayor potencia, menor consumo de combustible y menor emisiones de gases contaminantes. Estos motores están diseñados para funcionar con gasolina sin plomo, lo que ha limitado su disponibilidad a los mercados en donde no se comercializa este combustible. En otras palabras, la gama de vehículos disponibles para países que no tienen gasolina sin plomo es cada año más reducida y más obsoleta.

Hasta ahora en todos los países en que se comenzó a comercializar la gasolina sin plomo se hizo al lado de la gasolina con plomo y en muchos de ellos con diferente precio. Esto ha dado lugar a problemas de contaminación, a veces en forma accidental y otras en forma intencional para aprovechar la diferencia de precio, con lo cual se "envenenan" los catalizadores y se reduce considerablemente la efectividad del programa ambiental.

### 3.1.3.2. Antecedentes en Guatemala

Guatemala, al igual que muchos países del Tercer Mundo, se caracterizaba por la total carencia de programas concretos para emprender la lucha para purificar el ya contaminado aire que respiramos, principalmente en la Ciudad Capital. Los archivos periodísticos abundan en artículos y noticias acerca de simposios y todo tipo de reuniones para combatir el humo negro, sin resultados positivos.

El 9 de octubre de 1,990 se publicó la " Ley del humo negro ", según Acuerdo Gubernativo No. 1,017-90 donde se fija un plazo de tres meses para que los propietarios de los vehículos accionados por combustibles procedan a ajustar sus motores o dotarlos de dispositivos que minimicen las emanaciones de humo. Se sugirió que para evaluar las emanaciones de humo se prescindiera de equipos sofisticados, los cuales son difíciles de adquirir, de mantener y operar en nuestro país; a cambio se propuso un control visual, por medio del cual se pueden controlar considerablemente las emanaciones. Aún en un país industrializado como los Estados Unidos se usaba control visual en el año de 1,970 para las emisiones de los motores diesel. Fue de esta manera que las emanaciones quedaron clasificadas en dos grupos:

- a) Emanaciones de humo poco apreciables.
- b) Emanaciones de humo altas.

Actualmente, se discute la operatividad de esta ley, ya que entró en vigor el 15 de enero de 1,991 con poca o ninguna acción por parte de las autoridades.

El cambio al uso de gasolina sin plomo fue acompañado de una campaña de concientización e información al público. Se mantuvo un esquema de dos gasolinas, con los mismos octanajes y al mismo precio que se vendía la gasolina con plomo. Los primeros embarques fueron recibidos en mayo de 1,991 y después de un período de descontaminación de los sistemas de distribución se anunció oficialmente su distribución a partir de octubre del mismo año.

El más perjudicial de los contaminantes de la gasolina ya está controlado. Teniendo la disponibilidad de gasolina sin plomo se está listo para entrar de lleno a una etapa para controlar las emisiones de gases de los motores de gasolina. Esta etapa consiste en obligar al uso de catalizadores, para poder así controlar el resto de los contaminantes. Para este propósito se aprobó el 31 de marzo de 1,992 el decreto 20-39 que obliga a que todos los vehículos importados al país, a partir del 1 de marzo de 1,993 estén equipados con catalizadores y demás controles de emisiones de gases. Esta ley afecta solamente a los modelos 1,993 en adelante sin importar si son nuevos o usados.

Teniendo en cuenta que la duración promedio de un vehículo en Guatemala es de diez años en ese mismo período se habrá cambiado un 50% de la flota y en veinte se habrá controlado prácticamente el 100% de los vehículos automotores de gasolina en el país.

Una vez que el país cuente con una importante flota de vehículos equipados con catalizadores, éstos deben ser revisados periódicamente para verificar su buen funcionamiento. Los vehículos con motor diesel también deben ser incluidos.

### 3.2. Volumen de vehículos

#### 3.2.1. Vehículos de carga

#### REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA EL TRANSPORTE DE CARGA ( POR TIPO DE VEHÍCULO ) ( Cuadro No. 6 )

TIPO DE VEHI.	TOTAL No.	%	SERIE CRONOLÓGICA DE REGISTRO DE CARGA					
			1989	1990	1991	1992	1993	1994
A	5,479	13.72	3,725	150	352	633	346	246
B	26,303	67.95	20,805	847	1,990	1,448	841	372
C	164	0.33				65	61	38
D	6,277	15.65	5,385	224	526	81	24	37
E	809	2.05	587	24	56	85	30	27
F	6	0.02					6	
G	5	0.01				5		
TOTAL	39,043	99.73	30,529	1,245	2,924	2,317	1,308	720

- A: Cabezales.
- B: Camiones.
- C: C-Furgones.
- D: Pick-Up.
- E: Paneles.
- F: C. Volteo.
- G: Otros.

**FUENTE:** Unidad de Planeamiento de la Dirección General de Transportes.

\* Las cifras correspondientes a ese año son acumuladas de todos los años anteriores.

En 1994, 39,157 unidades se encontraban registradas y autorizadas para el transporte de carga, en la Dirección General de Transporte, habiéndose matriculado en ese año 720 unidades. Existe predominio muy marcado de los camiones con el 67.9%. En importancia le siguen los Pick-Ups y los Cabezales con 15.6% y 13.7% respectivamente, los cuales son menores, en tanto que los resultantes tipos de vehículos tienen una participación mínima.

### 3.2.2. Vehículos pasajeros

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS DE PASAJEROS COMERCIALES ( Cuadro No. 7 )

DESCRIPCIÓN	TOTAL		AUTOBUSES		MICROBUSES	
	No.	%	No.	%	No.	%
<b>No.de unidades</b>	5664	100	4882	86	782	14
<b>Capacidad</b>	265586	100	238114	90	27472	10
<b>Por clase de servicio</b>						
Primera clase	200	4	200	100	0	0
Segunda clase	5464	96	4682	86	782	14
<b>Por tipo de combust.</b>						
Diesel	4476	79	4190	94	286	6
Gasolina	1188	21	692	58	496	42
Otros	0	0	0	0	0	0
<b>Por edad</b>						
de 0 a 3 años	93	2	81	87	12	13
de 4 a 7 años	102	2	77	75	25	25
de 8 a 10 años	164	3	126	77	38	23
de más de 10 años	5305	94	4467	84	838	16

**FUENTE:** Unidad de Planeación, Dirección General de Transportes.

El volumen total corresponde al acumulado a 1,994 más los autorizados hasta el 31 de diciembre de 1,995.

En 1,994 el número total de vehículos comerciales de pasajeros extraurbanos autorizados y registrados por la Dirección General de Transportes, alcanzó la cantidad de 5,664 unidades, 177 más que en 1,993 lo que representa un crecimiento del 3.22% entre los dos años. Asimismo, la capacidad de asientos llegó a 265,586 unidades, 9,917 más que en 1993 o sea un crecimiento del 9.07%. Según la clase de servicio, el 96% de los vehículos registrados son de segunda clase y solo el 4% prestan servicio de primera clase dentro de los cuales solo hay autobuses. Además, el 79% utilizan como combustible el diesel, especialmente los autobuses y el restante 21% son a gasolina. Finalmente, el 94% tiene una edad más de 10 años de uso lo que da una idea de la antigüedad del parque de vehículos comerciales de pasajeros.

### 3.3. Tarifas de transporte

#### 3.3.1. Precio boleto/pasajero

El precio del boleto/pasajero esta estrechamente relacionado con la demanda del transporte público y sus condiciones. En la obtención del número de pasajeros regularmente se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$PKMi = VKMi * fui.$$

$$PUPRi = PKMi / PUKMi.$$

$$PUPRi = VKMi * PVKMi.$$

en donde:

PKMi = pasajero - kilómetro.

PUPRi = pasajero transportado por el vehículo tipo i.

PVKMi = pasajero transportado por vehículo - kilómetro.

fui = factor de utilización en pasajeros / vehículo.

PUKMi = distancia promedio recorrida por pasajero, en kilómetros.

El siguiente ejemplo, facilita la comprensión de las ecuaciones anteriores: se tiene la siguiente información del país ( x ) para el año 1995.

Número de vehículos ( V ): 100

Recorrido promedio por vehículo ( RP ): 20.000 km/año

Factor de utilización ( fu ): 2 personas/vehículo

Desplazamiento promedio por pasajero ( PUKM ): 4,0 km/desplazamiento

$$PKM = V \times RP / VRP = 100 * 20,000.00 = 4 \times 10^6 \text{ pasajeros-kilómetro}$$

$$PVKM = PUPR / VPR = 1.10 / 100 * 20.000 = 0.5$$

$$PUPR = VKM * PVKM = 100 * 20,00 * 0.5 = 1 * 10^6 \text{ pasajeros}$$

$$PUPR = PKM / PUKM = 4 * 10^6 / 4 = 1 * 10^6 \text{ pasajeros}$$

Una vez obtenido el número de pasajeros que son transportados por vehículos tipo " i ", se procede determinar el número de pasajeros que utilizan el transporte colectivo, restando el total de habitantes con los transportados por vehículos, con ésto se obtiene un estimado de cuantas personas son las que utilizan el transporte colectivo, y se procede a hacer el cálculo del valor del boleto.

Este cálculo es realizado por diferentes entidades a cargo, entre ellas la Municipalidad de Guatemala, el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas y sus diferentes dependencias, logrando así llegar a un acuerdo del valor del boleto.

### 3.3.2. Precio por carga

Para determinar el transporte de carga se analizan las toneladas-kilómetro, obteniendo las toneladas kilómetro transportadas por vehículo de carga, se procede a establecer el precio por carga, dependiendo el tipo de carga y el tipo de vehículo en el que fue transportado.

Hay que tomar en cuenta las especificaciones de capacidad en toneladas y el tipo de vehículo según el Reglamento de Pesos y Dimensiones.

El transporte de carga se divide en transporte urbano e interurbano. Como transporte urbano se consideran camiones pequeños, camionetas y pick-ups. Para el transporte interurbano se tienen diferentes medios de transporte: vial, férreo, aéreo, fluvial y oleoductos; los cuales no se consideraran en este trabajo.

Para el cálculo de las toneladas kilómetro, en el transporte por carretera, se tienen la siguiente fórmula:

$$TKM(C)_i = VC_i * CVC_i * TUVCI * RPUC_i$$

en donde:

- TKM(C)<sub>i</sub> = toneladas kilómetro transportadas por vehículo
- VC<sub>i</sub> = parque de vehículos
- TUVCI = tasa promedio de utilización de los vehículos
- CVC<sub>i</sub> = capacidad de los vehículos en toneladas/vehículo
- RPUC<sub>i</sub> = recorrido promedio en km/vehículo/año

Si solamente existe información para un sólo año, se puede recuperar la serie histórica suponiendo que las toneladas-kilómetro promedio por vehículo se mantienen constantes, en esta forma:

$$TKM_t = \left( \frac{TkM}{VC} \right)_o * VC_t$$

donde:

- $\left( \frac{TkM}{VC} \right)_o$  = es toneladas kilómetro promedio por vehículo para el año que existe información

La expresión anterior supone conocer la distribución de los vehículos de acuerdo al tonelaje. Dicha clasificación es propia para cada país, dependiendo del Reglamento de Pesos y Dimensiones.

Si no se tuviera el Reglamento de Pesos y Dimensiones, se puede hacer uso, asimismo, de una capacidad promedio, en vez de utilizar la ecuación para cada tipo de



vehículo. Sin embargo, tener el conocimiento de los artículos con sus limitaciones permite fijar un mejor cálculo de las toneladas-kilómetros.

Obteniendo las toneladas- kilómetro transportadas por vehículo, se llega a calcular el precio por carga, como anteriormente se dijo, esto depende del tipo de vehículo pues mientras el vehículo tenga una capacidad mayor de tonelaje, el precio puede ser más alto o más bajo, dependiendo la carga que lleve; también hay que tomar en cuenta la distancia recorrida; estos precios varían mucho debido a que existe mucho transporte de carga privado, y éstos son los que establecen sus precios, raramente toman los precios establecidos por las entidades que regulan el transporte de carga ( Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas y sus diferentes dependencias ).

## **4: PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL TRANSPORTE Y SU RELACION CON EL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE**

### **4.1. Factores que inciden en la problemática**

#### **4.1.1. Falta de educación vial**

Actualmente la falta de instrucción concerniente a Educación Vial, ha provocado una serie de problemas vinculados con el tránsito que afectan a toda la metrópoli, problemas que mediante el respeto de las señales de tránsito y el correcto uso de vías y servicios de transporte, podrían resolverse en gran parte. La Educación Vial se hace necesaria para el control de la circulación de vehículos, a manera de lograr seguridad máxima, tanto para el conductor y sus acompañantes, como para el peatón.

El ciudadano guatemalteco solamente se relaciona con conceptos de Educación Vial en el momento en que desea obtener licencia para conducir algún tipo de vehículo. Obtenida esta licencia, en rara ocasión el conductor consultará cualquier tipo de bibliografía para despejar alguna duda sobre señalización o algún otro tema relacionado con Educación Vial.

Tomando en cuenta que la señalización de vías es deficiente en nuestro país, existe mayor cantidad de vistosos rótulos comerciales, que señales de prevención e información y todo ésto debido a que no se le da la importancia adecuada a la Educación Vial.

El crecimiento del tránsito asciende el 15% anual, obteniendo una tasa muy elevada comparada con el ritmo de crecimiento de la población, la cual esta ubicada en el 4%.

El control de tránsito se ejerce para seguridad y confiabilidad al movimiento vehicular, ya que es necesario evitar cualquier tipo de colisión entre vehículos, y junto a ésto se presenta la necesidad de mover los vehículos tan rápidamente como sea posible, para que no existan demoras en el tráfico. Estos objetivos entran en conflicto cuando la Educación Vial no es tomada en cuenta, como sucede actualmente en la ciudad capital de Guatemala.

Si en la República de Guatemala se contara con programas de Educación Vial y fueran puestos en marcha, teniendo periódicamente una revisión, se podrían prevenir accidentes de tránsito, congestionamientos, pudiéndose así evitar diversos gastos que generan a diferentes sectores del país.

#### **4.1.2. Falta de información sobre la conservación del medio ambiente**

Por la ubicación geográfica, su origen geológico y su topografía variada, Guatemala es un país con gran diversidad biológica, tanto de ecosistemas como de especies. Sin embargo, con excepción de los grupos más grandes y conocidos de flora y fauna

( mamíferos, aves, anfibios, cactus, orquídeas ), se carece de información específica sobre muchos grupos de especies.

El crecimiento de la población es probablemente el factor principal que da origen a las causas que se han vinculado con la pérdida de la biodiversidad. Estas son: pérdida de hábitat ( deforestación, contaminación ), sobreutilización de recursos ( tráfico de flora y fauna, cacería, pesca ) y migración poblacional desordenada.

Otro factor que incide en la pérdida de la biodiversidad del país es la aplicación no adecuada, inefectiva, de la normativa existente relacionada a la conservación y uso de los recursos naturales. A pesar de contar con una serie de leyes, organismos gubernamentales, entidades académicas y organizaciones no gubernamentales orientada hacia la protección y uso sustentable de los recursos bióticos de Guatemala, éstas no se han desarrollado de manera que puedan cumplir eficientemente con su función, principalmente debido a la falta de auténtica educación pública y escasez de recursos (económico-humano). Tal es el caso de entidades como Comisión Nacional del Medio Ambiente ( CONAMA ) y Consejo Nacional de Áreas Protegidas ( CONAP ).

En Guatemala, se desconoce la real magnitud de la contaminación atmosférica. No obstante, los pocos estudios disponibles indican que el problema puede causar severos daños a la salud, el medio ambiente y la economía del medio. Algunos ejemplos extraídos lo ponen en evidencia:

A nivel ciudadano:

- Los niveles de dióxido de azufre y polvos, en las áreas de mayor concentración vehicular y comercial, rebasan en más de un 80% de los casos evaluados, las normas de calidad del aire establecidas por la Organización Mundial de la Salud.

- Se han estimado que los vehículos de la Ciudad de Guatemala emiten a la atmósfera unas 140,000 toneladas de monóxido de carbono al año, siendo este gas altamente peligroso para la salud humana y animal.

- Evaluaciones rápidas de fuentes contaminantes han puesto en evidencia la presión que pueden ejercer las zonas industriales en la contaminación atmosférica; como por ejemplo el caso de la zona norte de la ciudad capital, donde se estimó que un 86% de la contaminación en esa área, es de origen industrial.

Por otra parte, en cuanto a efectos sobre la salud humana se refiere, las estadísticas de infecciones respiratorias de los años 1,993 - 1,995, indican la gravedad de estos problemas, pues más de 347,000 casos se reportaron sólo en el departamento de Guatemala. Asimismo, otros estudios realizados demuestran que las infecciones respiratorias son la principal causa de enfermedad materna durante el embarazo y la segunda causa de morbilidad en niños, principalmente menores de cinco años.

La priorización de los problemas ambientales se basa en tres grupos: deterioro de los recursos naturales terrestres, deterioro de los recursos costero-marinos y contaminación.

Existen elementos globales que, por su trascendencia e impacto, son identificados como restrictivos para la conservación del medio ambiente y la utilización adecuada y sostenible de los recursos naturales. Algunos de éstos son:

- a) Crecimiento acelerado de la población con impactos adversos a los recursos naturales y el medio ambiente.
- b) Concentración de la población en ciertas áreas del país, con consecuencias adversas al medio ambiente.
- c) Tendencias migratorias de la población hacia áreas de vocación forestal o de alta concentración poblacional.
- d) Falta de conciencia individual y colectiva sobre la dimensión real del problema poblacional.

La contaminación es la acumulación de sustancias indeseables, llamadas contaminantes, que modifican las características naturales de un lugar o de algún elemento. La cual puede afectar el agua de pozos, ríos, lagos y el mar; el suelo de calles, baldíos, cultivos y bosques; el aire especialmente en ciudades y zonas industriales.

Los contaminantes pueden ser:

- a) Físicos como calor, del fuego de hornos y fundidoras, el ruido, las radiaciones o los polvos.
- b) Biológicos por ejemplo: microbios, excremento y basuras orgánicas.
- c) Químicos como las sustancias que producen humos o gases.

Como se puede ver el problema de la contaminación es muy complejo y puede afectar la salud de diferentes formas. Tomando en cuenta que todos los problemas existentes son causados por la falta de información de como conservar un medio ambiente sano y en mejores condiciones.

#### **4.1.3. Estado de las vías de circulación**

Para dar a conocer el estado de las vías de circulación en la ciudad de Guatemala, se muestra a continuación un análisis de las Fortalezas y Debilidades encontradas:

##### **FORTALEZAS:**

- Diversas instituciones como la Municipalidad Capitalina, Policía Nacional, Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, buscan soluciones a problemas técnicos en consenso, reuniéndose periódicamente.
- A partir de noviembre de 1,992 la Municipalidad de Guatemala realiza obras de mejoramiento de las vías de circulación:

- a. recapeo;
- b. colocación de asfalto;
- c. pasos a desnivel;
- d. pasarelas;
- e. semaforización;
- f. bulevares ( Los Próceres y La Pedrera ).

- Desde el punto de vista físico, la red vial se encuentra distribuida eficientemente, lo que permite el fácil acceso a cualquier sector de la ciudad.

- Las diferentes instituciones encargadas de la red vial cuentan con personal capacitado en el área.

- La iniciativa privada contribuye en la construcción de pasarelas, jardinería y señalización de áreas aledañas a sus comercios.

### **DEBILIDADES:**

- La organización de la red vial no cuenta con una estructura bien definida, por lo cual no tiene sus tareas y funciones clasificadas, divididas y asignadas eficientemente.

- No existe un control periódico del estado físico de toda la red vial.

- Dentro del sistema de la red vial, no se cuenta con políticas, procedimientos y objetivos que permitan laborar eficientemente, ni atender la creciente demanda de servicios.

- Las vías de circulación tienen que adecuarse al actual flujo vehicular y no éste a las vías.

- El presupuesto destinado a este sector no es suficiente para cubrir las necesidades actuales.

- El sistema de señalización es deficiente, ya que existen pocas señales de tránsito y éstas se encuentran en mal estado y tienen una inadecuada ubicación.

- La actual red de semáforos es muy antigua, por lo cual brinda mal servicio al no existir una sincronización adecuada; esto es en el mejor de los casos ya que algunos sectores no cuentan con semáforos.

- En la toma de decisiones existen diferencias ya que el mando lo tiene solo la Municipalidad Capitalina, teniendo que acatar las decisiones ( por ejemplo: cambio de vías, localización de semáforos, etc ) las demás instituciones involucradas en el Transporte.

Para combatir algunas de las debilidades, la Municipalidad Capitalina ha elaborado un plan para el Sistema de Transporte por Autobús para la ciudad de Guatemala, el cual

estará estructurado de una forma jerarquizada definida. Se ha demostrado en varias ciudades del mundo, y especialmente en las latinoamericanas, que una adecuada jerarquización de acuerdo con las necesidades específicas de la población hacen más eficiente el servicio que se presta. Una reestructuración del transporte redonda en una mejora de comodidad y facilidades a los usuarios así como una mejora sustancial al sector que presta el servicio de transporte.

Para el caso de la Ciudad de Guatemala se tienen 5 jerarquías distintas, cada cual son una actividad específica, que permite cumplirla de la forma más eficiente, minimizando el costo y maximizando el beneficio de todos los sectores.

La parte más importante para el nuevo sistema lo conforma la RUTA VERDE, primera de los cinco futuros tipos de servicio. Es una única ruta central que circula en el eje norte-sur que conforman la 6a. y 7a. Avenidas, desde el Boulevard Liberación hasta el Hipódromo del Norte. El objetivo de esta ruta es canalizar en el área central de comercio el flujo de pasajeros que desembocan a ella de las otras rutas. Todas las otras rutas tienen recorridos sumamente cortos en el área central, con lo que minimizarán los costos de operación debidos al congestionamiento del área. Asimismo, la ruta verde sirve como ordenador de las empresas que cubran las regiones de concesión. Las unidades a utilizar de gran capacidad, preferentemente articuladas.

La mayor cantidad de pasajeros con viajes en dirección al área central son movidos por las RUTAS TRONCALES. Éstas son las rutas de mayor capacidad, con recorridos desde la periferia hasta el entronque con la ruta verde. Se mueven por las mayores vías radiales ( por ejemplo la Calzada Roosevelt ) y preferentemente sobre vías exclusivas y con el equipo más moderno y eficiente. Adicionalmente a estas características, para aumentar aún más la velocidad de operación, el espaciamiento entre paradas se aumenta alrededor de 600 metros.

Debido a que no todas las colonias de la periferia son servidas por las troncales, se hace necesaria una tercer jerarquía, las RUTAS ALIMENTADORAS. El cometido de éstas es transportar personas desde todos los lugares necesarios a la parada más cercana de una troncal, para que el usuario pueda hacer uso de esta. Por lo general son rutas cortas y las unidades que prestan el servicio son de capacidad reducida.

Como el cuarto tipo de servicio se tiene a las RUTAS INTERBARRIOS. Se desplaza en forma circular alrededor del área comercial central y nunca la atraviesan. Se utilizan unidades actuales en buen estado. La población a la que sirve las interbarrios es aquella que tiene que trasladarse de un punto a otro en la ciudad sin necesidad de pasar por el centro ( por ejemplo zona 6 a USAC ). Asimismo, ésta rutas colaboran a entrelazar las rutas troncales entre sí.

Por último, se tiene a las RUTAS LOCALES. Son las que más se asemejan a las rutas que existen en la actualidad; sólo que no circulan a través del centro, sino

tangencialmente a él. Proviene de lugares donde no hay suficiente demanda para establecer una ruta troncal o ésta pasa muy lejos.

Como se observa, cada una de las jerarquías se opera de una manera distinta; el patrón de viajes, tipo de unidades, longitud de viaje, velocidad de operación y clase de pasajero rara vez son iguales, medio troncal, medio ruta verde. Y justamente por la falta de definición de actividades de cada ruta, todo el sistema es ineficiente en su conjunto. Por el contrario, dividiendo las actividades diferentes, cada uno de los cinco nuevos tipos de transporte puede ocuparse de desarrollar con la mayor eficiencia su objetivo. Esto redundará finalmente en una reducción de los costos de operación para el transportista, un mejor servicio al usuario y una organización del transporte beneficiosa para la ciudad.

#### 4.1.4. Escasez de transporte colectivo

##### a) Número de vehículos registrados en el Ministerio de Finanzas Públicas

GUATEMALA	P.	A.	C.	TOTAL	U.
VEHÍCULOS	283,916	1,874	39,710	325,500	3,091

P. = Particulares;

A. = Alquiler;

C. = Comerciales;

U. = Urbanos.

**FUENTE:** Dirección General de Rentas Internas. Ministerio de Finanzas Públicas. Estadísticas de Vehículos.

##### b) Total de habitantes en la ciudad capital de Guatemala:

1,167,495 habitantes.

**FUENTE:** Según Censo realizado para el año de 1,995.

##### c) Número de unidades del transporte colectivo utilizados en la ciudad capital

	AUTOBUSES	MICROBUSES	METROBUSES	PREFERENCIALES	TOTAL
No DE UNIDADES	1,825	716	50	500	3,091

**FUENTE:** Unidad de Planeamiento, Dirección General de Transporte. Los datos se refieren a los vehículos autorizados y registrados en la Dirección General de Transporte.

d) Para el cálculo de la escasez del transporte colectivo dentro de la ciudad capital, se procede a encontrar un factor, el cual muestra la relación de el número de habitantes en la ciudad capital con el número de unidades de transporte colectivo.

$$\text{Factor} = \frac{1,167,495}{3,091} = 377.71 \text{ habitantes/vehículo colectivo.}$$

Este factor indica que cada 378 habitantes utilizaran una unidad del transporte colectivo, se debe de tomar en cuenta que las unidades de transporte colectivo con las que se cuenta en la ciudad capital tienen una capacidad promedio de 30 pasajeros, obteniendo con esto:

$$3,091 \text{ uni.trans.colec.} * 30 \text{ pasajeros} = 92,730 \text{ pasajeros satisfechos.}$$

$$1,167,495 \text{ hab.} - 92,730 \text{ pasa.satis.} = 1,071,765 \text{ pasajeros insatisfechos.}$$

**NOTA:** El cálculo anterior se hizo sin tomar en cuenta el número de habitantes que cuentan con vehículo propio.

e) Estimando que un 20% de la población capitalina poseen vehículo propio se tiene lo siguiente:

$$1,167,495 \text{ habitantes} * 20\% = 233,499 \text{ habitantes.}$$

$$1,167,495 \text{ hab.} - 233,499 \text{ hab. pos. veh.} = 933,996 \text{ hab. que utilizan trans. colectivo}$$

$$933,996 \text{ hab. uti.trans.colec.} - 92,730 \text{ pasa.satis.} = 841,266 \text{ pasajeros insatis.}$$

Calculando una flota de autobuses de:

$$\frac{841,266 \text{ pasajeros insatisfechos}}{30 \text{ pasajeros/ unidad de trans.}} / (6 *) = 4,674 \text{ unidades de trans. colectivo.}$$

(\*) = se divide en (6), ya que cada unidad de transporte colectivo trabaja un promedio de 12 horas diarias, pasando por un mismo punto 6 veces al día aproximadamente.

Esto muestra que no se puede tener una flotilla de autobuses tan grande, para lo cual se deben de evaluar las propuestas existentes de la modernización del transporte ferrovial, o la implementación de otro tipo de transporte para la ciudad capital.



## **4.2. Situación de la contaminación de la contaminación ambiental en Guatemala**

En Guatemala, el problema de la contaminación ambiental por los vehículos automotores es, proporcionalmente, mucho mayor al de los países industrializados. Entre las principales razones se encuentran la falta de regulaciones para la protección ambiental, la falta de mantenimiento de los motores y, hasta hace poco, la falta de gasolina sin plomo. ( Ver 3.1.3. Estadísticas de Contaminación ).

Los carros importados por las agencias generalmente no tienen controles de emisiones de gases. Y los carros " rodados " que si los tienen, no han tenido la gasolina necesaria para su correcto funcionamiento. Paradójicamente, en Guatemala son los motores más contaminantes ya que al ser usados con gasolina con plomo han sufrido serios desajustes que provocan altas emanaciones de gases, alto consumo de combustible y daños mecánicos a sus piezas.

El catalizador es dañado por la gasolina con plomo y deja de funcionar de inmediato como filtro de gases; a mediano plazo se arruina el sensor de oxígeno que regula la mezcla de combustible del motor, aumentando el consumo y por lo tanto las emisiones de gases; finalmente, a largo plazo sufren partes mecánicas del motor reduciendo su duración. Por el otro lado, como estos motores tienen menos vida y su mayoría forman parte del mercado de los carros usados donde hay un nivel adquisitivo más bajo, es muy común verlos en circulación quemando aceite, por lo cual emiten los mismos contaminantes pero en mucha mayor cantidad.

El problema es agravado por los propietarios o talleres irresponsables que desconectan los controles de emisiones de estos vehículos, arrancando mangueras a diestra y siniestra, con efectos que por lo general van en detrimento del funcionamiento del motor y por lo tanto del medio ambiente.

Las únicas modificaciones que se recomiendan efectuar este tipo de motores si necesariamente tienen que funcionar con gasolina con plomo son las siguientes: eliminar el catalizador que de todos modos será inutilizado por los efectos del plomo; sellar la válvula de recirculación de gases, y si hay desajustes serios en la mezcla de gasolina desconectar el sensor de oxígeno mientras que se consigue uno nuevo. Cualquier otra modificación provocará pérdida de fuerza y mayor consumo de combustible.

Finalmente, es muy común ver funcionando motores diesel desajustados produciendo altas emanaciones de humo negro. Un motor diesel bien ajustado es poco contaminante. Pero la mala administración entre los propietarios de flotillas de los operarios hacen que circulen produciendo altas cantidades de humo negro.

Es posible que nuestra flota, de solamente un cuarto de millón de vehículos en operación, esté produciendo más contaminación que la que producen dos millones de vehículos en un país industrializado.

#### **4.2.1. Origen de los contaminantes**

Actualmente, no se discute el hecho de que el uso de combustibles fósiles es el factor que más contribuye a la contaminación ambiental. A nivel global, el 95% del los requerimientos mundiales de energía es satisfecho por estos combustibles en las formas de carbón, petróleo y gas natural.

Se pueden identificar tres principales fuentes de contaminación: las fuentes estacionarias ( incineradores, uso doméstico, etc. ), las instalaciones industriales y los medios de transporte.

El tráfico de vehículos automotores contribuye al total de contaminantes producidos por el uso de combustibles fósiles en la forma siguiente:

- 50% de las emisiones de hidrocarburos ( HC ),
- 90% del monóxido de carbono ( CO ),
- 40% de los óxidos de nitrógeno ( NOx).

También producen contaminantes tóxicos en la atmósfera provenientes del uso de plomo en la gasolina.

Si bien es difícil establecer en una forma confiable cuál es la demanda y el uso de las fuentes primarias de energía, es aún más difícil efectuar un cálculo preciso de la cantidad y origen de los contaminantes, debido a la diversidad de equipos usados, los diferentes grados de tecnología y los diferentes modos de operación.

#### **4.2.2. Efectos a nivel del ecosistema**

Saber la magnitud de las emisiones es solamente una cara de la moneda. Es importante saber los efectos que tienen en el hombre y en la naturaleza. Los métodos usados para generar datos toxicológicos se refieren generalmente a pruebas en organismos individuales de una especie determinada. Poca atención se ha dado a la importancia que tiene la evaluación de los efectos químicos en un ecosistema. El ambiente natural consiste en varias categorías de ecosistemas ( terrestres, de agua dulce, marinos ) donde existen muchas combinaciones de seres orgánicos y minerales. Cuando se habla de un ecosistema no se refiere simplemente a un grupo de especies en un sitio determinado, sino a la compleja interacción que ocurre entre los seres vivientes y el ambiente en que se desarrollan.

La estructura de un ecosistema está determinada por la combinación de especies que viven en el mismo y está sujeta a un proceso normal de cambio con el paso del tiempo. Pero más importante que la estructura del sistema es el proceso funcional, de cuya continuidad depende que el sistema sea o no viable. Cuando hay disturbios en un ecosistema, éste responde con cambios tanto estructurales como funcionales, los cuales obviamente no se darán en forma gradual. Como los ecosistemas son tan complejos, la

simple relación causa-efecto entre la introducción de un químico y la respuesta del sistema son muy difíciles de detectar en la mayoría de los casos.

La vegetación es la fuente principal de alimento para el hombre y los animales, juega un papel muy importante en transferir los químicos al sistema. La contaminación tiene efectos fisiológicos en el vigor de las plantas sin que necesariamente sean visibles. Por ejemplo, el proceso de la fotosíntesis es desacelerado y la vida de las hojas y las agujas de las coníferas puede ser acortada. La resistencia a los parásitos y a otros agresores disminuye. Especies muy sensitivas pueden morir y la biomasa total puede ser reducida, con la consecuente reducción de la vegetación como purificadora del aire.

Los gases producidos por la combustión de la gasolina en áreas de tráfico denso son los principales contaminantes del aire, la tierra y las plantas. Estas últimas sufren una mayor exposición cuando se cultivan cerca de las carreteras. Aproximadamente la mitad del plomo emitido por los automóviles se deposita dentro de un radio de 30 metros de distancia del lugar donde circulan.

Los gases de escape de los motores de combustión interna también contribuyen a causar otros problemas como el llamado "Efecto Invernadero", que consiste en un incremento gradual de la temperatura de la Tierra. Según muchos expertos, la acumulación de gases en la atmósfera impide la salida del calor reflejado en la corteza de la Tierra y aumenta la temperatura, al igual que ocurre con el techo de un invernadero. Esto podría causar, problema a largo plazo, tales como: el deshielo de los polos, inundaciones por aumento en el nivel del mar, destrucción de bosques, desplazamiento de enfermedades parasitarias, etc. La mitad de los gases que provocan el efecto de invernadero corresponden al anhídrido carbónico; el resto está compuesto por gases como el metano ( 18% ), los clorofluorocarbonos ( 17% ), el ozono ( 9% ), y cierto tipo de óxidos de nitrógeno ( 6% ). Este efecto ha sido desestimado por varios científicos.

El ozono a baja altura es un contaminante. Sin embargo, la capa de ozono en la estratosfera nos protege de los rayos ultravioleta de la luz del sol, que de otra forma podrían provocar una mayor incidencia de cáncer en la piel. Entre las causas que pueden afectar la química y la temperatura de la estratosfera cambiando la concentración del ozono, la más importante es el uso de clorofluorocarbonos ( CFC ), los cuales tienen usos comerciales importantes como los refrigerantes, los aerosoles y los solventes. La emisión de óxidos de nitrógeno en la estratosfera también afecta la capa de ozono aunque en menor grado, y es causada por el escape de los aviones supersónicos que vuelan a gran altura.

Como se puede ver, son abundantes las razones por las que en el futuro se debe de prestar singular importancia al estudio de los efectos de la contaminación ambiental no solamente a nivel de hombre sino a nivel de los diferentes ecosistemas en que se desenvuelve.

### 4.2.3. Efectos en la salud del ser humano

Efectos de los principales contaminantes de la gasolina en la salud del ser humano:

#### 1. Dióxido de Carbono ( CO<sub>2</sub> )

El dióxido de carbono o anhídrido carbónico es producto de la combustión perfecta de un combustible de hidrocarburo; se produce también en la respiración y en la fermentación alcohólica. No es venenoso, pero imposibilita la respiración y apaga la llama. Desplaza al aire y se deposita en el suelo de pozos y bodegas.

#### 2. Monóxido de Carbono ( CO )

El monóxido de carbono, es el más común de los gases tóxicos. Es producto de la combustión incompleta y muy peligroso en áreas mal ventiladas. Es incoloro, inodoro y no es irritable, lo cual lo hace doblemente peligroso. Además, constituye una gran proporción en el total de las sustancias nocivas de los gases de escape.

La acción bioquímica del monóxido de carbono consiste en que se adhiere a la hemoglobina reduciendo la capacidad de la sangre de transportar el oxígeno. En niveles bajos produce dolor de cabeza, y en niveles más altos produce náuseas, fatiga y deterioro del juicio; los desmayos y los colapsos son comunes. Una exposición severa al monóxido de carbono puede tener secuelas tales como desórdenes neuropsiquiátricos.

#### 3. Hidrocarburos no Quemados ( HHC )

Los hidrocarburos no quemados, es uno de los principales causantes del "smog" fotoquímico. Los hidrocarburos no quemados irritan los revestimientos de los órganos respiratorios y fomentan el cáncer; también son causa del mal olor de los gases de escape. Entre los principales cancerígenos liberados por el escape de los automóviles de gasolina, tienen efectos comprobados los hidrocarburos policíclicos aromáticos ( PAH ).

#### 4. Oxidos de Nitrógeno ( NO<sub>x</sub> )

El dióxido de nitrógeno irritan los ojos, nariz y garganta; si la irritación es fuerte, causa tos, dolores de cabeza y daño a los pulmones. Adicionalmente contribuyen a formar el " smog " fotoquímico.

El dióxido de nitrógeno ( NO<sub>2</sub> ) de color pardo o rojizo constituye un veneno activo. En concentraciones de 3 a 5 ppm ( partes por millón ) despide olor irritante; de 10 a 30 ppm irrita los ojos y la nariz y en concentraciones de 30 a 50 ppm causa tos, dolor de cabeza y vértigo.

#### 5. " Smog " Fotoquímico ( Oxidantes )

El " smog " fotoquímico se forma cuando los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos no quemados se concentran en la atmósfera y chocan con luz del sol, de donde se producen diferentes compuestos químicos y oxidantes como el ozono ( O<sub>3</sub> ). Este último tiene un olor penetrante y " picante " , como el de un limpiador concentrado. El "smog" fotoquímico obstruye la visión, irrita los ojos, y es cancerígeno. Grados severos de inhalación pueden producir edema pulmonar y otros problemas.

Arriba de cierta concentración el " smog " puede ser observado desde los puntos altos de las grandes urbes. Se presenta como una niebla espesa como humo. En ciudades como México, la concentración de ozono en la atmósfera se monitorea constantemente. Dependiendo del nivel encontrado las autoridades emiten diferentes niveles de alarma. Según la gravedad del problema se toman medidas tan severas como parar el funcionamiento de las industrias por grupos. En las escuelas se suspenden las clases y se recomienda a la población no hacer ejercicio ni practicar deportes.

#### **6. Ácido Sulfúrico ( H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> )**

El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso ( SO<sub>2</sub> ) provoca corrosión y la llamada " lluvia ácida ", aunque en las concentraciones en que se encuentra en los gases de escape no puede considerarse como veneno activo o nocivo para el ser humano.

#### **7. Partículas**

Las emisiones de partículas emitidas en el proceso de la combustión están formadas principalmente por el hollín o " humo negro " y son más dañinas para la salud al combinarse en la atmósfera con anhídrido sulfuroso. Pueden causar bronquitis, afectar la respiración y aumentar la susceptibilidad al asma y al resfriado común.

### **4.2.4. Efectos del plomo en la salud del ser humano**

#### **4.2.4.1. Antecedentes:**

A pesar de que el plomo ha sido utilizado por el hombre para diversos fines desde hace miles de años, no fue sino hasta este siglo que se descubrieron sus efectos altamente tóxicos en el ser humano. Algunos historiadores creen que una contaminación por plomo masiva contribuyó a la caída del Imperio Romano, donde este metal era usado en la vajilla, en las armas, en los cosméticos, en cañerías de agua y en acueductos, así como en el procesamiento del vino. Si estas conjeturas son ciertas, puede haber causado esterilidad, abortos y hasta demencia, particularmente entre miembros de las clases altas que acostumbran a beber demasiado.

El plomo se comenzó a usar como aditivo en la gasolina en 1,920. En los Estados Unidos fue prohibido en 1,975, pero el residuo de los gases de escape de millones de vehículos aún contamina la tierra alrededor de las carreteras principales. Las pinturas con base de plomo fueron prohibidas en 1,977, pero un reporte del Servicio Público de Salud de los Estados Unidos ( Public Health Service ) realizado en 1,988, reveló que el 52% de 42 millones de casas en la nación aún tienen pinturas con base de plomo en sus paredes y partes de madera. Las cañerías de plomo también fueron prohibidas, y posteriormente las de cobre, pues usaban plomo en la soldadura de las uniones.

#### **4.2.4.2. Focos de exposición:**

Los focos de exposición ambiental al plomo, en niveles peligrosos para la salud, se encuentran principalmente en el humo de escape de los automóviles y en los pigmentos.

Hay una diversidad de artículos que contienen plomo y se descomponen con el tiempo. En muchas viviendas se aplicó pintura elaborada con pigmentos a base de plomo. El agua doméstica, los alimentos y bebidas son contaminados por diferentes vías, tales como: cañerías de cobre y en latas de conserva, cerámica barnizada y vajillas de cristal a las cuales se les da brillo con óxido de plomo.

#### **4.2.4.3. Distribución y retención:**

Ingerido o inhalado, el plomo se distribuye por el flujo sanguíneo a los distintos órganos y sistemas. El plomo es más fácilmente absorbido por el cuerpo que eliminado, por lo que tiene tendencia a acumularse, principalmente en los huesos. Este proceso acumulativo se inicia desde la vida fetal, ya que el plomo se transfiere fácilmente a través de la placenta.

#### **4.2.4.4. Efectos:**

El plomo es un contaminante tóxico muy peligroso para el ser humano, aún ingerido o inhalado en pequeñas cantidades. Como es acumulativo, su ingestión baja por largos periodos de tiempo puede causar intoxicación. Cuando el plomo ingresa al sistema sanguíneo, inhibe la producción de la hemoglobina que las células necesitan para acarrear oxígeno. También se adhiere e inactiva a las enzimas que son esenciales para el cerebro y el sistema nervioso. Los niños son especialmente sensibles a este metal tóxico porque su cerebro y su sistema nervioso se encuentran en la etapa de desarrollo y su sistema nervioso se encuentran en la etapa de inteligencia. En el desarrollo fetal se ha demostrado que hay una correlación directa entre los niveles de plomo en la placenta y el peso del niño al nacer, así como el tamaño de su cabeza. Mientras más bajo es el nivel de plomo más grande es la cabeza y el cerebro se encuentra físicamente más desarrollado.

Los síntomas de intoxicación de plomo incluyen dolores abdominales, debilidad muscular y fatiga. Exposiciones severas pueden causar encefalitis, afectar los riñones, causar desórdenes en el sistema nervioso, provocar anemia, presión sanguínea alta e inclusive la muerte. La intoxicación severa también ha sido asociada con la esterilidad, abortos y muertes neonatales. Hay evidencias de que, aún a muy bajos niveles, pueden causar desórdenes en el comportamiento tales como irritabilidad, intranquilidad y agresividad, principalmente en los niños. La exposición al plomo puede reducir el nivel de cociente intelectual, afectar la memoria, las reacciones y la habilidad para concentrarse.

Sin embargo, los argumentos más fuertes para restringir el uso de plomo en la gasolina no residen en los efectos directos que puedan tener en la salud, sino en el hecho de que inhibe por completo la acción de los catalizadores, que demostraron ser el único mecanismo viable para reducir el volumen del resto de contaminantes de los gases de la combustión, los cuales como vimos anteriormente tienen efectos cancerígenos comprobados.

#### **4.2.4.5. Diagnóstico y tratamiento:**

Normalmente se considera que un nivel de plomo de 25 microgramos por decilitro en la sangre comienza a ser peligroso, pero expertos en toxicidad han reducido este nivel

crítico a solamente 10 microgramos por decilitro. Medir la sangre no siempre indica dónde se encuentra el plomo, ya que se puede haber depositado en los huesos, donde puede permanecer por décadas sin causar daño alguno. Pero puede reingresar en el torrente sanguíneo y causar toda clase de problemas, especialmente bajo condiciones de " stress ", o por situaciones como una cirugía, una infección o trastornos emocionales. Es por ésto que algunos doctores analizan los dientes que se le caen a los niños; para los adultos se usan nuevas técnicas de fluoroscopia. En Guatemala no existen facilidades para diagnosticar una intoxicación de plomo, lo cual lo convierte en un contaminante mucho más peligroso.

Existen tratamientos a través de un proceso que se llama quelación, por medio del cual se pueden remover sales metálicas pesadas usando drogas que se adhieren al metal en el torrente sanguíneo y permiten que sea drenado por la orina o eliminado por otros órganos. En el caso del plomo se usa disodio de calcio (  $\text{Ca Na}_2$  ), también llamado EDTA. El tratamiento es intravenoso durante varios días en un hospital. Recientemente se comenzó a usar una droga oral llamada DMSA que no requiere de hospitalización.

## **5: SOLUCIONES PROPUESTAS**

### **5.1. Institucional**

Existen tres sistemas básicos de organización institucional a nivel administrativo: el de empresa privada, el de propiedad pública y el de propiedad múltiple. El primero es operado por una empresa privada, bajo el patrón industrial; el segundo es administrado por el gobierno, en este caso puede ser el Estado, el municipio o un organismo descentralizado y el tercero opera a través de uniones, cooperativas o sindicatos, formado por miles de concesionarios.

#### **a) Empresa privada**

Es hoy la menos común en el mundo. Actualmente, puede esperarse que poco sea el capital encauzado hacia esta industria del autotransporte. Desde luego estas empresas deben estar sujetas al control del gobierno en cuanto a tarifas y calidad del servicio. En muchos casos dependen de ciertas franquicias o subsidios del gobierno. En casi todas las ciudades las diferentes empresas se han agrupado, para evitar competencias. En Estados Unidos sólo en un par de ciudades subsisten compañías operando en este tipo de servicio.

En Guatemala, la industria del autotransporte es, privada en un alto porcentaje; existe también el administrado por el gobierno. Éstas entidades trabajan conjuntamente para establecer la tarifa del transporte y el tipo de servicio que prestan; para lo cual se formó la Gremial de Transportistas.

#### **b) Administración del Gobierno**

Generalmente existe en grandes ciudades, donde el financiamiento tuvo que hacerse a través de la intervención estatal. En algunos casos, el municipio tuvo que adquirir el sistema para garantizar el servicio. Algunos sistemas son operados directamente por el municipio, otros por una empresa descentralizada.

Las ventajas de que el servicio sea administrado por el gobierno son:

- exención de impuestos,
- menos conflictos obrero-patronales,
- financiamiento a través de emisiones de bonos con aval de fondos públicos.

Las desventajas principales son:

- mayores costos de operación debido a condiciones de mano de obra,
- mayores primas de seguros,
- pérdidas de ingresos por concepto de impuestos.



### c) Uniones o cooperativas

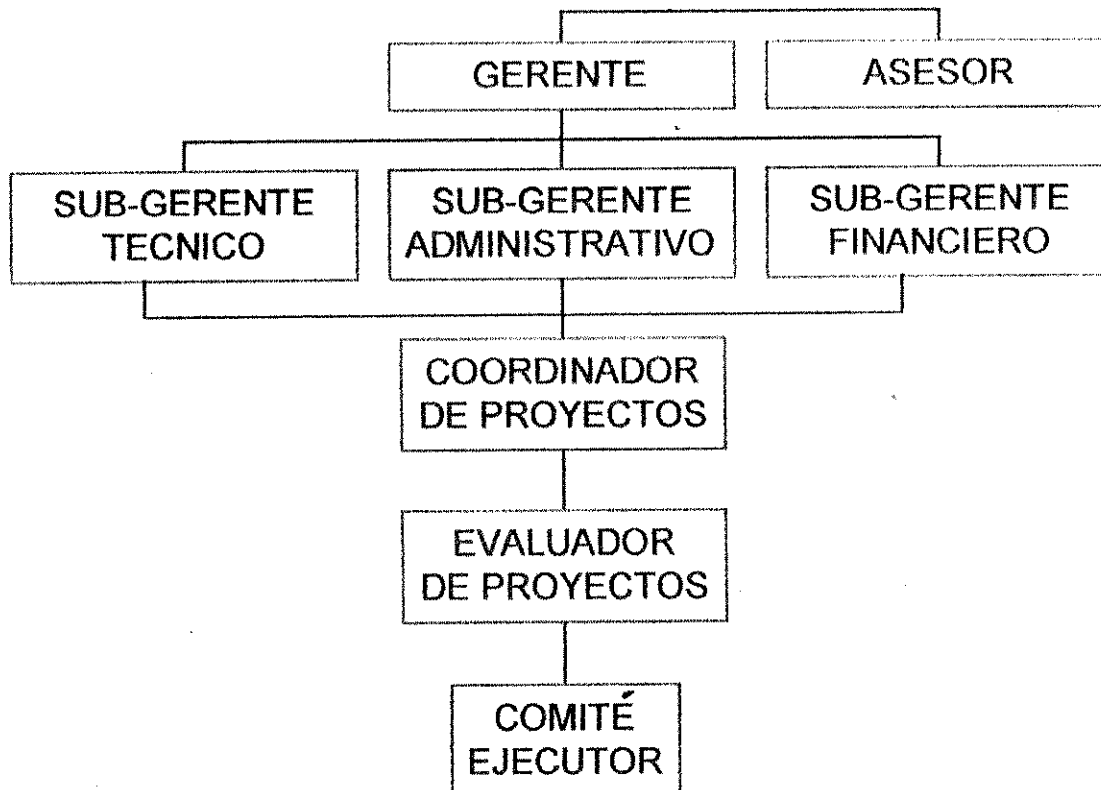
Este sistema significa un número elevado de patrones-obreros. Son los mismos dueños de la unidad los que la manejan y administran y se encuentran agrupados en líneas, uniones, cooperativas o sindicatos. Este sistema significa un intento del gobierno para favorecer a grupos sociales necesitados.

Las desventajas principales son:

- falta de coordinación de servicios,
- falta de dirección unificada,
- baja eficiencia y alto índice de accidentes acompañados de operación onerosa por multiplicidad de servicios, financiamientos, contabilidades, etc.

Entre los tres sistemas que se presentan anteriormente, no existe alguno que llene completamente las expectativas de la problemática actual, la integración de los tres sistemas en uno solo presenta mayores beneficios y soluciones a la crisis.

La propuesta institucional de este trabajo está basada en la organización de una entidad encargada de poner en marcha proyectos relacionados con la solución a la problemática de transporte, que tenga como base la administración de gobierno, a través de la cual se dé participación a empresas privadas y cooperativas. Para lo cual se presenta el siguiente organigrama jerárquico:



## **Descripción de niveles:**

### **a. Gerente:**

Este cargo deberá ser desempeñado por un funcionario del gobierno, dado que esta entidad tiene relación directa con el sector público. Se recomienda que la persona que se contrate permanezca durante un período de 5 años, con la finalidad de que los proyectos sean concluidos.

Entre sus múltiples funciones tiene a su cargo la planificación, organización, administración de personal, dirección, control y presupuesto de los recursos. Para el desempeño de sus funciones cuenta con un asesor.

### **b. Sub-Gerente Técnico:**

Este puesto tendrá a su cargo la factibilidad técnica de los proyectos. Para dar participación a la iniciativa privada, la sub-gerencia puede estar al mando de un gerente de una empresa dedicada a la evaluación técnica de proyectos.

### **c. Sub-Gerente Administrativo:**

Este puesto tendrá a su cargo el área administrativa de los proyectos. Este cargo puede ser desempeñado por administradores de empresas, los cuales sean gerentes administrativos de empresas privadas, siguiendo con ello la participación de la iniciativa privada.

### **d. Sub-Gerente Financiero:**

La persona en este puesto estará a cargo del área financiera de los proyectos. Se recomienda que el puesto sea desempeñado por un funcionario público; evitando con ello algunos de los pasos burocráticos para financiar los proyectos.

Nota: Los Sub-Gerentes estarán a cargo de contratar a las personas encargadas de la Coordinación y Evaluación de los Proyectos.

### **e. Coordinación de Proyectos:**

En este puesto se deberá planificar y coordinar las actividades para la realización del proyecto.

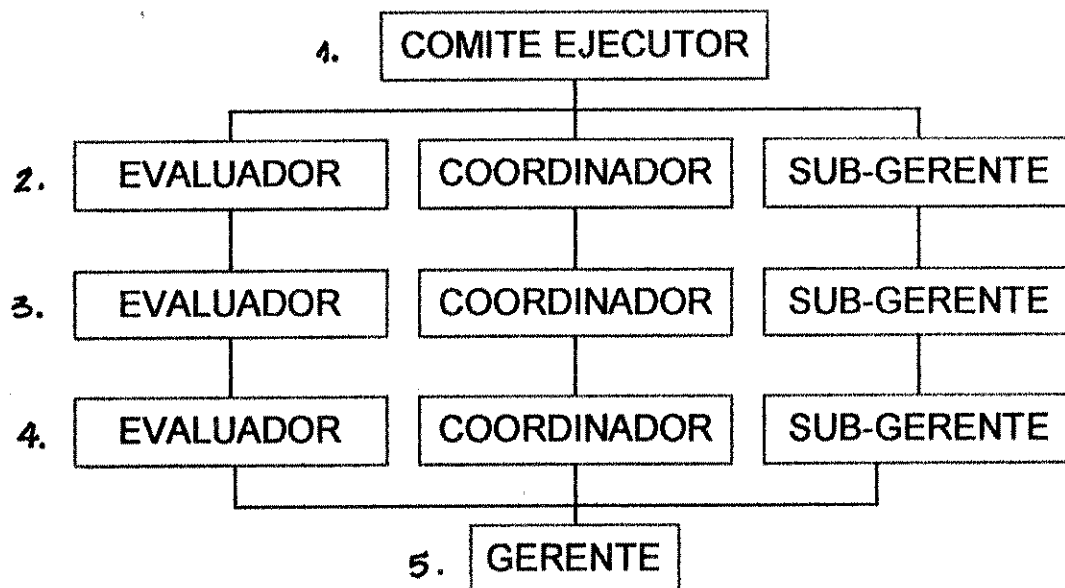
### **f. Evaluador de Proyectos:**

En este puesto se deberá evaluar la factibilidad del proyecto, si en algún caso no presentaran elaborada la propuesta será necesaria la formulación de la misma a nivel de perfil.

### **g. Comité Ejecutor:**

Este puesto puede estar integrado por una cooperativa o un grupo de personas interesadas en el mejoramiento o la solución del problema del transporte.

## Flujo de Información:



1. Interesados en solucionar el problema.
2. Se abocan a.
3. Quienes son coordinados por.
4. Con el apoyo de.
5. Y el visto bueno de.

Finalmente los interesados realizarán el proyecto aprobado, dirigido y financiado por la entidad.

## 5.2. LEGISLATIVO

### 5.2.1. Revisión de la Ley de Tránsito

Para llevar a cabo la revisión de la Ley de Tránsito, se estudio con la Asociación de Tránsito 2010 la ley de tránsito actual y así se pudo presentar al Congreso de la República las modificaciones que se consideraron importantes para complementar el Proyecto de la Revisión de la Ley de Tránsito.

**NOTA:** Tómesese en cuenta que las modificaciones que a continuación se presentan fueran realizadas con premura de tiempo, pues el Congreso de la República dió como fecha límite el 2 de Septiembre de 1,996 para entregar este tipo de gestiones. Los miembros de la Asociación Tránsito 2,010 por esta razón, no pudieron depurar algunos errores de presentación tales como redactar algunos párrafos en primera persona.

MODIFICACIONES AL ANTEPROYECTO DE LA  
NUEVA LEY DE TRÁNSITO  
PRESENTADA A CONSIDERACIÓN DEL  
HONORABLE CONGRESO DE LA REPÚBLICA  
POR LA ASOCIACIÓN “ TRÁNSITO 2010 ”

DECRETO No.  
EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA  
CONSIDERANDO:

Que tanto las ciudades y vías de circulación, como el número de vehículos en la República de Guatemala, han crecido en tal medida que se requiere de nuevas y mejores regulaciones en materia de TRANSITO;

CONSIDERANDO;

Que es de bienestar para la población el fortalecer los gobiernos municipales, a los que a su vez corresponde la administración de sus intereses;

CONSIDERANDO;

Que el Ministerio de Gobernación y la Dirección General de la Policía Nacional carecen de los medios necesarios para asegurar el adecuado ordenamiento del tránsito en todas las ciudades de la República, y que siendo la seguridad un tema que requiere la inmediata y total atención de estas autoridades, es procedente que se pueda delegar las funciones de administración del tránsito en aquellas Municipalidades que estén en capacidad de asumir dicha responsabilidad;

CONSIDERANDO;

Que es necesario para la viabilidad del tránsito y la seguridad nacional regular en forma moderna todo lo concerniente al registro de vehículos y licencias de conducir, la educación vial para conductores y estudiantes en general, el estacionamiento de vehículos en la vía pública y el transporte individual y colectivo de manera eficiente y coordinada.

CONSIDERANDO;

Que en virtud de lo expuesto, las disposiciones en materia de tránsito deben actualizarse, por lo que debe derogarse la actual Ley de Tránsito ( Decreto Número 66-72 del Congreso de la República ), y emitirse una nueva y moderna versión, a efecto de que, con base en ella, puedan elaborarse nuevos reglamentos y dictarse nuevas disposiciones que se adapten a las necesidades del tránsito actual,

POR LO TANTO;

En ejercicio de las atribuciones que le concede el artículo 171 literal a) de la Constitución de la República,

DECRETA;

La siguiente

LEY DE TRANSITO  
TÍTULO I  
DEL TRANSITO

Artículo 1.- OBJETO. La presente ley tiene por objeto regular la circulación en la vía pública de vehículos terrestres y de peatones, y el control, ordenamiento y administración del tránsito, lo que incluye el estacionamiento de vehículos, señalización de calles, semaforización, educación vial, uso de las vías públicas y actividades de policía, relacionados con dichos temas.

TÍTULO II  
AUTORIDADES DE TRANSITO

Artículo 2.- AUTORIDAD. Salvo lo dispuesto en el artículo 4.-, la autoridad en materia de tránsito la constituye el Ministerio de Gobernación a través de Dirección General de Tránsito.

Artículo 3.- DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSITO. Se crea la Dirección General de Tránsito, como dependencia del Ministerio de Gobernación, con las siguientes funciones:

1. Velar por la atención del tránsito en la República de Guatemala y por el cumplimiento de la presente ley.
2. Elaborar los reglamentos necesarios para la aplicación de la presente ley, los que se emitirán mediante Acuerdos Ministeriales del Ministerio de Gobernación.
3. Dirigir y administrar la POLICÍA NACIONAL DE TRANSITO, de conformidad con el reglamento específico correspondiente.
4. Emitir las Licencias de Conducir y llevar el registro y control de las mismas mediante sistemas modernos y computarizados.
5. Llevar el Registro de Vehículos de la República de Guatemala.
6. Dirigir y coordinar el Sistema de Educación Vial de la República de Guatemala.
7. Todas aquellas otras le asigne el Ministerio de Gobernación, relacionadas con la materia de Tránsito.

El Ministerio de Gobernación, mediante acuerdo Ministerial que deberá emitir el Ministerio de Gobernación dentro de los treinta días siguientes a la fecha de vigencia de esta ley, deberá regular la organización administrativa de esta Dirección, la cual será dirigida por un Director General y un Sub-Director General, nombrados por el Ministro de Gobernación, escogidos de una lista de seis candidatos propuestos por una comisión integrada por un delegado del Congreso de la República, de la Corte Suprema de Justicia, del Ministerio Público, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Colegio de Abogados de Guatemala. Los nombrados tendrán a su cargo la dirección de la Policía Nacional de Tránsito.

Artículo 4.- DELEGACIÓN DE LA AUTORIDAD. No obstante lo dispuesto en el artículo 2.-, mediante acuerdo Gubernativo, el Organismo Ejecutivo podrá delegar la competencia del TRANSITO en las Municipalidades de la República que se encuentren en condiciones de realizar dicha función eficientemente dentro de su jurisdicción y que acrediten como mínimo los extremos que se señalan en el artículo 5.- de esta ley. Para tal efecto, además del Acuerdo Gubernativo referido, la Corporación Municipal correspondiente deberá, mediante acuerdo municipal, convalidar dicha delegación. Esta delegación no comprenderá en ningún caso las facultades para reglamentar los temas relativos a licencias y sus registros, placas, seguros, registros de vehículos y aquellos otros asuntos de observancia general. En consecuencia, las Municipalidades a las que se les delegue esta función, únicamente podrán emitir regulaciones que afecten con exclusividad su jurisdicción.

Artículo 5.- REQUISITOS DE LA DELEGACIÓN. Para que el Organismo Ejecutivo pueda delegar la competencia del tránsito en una Municipalidad, es necesario que ésta así lo solicite y manifieste formalmente contar con el personal, equipo y recursos necesarios para desempeñar dicha función en mejores condiciones. Asimismo, deberá responsabilizarse por el ejercicio y mantenimiento de dicha función, dictar los reglamentos y/u ordenanzas necesarias para el efecto y crear un departamento específico de Policía de Tránsito Municipal, para el caso de que carezca del mismo.

Artículo 6.- EFECTOS DE LA DELEGACIÓN. Una vez formalizada la competencia del tránsito en una Municipalidad, esta tendrá la facultad de emitir los reglamentos y/u ordenanzas que considere necesarias para la aplicación de la presente ley y atención de la materia de TRANSITO en su jurisdicción, salvo lo dispuesto en el artículo 4.-.

Artículo 7.- DELEGACIÓN CONJUNTA. Dos o más Municipalidades podrán solicitar les sea delegada en forma conjunta la competencia en materia de tránsito en sus jurisdicciones; para este caso se requerirá, además de lo establecido en los artículos anteriores, que exista un acuerdo previo entre las Municipalidades interesadas.

Artículo 8.- AUTORIDAD DE TRANSITO EN CARRETERAS. Independiente de la "delegación" regulada en este título, corresponderá siempre al Ministerio de Gobernación, a través de la Dirección General de Tránsito y la Policía Nacional de Tránsito, el ejercicio de la autoridad en esta materia en las carreteras y caminos de la República.

Artículo 9.- POLICÍA DE TRANSITO. Para la presentación del servicio de policía y fiscalización del cumplimiento de las normas de tránsito, así como la imposición de sanciones conforme lo establecido por la presente ley, la autoridad de tránsito deberá emitir el reglamento específico correspondiente.

( NOTA: Nos parece prudente eliminar la contratación de empresas privadas para la presentación del servicio de policía y fiscalización del cumplimiento de las normas de tránsito, ya que la emisión de boletas o remisiones de infracciones a la ley de tránsito y sus reglamentos, dadas a conductores de vehículos en movimiento, sólo debe hacerlo la Policía de Tránsito, nacional o municipal y no empresas o policías privadas que no están investidas por la ley para dicha función. Podría dar origen a desobediencia, arbitrariedades o corrupción, además de ser posiblemente inconstitucional ).

### TÍTULO III DE LAS VÍAS PÚBLICAS

Artículo 10.- CONCEPTO. Para los efectos de la presente ley, debe entenderse como "VÍA PÚBLICA" las calles, carreteras, caminos, caminos vecinales o particulares destinados a uso público y demás áreas, urbanas o rurales destinadas para la circulación de vehículos.

Artículo 11.- USO. Las vías públicas deberán utilizarse primordialmente para la circulación de vehículos. En consecuencia, es prohibido obstaculizar, cerrar o limitar el paso de cualquier manera en la vía pública. En consecuencia, se prohíbe colocar o mantener en las vías públicas signos, demarcaciones o elementos que imiten o se asemejen a las señales de tránsito, así como alterar, destruir, deteriorar o remover señales o colocar en ellas anuncios o propaganda de cualquier índole. Asimismo, no podrá instalarse en las aceras, a menos de ocho metros de la esquina, kioscos, casetas, propaganda comercial o de cualquier otra índole que obstruya la visual de los conductores ni la debida percepción de las señales de tránsito.

Artículo 12.- La autoridad competente podrá retirar o hacer retirar las señales no oficiales y cualquier otro letrero, signo, demarcaciones, obstáculo o cualquier otro elemento que altere la señalización oficial o que dificulte su recepción o que no cumpla con lo dispuesto en la presente ley y sus reglamentos.

Artículo 13.- Todo vehículo incauto o recogido por las autoridades de Tránsito o los diferentes cuerpos de seguridad del país deberán ser depositados en los predios de la Dirección General de Tránsito o de quien ejerza la autoridad de tránsito siendo aplicable la norma contenida en el artículo 45.- de esta ley. La autoridad de tránsito será responsable, ante los propietarios de los vehículos depositados, por el estado de los mismos, pudiendo cobrar por su estacionamiento o depósito, en la forma que lo establezca el reglamento correspondiente.

Artículo 14.- ESTACIONAMIENTO. Únicamente podrán estacionarse vehículos en la vía pública, por un período máximo de dos horas, en aquellos lugares donde no exista prohibición expresa de hacerlo mediante señalización, la cual no será necesaria en aquellos lugares en que la presente ley y sus reglamentos específicamente lo prohíben, salvo el caso de fuerza mayor.

Artículo 15.- La autoridad que ejerza la función de tránsito podrá regular el estacionamiento de vehículos en su jurisdicción conforme a sus particulares necesidades. No podrán otorgarse, sin embargo, autorizaciones especiales ni comprarse derechos de obstáculos, chatarra y los vehículos abandonados o que se encuentren estacionados sin su conducto contraviniendo disposiciones de esta ley o sus reglamentos, enviándolos a los locales que, para tal efecto, deberá habilitar y mantener la autoridad correspondiente. El costo de traslado, bodegaje y otros en que incurriere la autoridad por estos conceptos, serán a cargo del infractor y no podrá retirar el vehículo sin el previo pago del mismo. Lo anterior será sin perjuicio de la sanción que corresponda por la infracción.

Artículo 16.- PARQUEOS. Para ayudar a aliviar el problema de estacionamiento en las ciudades de la República de Guatemala, las Municipalidades correspondientes podrán desarrollar parqueos subterráneos o por elevación sobre las calles, parques u otras áreas municipales. Para tal efecto, en caso el área afectada carezca de inscripción en el Registro de la Propiedad, ésta deberá inscribirse a favor de la Municipalidad correspondiente, previa publicación de un aviso de intención, por una sola vez en el Diario Oficial y otro de mayor circulación, y notificación de los ocupantes se los hubiere, y de los colindantes. Con la solicitud se acompañará plano de registro, publicaciones y constancia de haberse efectuado las notificaciones y el Registrador General de la Propiedad procederá a la inscripción.

Artículo 17.- SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN. La Dirección General de Tránsito o la autoridad que conforme esta ley ejerza dicha función es la única facultad para establecer los lugares de instalación de las señales, signos y semaforización para normar el tránsito, y deberán establecerse respetando los tratados y convenciones internacionales vigentes.

Artículo 18.- DE LA CIRCULACIÓN. Para circular o transitar por la vía pública es indispensable que:

A) El vehículo cuente con su respectiva tarjeta y placa de circulación y se encuentre en perfecto estado de funcionamiento y equipado de acuerdo con lo establecido por el o los reglamentos aplicables.

B) El conductor se encuentre en el pleno goce de sus capacidades civiles, mentales y físicas, y cuente con su respectiva licencia de conducir. En caso de limitaciones físicas, el vehículo deberá contar con el equipo necesario para que el piloto pueda conducir en perfectas condiciones de seguridad.



Las disposiciones de la presente ley y los reglamentos correspondientes le son aplicables a todos los vehículos que lo hagan con placas de circulación extranjeras.

Artículo 19.- PEATONES. El peatón tiene prioridad ante los vehículos para circular sobre las vías urbanas, únicamente en aquellos lugares o zonas señaladas específicamente para el efecto, denominadas zonas de seguridad. Debe entenderse también como zona de seguridad peatonal los cruces de calles en las esquinas, aun cuando no estén señalizadas. En todo caso, los peatones están obligados a respetar las normas y señales de tránsito, así como a utilizar las pasarelas o medios similares de uso peatonal que establezcan las autoridades correspondientes.

#### TÍTULO IV DE LOS VEHÍCULOS

Artículo 20.- CONCEPTO. Para los efectos de la presente ley, se debe entender como "VEHÍCULO" cualquier medio de transporte terrestre para personas o cosas, provistos de ruedas u orugas.

Artículo 21.- REGISTRO DE VEHÍCULO. La Dirección General de Tránsito deberá llevar un registro de todo vehículo existente en la república de Guatemala, como requisito previo a su circulación. Para tales efectos deberá llenar los siguientes requerimientos:

- a) Presentar boleta de revisión del vehículo que extenderá la Policía de Tránsito, que incluya todos los datos de identificación del mismo, incluyendo el número de VIN;
- b) Presentar la factura de compra, documentos de importancia o título de propiedad en que fundamenta su derecho;
- c) Pagar los impuestos o tributos que conforme a las leyes correspondan.

Las Municipalidades a las que se les delegue la autoridad de tránsito, deberán tener acceso a la base de datos de este registro, para efectos de aplicación de sanciones y administración en general de sus funciones en la materia. El Organismo Ejecutivo, mediante Acuerdo Gubernativo, por razones de economía y seguridad nacional, podrá resolver unificar este Registro con el Registro Fiscal de Vehículo de la Dirección General de Rentas Internas. Todo cambio en la propiedad de los vehículos deberá operarse en este registro. Los notarios que autoricen instrumentos de compraventa y traspaso de vehículos darán aviso a la Dirección General de Tránsito dentro de los veinte días hábiles a partir de la fecha de celebración del contrato.

Artículo 22.- REVISIÓN DE VEHÍCULOS. Previo al registro de un vehículo y de asignación de placas de circulación, la Dirección General de Tránsito deberá revisar los vehículos y establecer que los números de identificación ( VIN ) coinciden plenamente con los documentos de importancia y los títulos de propiedad presentados por el solicitante del registro.

Artículo 23.- VEHÍCULOS DE SERVICIO PÚBLICO. Bajo pena de que se cancele la autorización, permiso o concesión correspondiente, o que simplemente se prohíba el ejercicio de la actividad, las personas individuales o jurídicas que presten servicios de transporte al público, deberán entregar a la Dirección General de Tránsito o a la Municipalidad que ejerza la autoridad de tránsito, un informe semestral que contenga la información que ésta le solicite, que como mínimo deberá contener lo siguiente:

- Número e identificación de los vehículos asignados a la prestación del servicio.
- Identificación y residencia del propietario de cada vehículo.
- Nombre, residencia y número de Licencia de Conducir de los conductores responsables de los vehículos referidos.

Artículo 24.- TARJETA DE CIRCULACIÓN. La Tarjeta de Circulación es el documento que faculta para que un vehículo pueda circular en el territorio nacional. Este documento será emitido por la Dirección General de Tránsito autorizado conjuntamente con la Dirección General de Rentas Internas una vez hecho efectivo el pago de los tributos, que en materia de circulación de vehículos correspondan.

Artículo 25.- PLACA DE CIRCULACIÓN. La Placa de Circulación constituye la identificación permanente del vehículo para los efectos de su control y registro. Se emitirá por la Dirección General de Tránsito, previo el pago en la Dirección General de Rentas Internas de los tributos de circulación.

Artículo 26.- REQUISITOS DE EMISIÓN. En virtud de que la tarjeta de circulación y la placa de circulación son requisitos indispensables para la circulación de un vehículo, y que el control de dicha información es de interés para la seguridad nacional, independientemente de que los mismos los emite el Ministerio de Finanzas a través de la Dirección General de Rentas Internas, el Ministerio de Gobernación tendrá facultad para disponer los diseños y definir los sistemas de emisión de los mismos. El Ministerio de Finanzas deberá atender estas disposiciones y disponer las medidas y reglamentaciones que sean necesarias para implementarlas.

## TÍTULO V DE LA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS Y DE LOS CONDUCTORES

Artículo 27.- CONCEPTO. La conducción de vehículos automotores en la vía pública constituye un privilegio otorgado por el Estado a través de sus dependencias autorizadas y no es un derecho. Como privilegio es esencialmente revocable por la autoridad competente por las razones establecidas en la presente ley y sus reglamentos y mediante procedimiento que garantice el debido proceso. Para los efectos de esta ley, se debe entender como CONDUCTOR, a aquella persona que conduce un vehículo, con las obligaciones y responsabilidades que conforme a la ley le corresponden.

**Artículo 28.- LICENCIA DE CONDUCIR.** Es el documento emitido por la Dirección General de Tránsito mediante el cual se autoriza a una persona a conducir un vehículo, de acuerdo a las disposiciones reglamentarias correspondientes que reglamente y el Ministerio de Gobernación. En consecuencia, habilita e identifica a su titular, el que está obligado a mostrarla a las autoridades de tránsito cuando así se lo soliciten. Solo mediante resolución de autoridad judicial se podrá ordenar su retención. Queda terminantemente prohibida la expedición de licencias de cortesía, complacencia u ocasionales. Las disposiciones referentes a datos y material de la licencia, vigencia, tipos o clases de licencia, y material de la licencia, comprobante de haber cursado el programa de estudio para cada tipo de licencia y demás que se consideren en el REGLAMENTO que el Ministerio de Gobernación deberá emitir dentro de los treinta días siguientes a la vigencia de la presente ley.

( NOTA: Sería probablemente más apropiado definir los tipos de licencias en la presente ley para evitar que los mismos puedan ser cambiados antojadizamente mediante acuerdos Ministeriales que modifiquen reglamentos anteriores ).

**Artículo 29.- EMISIONES DE LAS LICENCIAS DE CONDUCIR.** La Dirección General de Tránsito, emitirá los documentos de " Licencia de Conducir " a costa del interesado, quien deberá cancelar el derecho correspondiente en las cajas de la Dirección General de Tránsito en la forma que indica el artículo 37.- de esta ley. Su período de vigencia y las tasas respectivas serán fijadas en el Reglamento correspondiente.

**Artículo 30.-** La Dirección General de Tránsito deberá conservar archivados en la forma que determine el reglamento todos los antecedentes requeridos para otorgar una licencia de conducir y toda modificación que en ella se produzca, incluyendo toda infracción de vehículo en movimiento. Si la autoridad de tránsito reside en una municipalidad, ésta deberá remitir copia de la infracción impuesta a la Dirección General de Tránsito para estos efectos.

#### TÍTULO IV DE LA EDUCACIÓN VIAL

**Artículo 31.-** Se declara la educación vial como una necesidad urgente para la mejoría del tránsito nacional. En consecuencia, deberá implementarse un Programa Nacional de Educación Vial que estará a cargo de la Dirección General de Tránsito.

**Artículo 32.-** El Ministerio de Educación Pública deberá contemplar en los Programas de los establecimientos de enseñanza básica y media del país, entre sus actividades oficiales y permanentes, la enseñanza de las disposiciones que regulan el tránsito, el uso de las vías públicas y los medios de transporte, y el aprendizaje de las señales de tránsito nacionales y de uso internacional.

Artículo 33.- Los programas de educación vial que se impartan en el país serán determinados en el reglamento respectivo; pero deberán referirse cuando menos, a los siguientes temas básicos:

- a. Viabilidad.
- b. Normas fundamentales para el peatón.
- c. Normas fundamentales para el conductor.
- d. Prevención de Accidentes.
- e. Señales preventivas, restrictivas e informativas.
- f. Infracciones graves, delitos y faltas de tránsito.
- g. Conocimiento básico de la ley y reglamentos de tránsito.

El reglamento determinará los requisitos necesarios para autorizar escuelas o academias privadas de educación vial.

## TÍTULO VII DEL SEGURO

Artículo 34.- SEGURO. Todo vehículo autorizado para circular en la república de Guatemala, debe contar, como mínimo, con seguro de responsabilidad civil por daños y/o lesiones causados a terceros, por el valor y con las características que establezca el reglamento correspondiente. La Dirección General de Tránsito podrá denegar la expedición de Licencia de Conducir o su renovación, a los conductores que no acrediten tener dicho seguro vigente. Se elimina la fianza actualmente requerida para la expedición o renovación de la licencia de conducir.

## TÍTULO VIII COMPETENCIA EN MATERIA DE TRANSITO

Artículo 35.- COMPETENCIA. En materia de tránsito, son competentes el Juez de Paz de la localidad o el Juzgado de Asuntos Municipales de haberse delegado la autoridad de tránsito, salvo el caso de existencia de delito, en cuyo caso estas autoridades además deberán cursar el expediente correspondiente a los Tribunales Ordinarios, de conformidad con las leyes aplicables vigentes.

( Consideramos que la Dirección General de Tránsito no puede tener facultades jurisdiccionales, ya que su función es administrativa. Si un ciudadano desea disputar la validez de una remisión por infracción a la ley de tránsito tiene todo el derecho de hacerlo dentro del sistema legal de la nación. La función de impartir justicia corresponde exclusivamente a la Corte Suprema de Justicia y los tribunales competentes y preestablecidos. Véanse Artos. 11, 12, 203 de la Constitución Política y 57, 58 de la Ley del Organismo Judicial. Dejar el presente artículo en la forma original sería definitivamente inconstitucional. Aún en el caso de los Jueces de Asuntos Municipales su competencia es dudosa y debiera ser motivo de una modificación de sus atribuciones

conforme al Código Municipal, integrándolos al sistema judicial, o bien crear Tribunales Específicos de Tránsito. )

## TÍTULO IX RÉGIMEN FINANCIERO

Artículo 36.- FONDOS ESPECÍFICOS. Los ingresos que reciban la Dirección General de Tránsito o las Municipalidades como consecuencia del ejercicio de la autoridad en materia de tránsito, tendrán el carácter de FONDOS ESPECÍFICOS O PRIVADOS, y únicamente podrán invertirse en el diseño, mantenimiento y mejoramiento de las actividades relacionadas con dicha materia, incluyendo obras de infraestructura. Sin embargo, en caso de contratar a alguna entidad privada para la prestación de alguno de los servicios o funciones relacionadas con el tránsito, la autoridad correspondiente podrá disponer que la recaudación y disposición de determinados ingresos esté a cargo de dicha persona, en los términos que más convenga a los intereses de la autoridad de tránsito.

Artículo 37.- INGRESOS POR LICENCIA DE CONDUCIR. Los montos que recaude la Dirección General de Tránsito como consecuencia de la emisión de Licencias de Conducir, deberán ingresar a la cuenta especial de dicha Dirección. Sin embargo, los ingresos generados por infracciones a las leyes de tránsito por los vecinos de la o las Municipalidades que ejerzan la autoridad en materia de Tránsito, corresponderán trasladar a la cuenta especial de ésta. El veinte por ciento restante corresponde a la Dirección General de Tránsito. Para dichos efectos, se tendrá como " vecindad " del titular de la licencia de conducir, la que consigne bajo juramento en el formulario correspondiente.

## TÍTULO X RESPONSABILIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES

Artículo 38.- RESPONSABILIDAD EN MATERIA DE TRÁNSITO. Es responsabilidad de los conductores de los vehículos el cumplir con las normas que en materia de tránsito se establezcan en la presente ley y sus reglamentos y/u ordenanzas que emitan las autoridades correspondientes. En consecuencia, independientemente de las disposiciones que afecten la tenencia de los vehículos, las sanciones deberán también dirigirse siempre hacia el principal conductor responsable del mismo. En todo caso, el responsable de la cancelación de cualquier sanción que afecte el vehículo, será el propietario del mismo.

Artículo 39.- INFRACCIONES DE TRÁNSITO. Constituyen infracciones en materia de tránsito, la inobservancia o incumplimiento de las normas establecidas para regular esta materia, independientemente de los actos o hechos tipificados como delitos por la legislación penal vigente.

Artículo 40.- RESPONSABILIDAD SOLIDARIA. Sin perjuicio de la responsabilidad de otras personas y de conformidad con el derecho común, estarán obligadas solidariamente al pago de los daños y perjuicios causados, el conductor y el propietario del vehículo, a menos que éste último demuestre que el vehículo le ha sido tomado sin su consentimiento o autorización expresa o tácita.

Artículo 41.- SANCIONES. En materia de tránsito, e independientemente de la responsabilidad penal y civil que corresponda al responsable de determinado hecho, la autoridad de Tránsito, podrá imponer las siguientes sanciones:

- Amonestaciones;
- Multas;
- Suspensión Temporal de la Licencia de Conducir;
- Cancelación de la Licencia de Conducir;
- Incautación del vehículo

El monto de las multas aplicables se deberá fijar anualmente mediante Acuerdo Ministerial del Ministerio de Gobernación.

( Este párrafo nos parece que contradice el Principio de Legalidad contenido en el artículo 239 de la Constitución Política de la República en el sentido de que los tributos y sanciones tributarias son competencia exclusiva del Congreso y las multas deberán estar contenidas en la ley y no en reglamentos. Nos parece que dejar el párrafo como está podría ser inconstitucional. )

Artículo 42.- AUTORIDADES COMPETENTES. La Policía de Tránsito, Nacional o Municipal según sea el caso, será la autoridad competente para emitir las remisiones o boletas de infracciones a las leyes de tránsito y sus reglamentos.

( Nunca puede la policía, cualquiera que sea su clase, imponer sanciones. Sólo la autoridad judicial puede imponer las sanciones, después de garantizar el derecho de defensa. )

Artículo 43.- MEDIOS DE IMPUGNACIÓN. En materia de tránsito, el afectado podrá hacer uso de los medios de impugnación que establecen las leyes ordinarias, y en cuanto a resoluciones tomadas por la Dirección General de Tránsito, los que establece la Ley de lo Contencioso Administrativo.

Artículo 44.- DEFINICIÓN DE LAS SANCIONES. El reglamento de la presente ley deberá respetar, contemplar y desarrollar las siguientes disposiciones:

I. Retención de Licencia. Únicamente podrá retenerse la licencia por la policía de tránsito correspondiente; en los siguientes casos:

- Conducir en estado de ebriedad o bajo efectos de drogas, estupefacientes o similares. En estos casos la licencia deberá ser cursada con informe circunstanciado a los tribunales ordinarios.

- Conducir un vehículo sin portar tarjeta de circulación, y/o placas de circulación. En estos casos la licencia deberá ser cursada con informe circunstanciado a la Dirección General de Tránsito o al Juzgado de Asuntos Municipales según sea el caso para la imposición de la sanción correspondiente. En caso el vehículo carezca de tarjeta y/o placas de circulación no aparezcan en los registros de la Dirección General de Tránsito, el caso deberá además ser cursado a los tribunales ordinarios.

- Cuando el conductor se le haya impuesto previamente la suspensión o cancelación de la licencia.

2. Suspensión de la Licencia de Conducir. La vigencia de la licencia podrá suspenderse cuando su titular haya sido multado tres o más veces por infracciones de tránsito de vehículo en movimiento dentro de un plazo de tres años. Las suspensiones podrán decretarse por períodos de treinta días hasta seis meses. Corresponde a la Dirección General de Tránsito o al Juzgado de Asuntos Municipales el decretar esta sanción.

3. Cancelación de la licencia de conducir. Independientemente de lo que al respecto establecen las leyes penales, en caso de infracciones de tránsito, la vigencia de la licencia podrá cancelarse cuando la misma haya sido suspendida en más de dos oportunidades dentro de un plazo de cinco años. La cancelación podrá decretarse por períodos de hasta tres años, período después del cual la autoridad correspondiente, previo el cumplimiento de los requisitos que considere convenientes podrá resolver a la Dirección General de Tránsito o al Juzgado de Asuntos Municipales.

4. Cepos. La autoridad de tránsito podrá reglamentar el uso de "cepos" o similares para inmovilizar los vehículos que se encuentren infringiendo alguna norma de tránsito, con el objeto de no ser "liberados" hasta en tanto no se cancele la multa y gastos correspondientes.

5. Costo servicios. Independientemente de las multas que corresponda aplicar conforme el o los Reglamentos correspondientes, los responsables estarán obligados a pagar los "gastos" correspondientes a los servicios de "cepos", "grúas", "depósitos" y similares.

Artículo 45.- VENTA EN PÚBLICA SUBASTA. Los vehículos o chatarra incautada conforme lo establecido en la presente Ley y el Reglamento correspondiente, podrán ser vendidos en pública subasta si transcurren seis meses sin que el propietario lo reclame. El titular de un vehículo o chatarra, previo acreditar dicha calidad y pagar las multas y gastos correspondientes, podrá salvar su propiedad hasta el momento previo que se adjudique en escritura pública a favor de un tercero. Los fondos provenientes de estas subastas deberán ingresar a las cuentas o fondos privativos de la autoridad de tránsito correspondiente.

## TÍTULO XI REGLAMENTACIÓN

Artículo 46.- **REGLAMENTACIÓN.** Dentro de los treinta días siguientes a la vigencia de la presente ley, el Ministerio de Gobernación mediante Acuerdo Ministerial deberá contemplar los temas relativos a licencias de circulación, placas de circulación, registros, educación vial, seguros y sanciones.

## TÍTULO XII DISPOSICIONES DEROGATORIAS Y FINALES

Artículo 47.- **DEROGATORIA.** A partir de la vigencia de la presente ley se deroga el Decreto 66-72 del Congreso de la República, y todas aquellas disposiciones que se opongan a la presente ley.

Artículo 48.- **VIGENCIA.** La presente ley entrará en vigencia a los dos meses de su publicación.

### **5.2.2. Propuesta de la Emisión del Reglamento de Tránsito**

Según la Constitución de la República toda ley emitida deberá contar con un reglamento que la regule, es por ésto que una vez aprobadas las modificaciones propuestas a la Ley de Tránsito se procederá a realizar el Reglamento de Tránsito.

Para emitir el Reglamento de Tránsito se necesita, como primera instancia, que toda la población guatemalteca se familiarice con la Nueva Ley de Tránsito y así poder empezar a realizar el reglamento.

Se debe establecer las bases para los reglamentos de tránsito; debe señalar sus objeciones, legitimidad y eficiencia, así como sanciones y procedimientos para modificarlos y mejorarlos. Así por ejemplo, deben ser estudiadas las reglas en materia de licencias; responsabilidad de los conductores; pesos y dimensiones de los vehículos; accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento; revista periódica; comportamiento en la circulación, etc.

### **5.2.3. Reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores**

ACUERDO GUBERNATIVO No. 14-97  
GUATEMALA, 23 enero 1,997

EL VICEPRESIDENTE DE LA REPÚBLICA  
EN FUNCIONES DE PRESIDENTE

CONSIDERANDO:



Que es obligación del Estado velar por la salud de sus Habitantes, a través de acciones de prevención y coordinación que permitan alcanzar el bienestar físico y social de los mismos.

**CONSIDERANDO:**

Que la situación actual de la contaminación atmosférica provocada por la emisión de gases de los vehículos automotores es alarmante ya que la mayoría de sus contaminantes sobrepasan los límites considerados como tolerables para la salud humana.

**CONSIDERANDO:**

Que a partir del mes de mayo del mil novecientos noventa y uno, Guatemala importa gasolina sin plomo, con lo cual se ha logrado eliminar casi totalmente la presencia de plomo en la atmósfera; sin embargo, se hace necesario eliminar otros contaminantes producidos por motores de combustión interna, por lo cual es urgente emitir las disposiciones de control tendientes a la solución de dicha problemática y así mejorar la calidad del aire.

**POR TANTO:**

En ejercicio de la facultad que le confiere al artículo 183 literal e), de la Constitución Política de la República de Guatemala y el artículo 14 del Decreto 68-86 del Congreso de la República.

**ACUERDA:**

Emitir el siguiente

**REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE EMISIONES DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES**

Artículo 1: **Obligatoriedad.** Para que un vehículo automotor pueda circular por las vías públicas, es obligatorio que posea el respectivo Certificado de Control de Emisiones, la Calcomanía de Control de Emisiones y que su automotor no emita niveles de contaminación que excedan los límites permisibles establecidos en este Reglamento. Se fija el plazo de un año, contado a partir del día en que cobre vigencia este Reglamento, para que se obtenga el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones o en su caso se ajusten o reparen los vehículos automotores para cumplir con las disposiciones de este artículo.

Se exceptúan de la aplicación del presente Reglamento los tractores y maquinaria agrícola, industrial y de construcción diseñados para uso fuera de carretera, los vehículos de carreras y las motocicletas de cuatro tiempos.

**Artículo 2. Prohibición Especial.** A partir del uno de enero de mil novecientos noventa y ocho se prohíbe el ingreso al país, de vehículos automotores con motores de dos tiempos que utilicen combustible gasolina y que no estén equipados con sistemas de autolubricación.

Se prohíbe la circulación de vehículos automotores con motor de dos tiempos ingresados al país en forma definitiva a partir del uno de enero de mil novecientos noventa y ocho en adelante, que no tengan un sistema de autolubricación en perfecto estado de funcionamiento.

**Artículo 3. Sistema de Control de Emisiones.** Todos los vehículos automotores que ingresen al país de la fecha de vigencia de este Reglamento deben contar común sistema de control de emisiones perfecto estado de funcionamiento.

## **CAPÍTULO II DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE EMISIONES**

**Artículo 4. Comisión de Control de Emisiones.** Para los efectos de aplicación del presente Reglamento, se nombrará una Comisión de Control de Emisiones, que se integrará de la siguiente forma: un representante de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, quién la presidirá; un representante del Departamento de Tránsito; un representante del sector privado organizado vinculado con la actividad automotriz; dos asesores nombrados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Los integrantes de la Comisión de Control de Emisiones y los asesores nombrados, devengarán dietas que se fijarán a través de CONAMA.

**Artículo 5. Autorización de los Centros de Emisiones y de las Empresas Controladores.** La Comisión de Control de Emisiones autorizará la operación de los Centros de Control de Emisiones y de una o varias Empresas controladoras que cumplan con las disposiciones del presente Reglamento, dentro de los tres meses posteriores a su vigencia, asignándole a cada uno su respectivo código de autorización.

La verificación del funcionamiento de los vehículos automotores en lo referente a las emisiones de gases y partículas, se efectuarán a través de uno o varios Centro de Control de Emisiones, y/o Empresas Controladoras Privadas.

Los Centros de Control de Emisiones autorizados para realizar las pruebas de emisiones vehiculares podrán realizar trabajos de reparación o de mantenimiento de vehículos.

**Artículo 6. Requisitos para Operaciones de los Centros de Control de Emisión.** Los Centros de Control de Emisiones deberán estar debidamente autorizados conforme las normas del presente Reglamento y presentar la respectiva patente de comercio, el número de contribuyente al Impuesto al Valor Agregado - IVA- y contar con una planta física adecuada y con equipos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, en adecuado

estado de funcionamiento y calibración constante, para la medición de monóxido de carbono ( CO ), hidrocarburos ( HC ), bióxido de carbono ( CO<sub>2</sub> ) y oxígeno ( O<sub>2</sub> ), para el control de emisiones de los motores que funcionen con combustible gasolina, y de mediciones de humo ( partículas ), para motores que funcionen con combustible diesel. Estos equipos deberán transmitir e imprimir automáticamente y sin interferencia humana los datos resultantes de las mediciones.

**Artículo 7. Revisión de los Equipos para la Medición de Contaminantes.** La calibración de los equipos para la medición de contaminantes de diesel y gasolina deberá realizarse en forma periódica, por lo menos una vez al mes, bajo la supervisión de la o las Empresas Controladoras a que se refiere el presente Reglamento.

**Artículo 8. De la Planta Física y Personal Técnico.** Los Centros de Control de Emisiones deberán contar con una adecuada planta física y con personal técnicamente calificado y certificado para el manejo de los equipos y la realización de las pruebas de control de emisiones.

Los Técnicos autorizados para realizar pruebas de control de emisiones de gases deberán estar inscritos en el Registro de Técnicos, que para el fin levante la Comisión de Control de Emisiones. Además, deberán asistir a los cursos técnicos que la Comisión de Control de Emisión requiera y aprobarlos.

**Artículo 9. Expedición del Certificado de Control de Emisiones.** Después de realizar cada prueba de control de emisiones, el Centro de Control de Emisiones que la realice extenderá un Certificado de Control de Emisiones, en donde se indicarán los niveles de emisiones del vehículo, los cuales serán impresos automáticamente. Adicionalmente, extenderá una Calcomanía de Control de Emisiones.

El técnico autorizado que realice la prueba deberá firmar y sellar el Certificado de Control de Emisiones bajo su responsabilidad.

El Certificado de Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones y contendrá los siguientes datos: Número de Certificado, Número de la Calcomanía, Código de Autorización del Taller, Año modelo, Fecha de Ingreso del Vehículo al país, Fecha de Emisión del Certificado, Fecha de Vencimiento del Certificado, Número de Identificación del Vehículo, Número de Placa del Vehículo, Kilometraje del Vehículo, Tipo de Combustible utilizado por el Motor, Nombre del Responsable del respectivo Centro de Control de Emisiones que emite el Certificado y Espacio para un Sello y para la Firma del Técnico responsable.

**Artículo 10. El Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones.** Tendrán validez de un año, excepto para aquellos vehículos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas, para los cuales tendrán validez de seis meses. Estos deberán obtenerse durante el mes del año que corresponde al de la emisión de la tarjeta de solvencia y seis meses después en el caso de aquellos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas.

Los propietarios de los vehículos que son llevados a revisión en el mes que les corresponde pero no obtienen el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones podrán regresar en un mes distinto al indicado.

**Artículo 12. De la Supervisión y el Control de los Centros de Control de Emisiones.** La supervisión y el control de los Centros de Control de Emisiones se hará por medio de una o varias empresas controladoras privadas autorizadas por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, previa recomendación técnica y evaluación de la Comisión de Control de Emisiones, que redactará el contrato conteniendo las normas técnicas dentro de los tres meses posteriores a la vigencia de este Reglamento.

**Artículo 13. Del Procedimiento de los Controles en los Vehículos.** Las empresas controladoras estarán encargadas de realizar selectivamente, controles en las vías públicas a los vehículos. En estos controles se exigirán el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones, utilizando para ello equipos de medición que impriman los datos automáticamente y sin interferencia humana.

Los funcionarios de la empresa controladora se harán acompañar por uno o varios agentes del Departamento de Tránsito quienes estarán encargados de hacer el alto a los vehículos a los cuales se harán las pruebas de medición que impriman los datos automáticamente y sin interferencia humana.

En este caso, el agente del Departamento de Tránsito o Policía emitirá la multa respectiva, además de retener las placas de circulación del vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la empresa controladora el Certificado de Control de Emisiones, obtenido en cualquiera de los Centros de Control de Emisiones. La empresa controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La empresa controladora, previa exhibición del Certificado de Control de Emisiones y del comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

Las sanciones establecidas en este Reglamento serán por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, ante la cual deberá cursarse la denuncia.

El recibo de la multa deberá ser acompañado de la impresión de la prueba de emisiones que se realice.

**Artículo 14. Funciones de la Comisión de Control de Emisiones.** La Comisión de Control de Emisiones, tendrá las siguientes funciones:

a) Establecer los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para la aplicación del presente Reglamento, incluyendo las autorizaciones y los contratos de los Centros de Control de Emisiones y de las Empresas Controladoras, así como el diseño, impresión y distribución de los certificados y calcomanías de control de emisiones;

b) Mantener una relación de coordinación permanente con los entes públicos y privados dedicados a la preservación del medio ambiente y también con aquellos dedicados a hacer otro tipo de control de los vehículos tales como verificaciones para internar los vehículos al país, inspecciones de seguridad y otras;

c) Proponer revisiones de los límites permisibles con el objeto de actualizarlos de acuerdo a los cambios de tecnología. En el caso del humo ( partículas ), monóxido de carbono (CO) y de los hidrocarburos ( HC ) estos límites solamente podrán ser menores que los establecidos en este Reglamento. Esta restricción no se aplica en el caso del bióxido de carbono ( CO<sub>2</sub> ); y

d) Las demás funciones que sean necesarias para la aplicación del presente Reglamento.

**Artículo 15. Prohibición para los Vehículos con Motor Diesel.** Se prohíbe que los vehículos automotores que utilicen combustible diesel para su funcionamiento, o bien diesel mezclado con otros combustibles, emitan humo ( partículas ) que excedan los siguientes límites:

l) Los vehículos ingresados al país antes del uno de enero del año 2,000, y durante su funcionamiento no deberán emitir humo cuya capacidad exceda los porcentajes a continuación indicados, o su factor K ( m-1 ) equivalente en cada caso, así:

a) Para los vehículos cuyo peso bruto sea menor que 3.5 toneladas métricas el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%, excepto para aquellos vehículos que funcionan con motores diesel turboalimentados, cuyo límite de emisión no podrá superar el 80% de opacidad.

b) Para los vehículos cuyo peso bruto sea mayor o igual a 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%.

La medición de la opacidad para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberá realizarse por medio de equipos con opacímetros de flujo parcial y bajo el procedimiento de aceleración libre, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en lugar donde se realice la medición.

**Artículo 16. Prohibiciones para Vehículos con Motor de Ignición por Chispa.** Se prohíbe que los vehículos automotores provistos con motor de ignición por chispa que utilicen combustible gasolina, gas, alcohol u otras sustancias para su funcionamiento, cualquiera que sea su tipo o peso, emitan gases contaminantes que excedan los límites establecidos seguidamente así:

a) Los vehículos ingresados en forma definitiva al país antes del uno de enero de 1,995, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes fuera de los límites a continuación indicados: No deben producir emisiones que excedan al 4.5% de monóxido de carbono ( CO ), del volumen total de gases, ni 600 p.p.m. ( partes por millón ) de hidrocarburos ( HC ). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono ( CO<sub>2</sub> ) en cantidades inferiores al 12% del volumen total de gases.

Las mediciones de gases para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberán realizarse dos veces y en ninguna oportunidad podrán ser sobrepasados en estos límites establecidos en estos mismos incisos; la primera medición se realizará en ralentí a no más de 1,000 r.p.m ( revoluciones por minuto ); la segunda a una velocidad entre 2,200 y las 2,700 r.p.m.; con un periodo de espera de 15 segundos después de la aceleración para la toma de estas muestras.

Además, tales mediciones se realizarán con el motor funcionando a temperatura normal y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de medición, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

**Artículo 17. Reparación de los Vehículos por Incumplimiento del Presente Reglamento.** En caso de que un vehículo no cumpla con los niveles permisibles de emisiones, deberá ser reparado previo a obtener el certificado de Control de Emisiones. Para el efecto, el propietario estará en libertad de reparar el vehículo donde así lo desee antes de someterlo nuevamente a revisión de emisiones en alguno de los Centros de Control de Emisiones.

### CAPÍTULO III

#### SANCIONES

**Artículo 18. Multas por Remoción del Sistema de Control de Emisiones.** Los propietarios de los vehículos que remuevan cualquier parte del sistema de control de emisiones del mismo serán sancionados con una multa de Dos Mil Quinientos Quetzales ( Q 2,500.00 ).

**Artículo 19. Multas por Exceso en los Valores de Emisiones Permisibles.** Los propietarios de los vehículos que excedan los valores de emisiones permisibles en las revisiones selectivas que realice las Empresa Controladoras, así como los propietarios de los vehículos que se encuentran circulando sin el correspondiente Certificado o Calcomanía de Control de Emisiones, serán sancionados así:

a) Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea menor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de Quinientos Quetzales ( Q. 500.00 ).

b) Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea mayor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de Mil Quetzales ( Q. 1,000.00 ).

c) Los propietarios de los vehículos automotores con motor de dos tiempos cuyo sistema de autolubricación haya sido removido o no esté funcionando correctamente serán sancionados con una multa de Mil Doscientos Cincuenta Quetzales ( Q. 1,250.00 ).

**Artículo 20. Multas por Importación de Vehículos con Infracción del Presente Reglamento.** Cualquier persona natural o jurídica que importe un vehículo y lo matricule

infringiendo los preceptos de este Reglamento será sancionada con una multa de Seis Mil Quetzales ( Q. 6,000.00 ).

**Artículo 21., Multa a los Propietarios de los Vehículos pro Incumplimiento en la Revisión.** Los propietarios de los vehículos que no sean llevados a la revisión previa a obtener el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones en el mes que les corresponde serán sancionados con una multa de Cincuenta Quetzales ( Q. 50.00 ). Los Centros de Control de Emisiones que extiendan Certificados o Calcomanías de Control de Emisiones a vehículos que no hayan sido llevados a revisión en el mes que les corresponde serán sancionados con Cincuenta Quetzales ( Q. 50.00 ) a menos que el propietario demuestre que ya pagó la multa correspondiente.

**Artículo 23. De la Emisión de las Multas.** La multa respectiva, además de retener las placas de circulación del vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la Empresa Controladora el certificado de Control de Emisiones, obtenido en cualquiera de los Centros de Control de Emisiones. La Empresa Controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La Empresa Controladora, previa exhibición del Certificado del Control de Emisiones y del comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

#### CAPÍTULO IV

#### DISPOSICIONES DEROGATORIAS FINALES

**Artículo 24. Vigencia.** El presente Acuerdo empezará a regir el día de su publicación en el Diario Oficial.

COMUNÍQUESE.

LUIS ALBERTO FLORES ASTURIAS

### 5.3. Educativo

#### 5.3.1. Divulgación de información sobre la preservación del medio ambiente

El desarrollo industrial, tráfico vehicular, el rápido crecimiento de la población y su aglomeración en las ciudades, tiene como consecuencia un aumento en el consumo de energía y la utilización de combustible.

Cuando los combustibles se queman, desprenden sustancias indeseables en forma de gases o partículas que contaminan el aire.

Mientras estos desechos se produjeron en pequeñas cantidades, la naturaleza era capaz de absorberlos y transformarlos; ahora son tantos, tan variados y en tal cantidad que han roto el equilibrio ambiental.

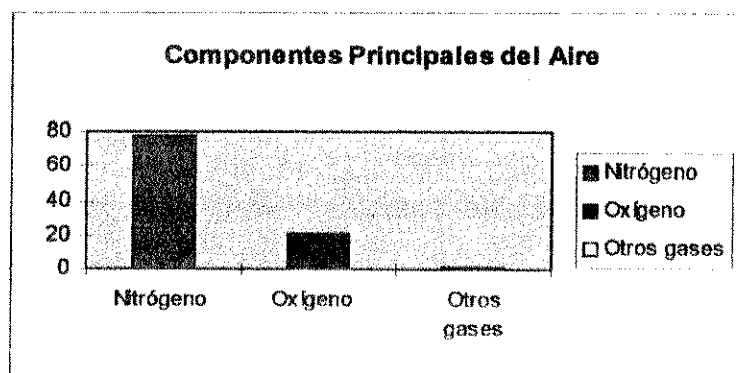
## ¿ CÓMO SE CONTAMINA EL AIRE ?

El planeta se encuentra rodeado por una capa de gases que se llama atmósfera y que se conoce como aire.

Esta formado principalmente por:

- Nitrógeno 78%;
- Oxígeno 21%;
- Otros gases 1%.

**Gráfica No. 5: Componentes principales del aire**



Cuando varía la cantidad de estos gases o se mezclan otras sustancias, cambian las proporciones y entonces se dice que el aire está contaminado.

Existen muchas maneras de contaminar el aire que respiramos, principalmente en: nuestra casa, el trabajo y las calles de la ciudad donde vivimos.

## ¿ CUÁLES SON LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE ?

Aunque son muchas y muy variadas las sustancias que se pueden encontrar en el aire, diversas investigaciones han demostrado que los principales contaminantes son:

**Monóxido de Carbono ( CO ):** se desprende al quemar leña, carbón, llantas y combustibles con la gasolina. Cuando se quema el tabaco al fumar, también se produce monóxido de carbono.

**Oxidos de Azufre ( SO<sub>x</sub> ):** se forman al quemar carbón mineral, petróleo crudo, diesel y combustóleo que contiene azufre. Todos esos combustibles que se utilizan en las industrias y algunos vehículos de carga. Al mezclarse con agua producen lluvia ácida.



**Partículas Suspendidas Totales ( PST ):** son elementos variados y muy pequeños arrastrados por el viento. Unos de origen natural como: polen, polvo, hongos y microbios; otros, productos de la actividad industrial como cenizas y algunos metales, especialmente el plomo.

**Óxidos de Nitrógeno ( NO<sub>x</sub> ):** se producen principalmente por automóviles, camiones e industrias que consumen gasolina. Son uno de los elementos que favorecen la formación de ozono.

**Hidrocarburos ( HC ):** pasan por el aire como vapores de gasolina no quemada y por solventes de pinturas y de pegamentos. Proviene principalmente de depósitos y derrames en gasolineras, vehículos mal afinados o sin tapón de gasolina, así como aerosoles, barnices y pinturas de aceite. Los hidrocarburos también son precursores en la formación de ozono.

**Ozono ( O<sub>3</sub> ):** este contaminante es emitido directamente al aire; se forma a partir de la combinación de otras sustancias, en especial óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, cuando los activa la luz del sol.

## ¿ QUÉ ES LA INVERSIÓN TÉRMICA ?

Normalmente, en la atmósfera las capas de aire más frío están arriba y las de aire caliente abajo, éstas tienden a subir y se van enfriando.

En una inversión térmica, conocida también como el efecto de invernadero, se forma una capa de aire caliente por encima del aire frío y detiene al aire de abajo en su circulación normal.

La inversión térmica, al no permitir que los contaminantes que se están produciendo suban y se dispersen, causa que estos gases tóxicos queden atrapados, permanezcan por más tiempo y se acumulen. Este fenómeno, cuando tiene una duración larga puede ser peligroso, porque provoca que se concentre la contaminación.

Afortunadamente por el buen clima de la ciudad, los rayos del sol al calentar el ambiente, rompen la inversión térmica y permiten que la contaminación se disperse.

## ¿ CÓMO PUEDE PROTEGERSE EL SER HUMANO ?

**En la casa:** mantener la cocina bien ventilada y evitar permanecer mucho tiempo cerca de la estufa o del calentador. No fumar, ni permitir que lo hagan cerca. Cuando apliquen pinturas, barnices o solventes se debe permanecer alejado del lugar. Aliméntese la mayor parte del tiempo posible de frutas y verduras de color verde, amarillo o

anaranjado, contienen vitaminas que se hacen menos sensibles al ozono. Se debe atender cualquier infección respiratoria por sencilla que parezca. Acuda a un médico.

**En el trabajo:** reporte cualquier desperfecto en las instalaciones y maquinaria que produzca mayor contaminación. Deje de fumar y pida a sus compañeros que lo hagan también. Permanezca el menor tiempo posible al aire libre. Evite transitar por vías congestionadas, utilizando rutas alternas. De ser posible evite lugares concurridos y poco ventilados.

## ¿ CÓMO PUEDE LA CONTAMINACIÓN AFECTAR A LA SALUD ?

La manera como la contaminación afecta a la salud depende del tipo de contaminante, la cantidad que existe, el tiempo y la frecuencia de exposición, así como la sensibilidad de cada persona.

Se pueden presentar molestias de naturaleza irritativa, de manera transitoria como:

- Ardor o irritación de ojos;
- Resequedad de nariz;
- Picazón en la garganta;
- Tos seca;
- Cansancio o desgano;
- Dolor de cabeza.

## ¿ CAUSAN TODOS LOS CONTAMINANTE EL MISMO DAÑO?

No todos los contaminantes son igualmente dañinos.

El Monóxido de Carbono, puede ser venenoso en altas concentraciones y lugares cerrados. Los Oxidos de Azufre, al producir sustancias ácidas, dañan a plantas y animales. Entre las partículas suspendidas totales, la manera como hacen daño se relaciona con el tipo de partícula; por ejemplo, el polvo es irritante. Algunas personas son alérgicas al polen. Los hongos y microbios pueden causar infecciones. El plomo se deposita en el cuerpo y lo perjudica. Los Óxidos de Nitrógeno disminuyen las defensas del cuerpo. Los hidrocarburos retardan los reflejos y causan somnolencia. Y finalmente el Ozono es el menos dañino de los principales contaminantes, en general sólo ocasiona molestias pasajeras.

Todo el ser humano contribuye de algún modo a contaminar, esto puede dañar la salud de todos, por eso todos debemos colaborar para disminuirla, si toda la información estuviera al alcance de todos, existiría un mejoramiento en el medio ambiente; pero lastimosamente las instituciones encargadas de velar por el Medio Ambiente no se preocupan por divulgar información de cómo mejorar la calidad del ambiente.

### 5.3.2. Planificación del transporte no motorizado

El planificar un sistema de transporte no motorizado para la ciudad de Guatemala es de suma importancia para el medio ambiente, debido que del 60 % al 80 % de contaminantes presentes en el ambiente son producto de la combustión de motores internos.

El objetivo de la planificación del transporte no motorizado, es disminuir en un porcentaje la contaminación de humo negro presente en el medio ambiente, que es emanado por los motores de combustión interna, utilizando como medio de locomoción bicicletas y triciclos.

El uso del triciclo se podría implementar en el centro de la ciudad capital, prohibiendo el tráfico de vehículos en un área de ella y obligando a utilizar el triciclo como medio de transporte público; el uso de la bicicleta podría ser utilizado por todos los habitantes de la ciudad asignándole un carril dentro de la vía pública.

En países con problemas de abastecimiento de combustible como Cuba y China Continental, éste es un vehículo de locomoción masivo, el cual es usado popularmente y promocionado por el Estado. Hay otros países del Asia que utilizan también triciclos como vehículos de transporte público ( Taxis ).

En el interior de la República la bicicleta y el triciclo es un medio de transporte muy utilizado.

Una de las ventajas aparte de la No Contaminación, es el ahorro de divisas en la compra de combustible, repuestos y vehículos. Otra de las ventajas y una de la mayor importancia es que la bicicleta es producida por la industria local, con lo cual se generarían empleos. Cabe mencionar que el uso de la bicicleta disminuiría el problema de estacionamiento y parqueo de los vehículos.

Dentro de las desventajas se encuentra la falta de educación vial entre los automovilistas para las personas que utilizan ésta forma de locomoción. Otra de ellas es que no existen áreas designadas para la circulación de las bicicletas y triciclos.

Se recomienda el hacer conciencia a los automovilistas para que respeten a las personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte.

Se recomienda también a las personas que hacen uso de la misma, que utilicen como medios de seguridad el casco, para evitar consecuencias fatales en caso de accidentes.

Por último se hace un llamado a las entidades a cargo del Sector Transporte para que exhorten a la ciudadanía el uso de la bicicleta y triciclo.

## **5.4. Usuarios**

### **5.4.1. Control de emisiones de gases producidos por vehículos**

Para poder llevar el control de emisiones de gases producidos por vehículos, se recomienda prestarle el servicio necesario a los vehículos, tanto de gasolina como diesel, por lo tanto se presenta a continuación información básica para poder mantener un automóvil en un mejor estado.

#### **5.4.1.1. Patrones de emisión**

La cantidad de gases contaminantes que emana un automóvil depende de un número de factores, incluyendo el diseño y la condición del motor, la modalidad en que está operando y la composición de la gasolina. Los patrones de emisión de un vehículo de gasolina sin controles son los siguientes:

**Hidrocarburos no quemados:**

15% Por el tanque de gasolina y el carburador.

20% A través de los anillos del motor hacia el comportamiento del cigüeñal.

65% Por el escape.

**Monóxido de Carbono:**

100% Por el escape.

**Óxidos de Nitrógeno:**

100% Por el escape.

**Plomo:**

100% Por el escape.

#### **5.4.1.2. Mecanismos de Control**

Actualmente, existen numerosos mecanismos para controlar las emisiones de gases, se mencionan los más importantes. Se hará referencia al desarrollo que han tenido en los Estados Unidos ya que fue en este país donde tuvieron su origen, por la preocupación causada por el deterioro del medio ambiente debido al alto grado de industrialización.

**1. Ventilación del Cárter (PCV - Positive Crankshaft Ventilation).**

El primer paso fue incorporar mecanismos para reducir las emisiones de hidrocarburos no quemados por el comportamiento del cigüeñal. Los motores fueron provistos de turbinas y válvulas para permitir la salida de vapores del motor, los cuales son reingresados por el sistema de admisión.

## **2. Válvula de recirculación de gases ( EGR- Exhaust Gas Recirculation ).**

Los óxidos de nitrógeno fueron disminuidos reduciendo la temperatura de combustión del motor al recircular parte de los gases de escape por el sistema de admisión.

## **3. Inyección de aire ( Air Injection ).**

Los productos de la combustión incompleta, principalmente los hidrocarburos no quemados y el monóxido de carbono, fueron rebajados inyectando aire en la salida del escape, con lo cual son oxidados hasta convertirlos en sus productos finales; agua y dióxido de carbono.

### **5.4.1.3. El convertidor catalítico**

El convertidor catalítico o catalizador es el más importante de los mecanismos de control, su importancia es tal que hoy en día decir que un vehículo está equipado con catalizador es sinónimo de decir que está equipado con controles de emisiones de gases. La gasolina sin plomo, el catalizador y los controles de emisiones de gases van de la mano.

Los investigadores se toparon con el problema de que los mecanismos que reducían el nivel de hidrocarburos no quemados y de monóxido de carbono también elevaban el nivel de óxidos de nitrógeno, debido a las temperaturas de combustión más altas que producían. El convertidor catalítico demostró ser la única solución técnica viable para resolver el problema. Por definición un catalizador es una sustancia que acelera las reacciones químicas sin alterarse o destruirse a sí mismo. Sin embargo, el catalizador se le llama convertidor debido a que ese es su nombre genérico con que comúnmente se le designa.

#### **1. Convertidor catalítico de dos vías ( Two-way Catalytic Converter ).**

A la primera generación de catalizadores se les llamó de dos vías, porque solamente controlaban dos gases ( HC y CO ). Estos reactores fueron instalados físicamente en la salida del tubo de escape para hacer pasar los gases sobre un metal noble catalizador ( en este caso el platino ). El proceso de oxidación de los hidrocarburos y el monóxido de carbono es acelerado en presencia del catalizador. El metal noble era depositado sobre unas pelotitas porosas ( pellets ) fabricadas con alumina activa (  $Al_2O_3$  ) con un diámetro de 2 y 4 mm, que proveen una superficie de 150,000 metros cuadrados. Para funcionar eficientemente un catalizador necesita de temperaturas superiores a los 400 grados centígrados.

La formación de óxidos nitrosos era reducida ajustando la mezcla de gasolina a un nivel más rico y las cantidades más altas que resultaban por este ajuste de hidrocarburos no quemados y de monóxido de carbono eran oxidadas en el reactor, lo que a su vez no afecta la emisión de óxidos de nitrógeno. Para funcionar correctamente un catalizador de dos vías debe de trabajar con exceso de oxígeno. Requiere de modificaciones de motor, sistemas de recirculación de gases y sistema de inyección de aire. Los catalizadores de esta primera generación le restaban fuerzas al motor y por el material usado eran muy propensos a obstruirse.

Los catalizadores se hicieron obligatorios en los Estados Unidos en 1975. En California donde el problema de la contaminación del aire siempre ha sido más crítico, se instalaron retroactivamente catalizadores de dos vías en vehículos de años recientes.

## **2. Convertidor catalítico de tres vías ( Three-ways Catalytic Coverter ).**

A esta segunda generación de catalizadores se les llamó de tres vías porque controlan al mismo tiempo tres gases ( HC, CO, NOx ). Para funcionar requieren de una mezcla perfecta en todo momento, para lo cual se combina un sensor de oxígeno ( Oxygen Sensor ) con un carburador equipado con válvulas eléctricas de control de flujo o bien con un Sistema de Inyección Electrónico ( EFI - Electronic Fuel Inyection ).

El sensor de oxígeno o sonda lambda es un bulbo que consiste en un elemento de zirconio (  $ZrO_2$  ) recubierto de platino que se coloca en la salida del escape. El sensor compara la concentración de oxígeno de los gases de escape con el aire de afuera. El grado de diferencia causa un cambio en la resistencia de la conductividad del sensor, que amplificado por el platino manda una señal a una computadora para que ajuste la entrega de combustible al nivel deseado.

Los materiales de estos catalizadores también han sido cambiados, y en lugar de las pelotitas se utiliza una estructura parecida a un panal de abejas fabricada de cerámica. Se llaman convertidores monolíticos, se calientan rápidamente y son bastante livianos. También se usan catalizadores colocados directamente en el múltiple de admisión, con lo cual el período de calentamiento es menor.

Estos catalizadores modernos no le restan fuerza al motor y es muy difícil que se tapen. Forman parte de nuevos sistemas de combustibles que incluyen un sensor de oxígeno y otros más que continuamente mandan información de las condiciones de manejo a un cerebro que la procesa y entrega la cantidad precisa de combustible. De esta manera se mejora la potencia del motor y se reducen las emisiones y el consumo de combustible.

## **3. Incompatibilidad de la gasolina con plomo y los catalizadores.**

En la actualidad todos los motores diseñados para el mercado de los Estados Unidos incorporan sistemas de controles de emisiones de gases y catalizadores. El plomo en la gasolina deposita impurezas en la superficie del catalizador y lo cubre, desactivándolo por completo. El daño es casi inmediato, ya que bastan solamente cuatro o cinco tanques de gasolina con plomo para inutilizar el catalizador.

Esta fue la principal razón por la que se introdujo la gasolina sin plomo en los Estados Unidos y posteriormente se hizo obligatoria para todos los modelos nuevos importados o fabricados en el país a partir de 1975.

El plomo también afecta al sensor de oxígeno, en la mayor parte de los casos haciéndolo producir una mezcla de combustibles rica en gasolina, lo cual incrementa el consumo y por lo tanto las emisiones de gases.

#### 5.4.1.4. Aplicaciones de controles de emisión ( E.U.A. ).

Cuando se establecen estándares para el control de emisiones de HC, CO y NOx se hace en gramos por milla de estos tres contaminantes. Otro contaminante que nunca se especifica en las medidas de emisiones, pero que no por eso deja de ser menos importante son las emisiones que produce el plomo en la gasolina. La razón por la cual no se les incluye es muy simple: a la fecha no existe ninguna forma práctica de medirlo.

Los estándares se aplican a emisiones promedio durante la vida del vehículo (100,000 millas ) y los procedimientos incluyen pruebas para medir el grado permisible de deterioro gradual de los sistemas de control conforme aumenta el millaje del motor. La durabilidad de los sistemas de control se determina manejando varios vehículos por 50,000 millas efectuándoles pruebas de emisiones cada 4,000 millas. Un catalizador después de 80,000 millas aún debe de conservar un 80% de su capacidad.

A nivel federal la Agencia para Protección del Medio Ambiente ( EPA ) ha sido facultada para fijar estándares de emisiones para los vehículos automotores, los cuales deben de pasar diferentes pruebas previo a su certificación. Estos estándares se aplican a prototipos de motores más que a vehículos propiamente y se fijan sobre la base de pruebas de aceleración en modelos representativos realizadas tanto por los fabricantes como por la EPA.

El control de las emisiones de los vehículos en operación es responsabilidad de cada estado de acuerdo a su estrategia general de control. Como es imposible medir las emisiones de escape de cada vehículo, los controles estatales se reducen por lo general a revisiones selectivas en las carreteras, siendo responsable el propietario de que su vehículo cumpla con los estándares de emisión de gases.

Para prevenir el uso inadecuado se hicieron obligatorias boquillas especiales en las bombas de las estaciones de combustible, de manera que no se podía servir gasolina con plomo en los nuevos vehículos.

Con la gasolina sin plomo nació otro tipo de control, que consiste en el uso de incentivos fiscales al precio mismo de la gasolina y a los vehículos adquiridos con catalizador. Este procedimiento se ha usado con éxito en algunos países de Europa.

Los controles visuales no deben de despreciarse. Como referencia, siendo los Estados Unidos un país industrializado, introdujo controles visuales para las emisiones de los vehículos diesel en 1,970.

## **5.4.2. Seguridad**

### **5.4.2.1. Peatonal**

El peatón es el segundo elemento del tránsito y el segundo elemento humano del mismo, por lo que se considera como peatón potencial a la población en general, desde individuo de uno hasta cien años. Este constituye un importante factor que complica los problemas de circulación en las ciudades, principalmente en los distritos comerciales.

El problema principal del peatón es el que no se ha asimilado al medio; en general, aún no ha comprendido lo que significa el transporte automotor. En las actividades comunes del peatón en las calles y en la vida diaria, sigue existiendo una situación anormal. Esto se nota más claramente con gente que viene de fuera del medio, como el provinciano que llega a la ciudad; está indeciso en los cruceros esperando un momento oportuno, sin saber de qué lugar vienen los vehículos y repentinamente trata de cruzar corriendo.

El peatón, tiene sus ventajas con respecto al conductor para apreciar las condiciones del tránsito y generalmente lo hace con mayor exactitud debido, entre otras cosas, a su mejor visibilidad y velocidad bastante menor.

Dependiendo del lugar y de las características de sus habitantes, así varía la velocidad de los peatones. En los Estados Unidos ésta suele ser de 1.0 a 1.4 metros por segundo, pero en nuestro país esta velocidad es algo menor.

En la mayoría de los países del mundo, que cuentan con un número grande de vehículos, los peatones muertos anualmente en accidentes de tránsito ocupan una cifra muy importante.

En un estudio de tránsito se hace necesario realizar estas investigaciones para poder analizar la capacidad de desalojo de las aceras, según su ancho y obstáculos en la misma, así como también para estudio de medios para facilitar la circulación.

### **5.4.2.2. Vehicular**

El vehículo constituye el elemento que hace posible el traslado de las personas de un lugar a otro en el menor tiempo, para distancias más o menos largas.

Además, se debe considerar que mucho contribuye al problema la diversidad de tipos de vehículos. Es lógico que resulte difícil mezclar en la corriente de tránsito a vehículos ligeros y veloces, vehículos pesados y lentos, bicicletas, etc.



### 5.4.2.3. Estacionamientos

En Guatemala, este problema reviste caracteres muy especiales. Continuamente se nota el incremento de los locales comerciales, de los negocios, la construcción de nuevos edificios, etc, pero mientras que éstos aumenta, no se consideran ni regulan, por parte de la Municipalidad Capitalina, la existencia o creación de Áreas o Locales destinados para guardar vehículos. En otros países más adelantados que el nuestro en este campo, se exigen a los nuevos edificios, destinar cierta cantidad de espacio para este fin, ya sea dentro del edificio que se construye o fuera de él. Sin embargo, pese a esta exigencia el problema siempre existe y se hacen estudios suficientes para resolverlo.

La Municipalidad de Guatemala, tiene un reglamento de predios para estacionamiento, pero éste muestra su deficiencia en cuanto a su planificación. En este reglamento, sólo se expresan condiciones constructivas más que todo y no se indica a cabalidad lo más importante, en cuanto a la función que como solución al problema urbano debe tener.

En Guatemala, los predios que se destinan a parqueos de vehículos, son de carácter particular y la mayoría de las veces consisten en predios abandonados, o espacios dejados al demoler construcciones antiguas que se adaptan a pequeñas exigencias de construcción. Los empresarios, si es que se les puede llamar así a los propietarios de estos predios, lo único que hacen es demoler la parte interior de un viejo edificio, dejando las paredes que rodean el predio, la mayoría de las veces antiestéticas y luego se dedican a cobrar por el derecho de dejar los vehículos en esos lugares así dispuestos.

Las personas o ciudadanos guatemaltecos, ante la necesidad de un local en donde se ofrezca por lo menos un mínimo de garantía a su vehículo, acceden y no pueden reprochar el hecho de que no existen mejores sitios y equipamiento para este tipo de función urbana: " el estacionamiento ".

Se pueden mencionar varios tipos de estacionamiento:

a) El primero fue en la calle, desvirtuando notablemente el propósito de ésta, que es la circulación. En este caso se hace un estudio muy sencillo, haciendo un inventario de espacios existentes. Se evalúan las restricciones que existen para estacionarse en esa calle, debido que habrá calles en las que el estacionamiento se prohíbe. Luego se hace un inventario para ver los espacios disponibles.

Para cuantificar los espacios ( conocer ofertas ) se procede de la siguiente forma: se toma la longitud de las calles y se estima el número de vehículos que caven en esa longitud, restándose los espacios prohibidos. Luego se ven las facilidades que se tiene para estacionamientos ( lotes, edificios, etc ) y se complementa el dato de la oferta. Por otro se observa cuantos vehículos llegan en el día y se determina un índice de utilización. Se han encontrado tiempos de estacionamiento cercanos a una hora para asuntos rápidos ( hacer compras ). Se emplea desde media hora a cuatro horas para diferentes tipos de actividades ( negocios, etc ). Un porcentaje pequeño son los que los usan cuatro horas o más ( jefes de oficinas, empleados, etc ).

Se ponen observadores en varios puntos de las zonas y recorren tres o cuatro cuadras cada uno y van viendo todos los vehículos estacionados, anotando la hora de entrada y salida de cada uno de los automóviles. Así, se determina la duración promedio de estacionamiento durante varios días. A menos de que haya una diferencia notable se desechan los datos anormales y se saca el promedio de los índices de estacionamiento.

b) El segundo tipo de estacionamiento es el que está fuera de la calle. Este estacionamiento es en el que se puede hacer un estudio específico sobre este tipo de estacionamientos. El cual se reduce a hacer un inventario de lo que existe para conocer la oferta y con los datos del estudio anterior más la utilización de los espacios fuera de la calle puede llegarse a conocer la demanda total.

### 5.4.3. Accidentes

Se llama accidente a un suceso eventual o acción en que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas. Cuando uno de los factores que contribuyen a producir un accidente es la circulación de al menos un vehículo por una vía, entonces se dice que el accidente es de tránsito.

Los accidentes de tránsito pueden clasificarse, de acuerdo con los daños que causan en: accidentes mortales, cuando se atropella a alguien sin causar muertes y accidentes con heridos.

Los dos resultados del problema del tránsito lo constituyen: los accidentes y el congestionamiento. De ellos, el primero es de orden vital y por eso de gran importancia, ya que significa grandes bajas entre la población, por los muertos y heridos, los cuales constituyen una pérdida económica.

Las soluciones diversas aplicadas a través del correcto análisis del problema, pueden rendir muy valiosos resultados, salvando muchas vidas y evitando un gran número de lesionados, que quizás quedarán lisiados para siempre, así como el ahorro de grandes pérdidas económicas.

Analizando debidamente las causas aparentes, muy frecuentemente podemos determinar las causas reales. Estas nos permitirán saber si la falla de la operación del tránsito dependió del camino, del vehículo o del usuario.

Los pasos fundamentales para efectuar el estudio sobre accidentes son los siguientes:

**1. Obtención de datos adecuados sobre los accidentes:**

Para ello es preciso que exista un organismo que pueda recopilar estos datos en forma completa y eficaz, formando un registro de accidentes, con toda la información necesaria.

**2. Ordenación y análisis de los datos sobre los accidentes:**

De tránsito a fin de determinar sus causas principales.

**3. Estudio sobre características de los accidentes de tránsito:**

Para conocer los factores de carácter general que contribuyen a producirlos.

Se recomienda hacer uso de los Mapas de Ubicación de Accidentes los cuales proporcionan un medio rápido de determinar la distribución de los mismos. Este mapa puede ser el de una región rural o el plano de una ciudad donde se identifique con alfileres o por otros medios la situación de los accidentes. Las indicaciones en el mapa se hacen al recibirse los informes sobre accidentes y se suelen emplear diferentes símbolos para representar las distintas clases de accidentes.

Las indicaciones en los mapas de ubicación de accidentes se suelen acumular durante un año y así poder establecer cuáles son las rutas peligrosas.

**5.4.3.1. Factor humano**

De estudios realizados de informes de los accidentes de tránsito se puede empezar a precisar los actos del conductor que principalmente contribuyen al hecho, llamado accidente. Generalmente se piensa en una causa y la verdad es que muchas veces el accidente incluye una cadena de causas, o bien, una causa y una serie de circunstancias contribuyentes.

Como consecuencia del desarrollo de velocidad en los modernos vehículos y el estancamiento del camino, la causa más frecuente de accidentes de tránsito en el mundo entero es el EXCESO DE VELOCIDAD. Debe entenderse que es velocidad excesiva para las condiciones vigentes. En muchos casos esta velocidad excesiva puede no ser muy alta.

En orden de importancia sigue la causa catalogada como CIRCULACIÓN CONTRARIA, como su nombre lo indica, es el acto de circular la sección de camino donde los vehículos viajan en la dirección opuesta.

Casi invariablemente sigue la causa clasificada genéricamente como IMPRUDENCIA PARA MANEJAR, esta causa engloba muchos actos del conductor, en general en oposición con las reglas del camino. Estas tres causas dependen principalmente del conductor del vehículo. En el inciso de estadísticas de accidentes se afirmará lo citado anteriormente con la ayuda de las estadísticas.

### **5.4.3.2. Factor falla del automóvil**

Según la experiencia de servicios en asociaciones automovilísticas de servicio, las causas principales de falla del automóvil son: llantas, frenos, suspensión delantera, dirección, luces, etc. La labor preventiva puede ser muy significativa a través de una revisión rápida, cada vez que haya un contacto de la autoridad y el usuario, cuando menos en vehículos de servicio público. Sea cual sea el tipo de vehículo se puede hacer una revisión de cinco minutos, que mucho ayudará al usuario a conocer las condiciones del vehículo, al grado que se pueda determinar si conviene dejarlo seguir transportándose en él o retirarse de la carretera.

Una sencilla revisión ocular de las llantas determinará si ese vehículo puede seguir su camino con las que lleva. La presencia de llantas lisas, o bien, aberturas laterales o en el piso de la misma, indicará peligro. Tratándose de vehículos públicos, debe obligarse al conductor a corregir el defecto, antes de seguir adelante. Por lo que respecta a los frenos, hay una sencilla regla para saber si el vehículo puede seguir con seguridad o no. Oprimiendo el pedal del freno, si llega a una distancia menor de 3 cm del tablero del piso, ese freno necesita revisión urgente. Las fallas de la suspensión delantera casi siempre pueden observarse en las ruedas "abiertas" o en el desgaste anormal de las llantas delanteras. Los casos críticos pueden significar desgaste peligroso.

Por lo que toca a la dirección, una simple operación con la mano puede probar su sensibilidad para determinar si es correcta o no. Si el volante (timón) del vehículo gira más de  $\frac{1}{4}$  de círculo sin que las ruedas se muevan, debe de ir al taller. El volante (timón) debe ser lo suficientemente sensible para que al menor movimiento accionen las ruedas.

Las luces pueden ser revisadas con toda facilidad verificando el cambio de luces altas, bajas y traseras. La simple ausencia de la luz trasera debe justificar que se impida el tránsito a un vehículo. Naturalmente, la ausencia o defecto de las luces delanteras también facultan al policía para negar el tránsito al vehículo.

### **5.4.3.3. Estadística de accidentes**

Como en muchos países del mundo, en Guatemala el problema del tránsito ha pasado a adquirir importancia nacional. Anualmente se registra un saldo adverso de aproximadamente (Reportados por la Policía Nacional):

- 1,554 muertos;
- 8,230 lesionados;
- Q 4,260,000 de daños materiales directos.

De acuerdo con la estadística oficial, entre 1,990 y 1,995 murieron cerca de 15,758 guatemaltecos en accidentes de tránsito y aproximadamente 40,347 han resultado lesionados, muchos de ellos quedando lisiados para siempre.

Podemos tener otra idea de la magnitud del problema local si nos destacamos por un momento de las cifras absolutas y nos referimos a las cifras proporcionales.

En la estadística de tránsito en la República de Guatemala destacan las siguientes cifras:

De 1,990 a 1,995 el total de accidentes registrados en el país, subió de 1,107 en ( 1,990 ) a 1,451 en ( 1,995 ), lo que significa que el número de accidentes aumentó en aproximadamente un 23 %. En el mismo período el número de heridos subió de 24,930 a 40,600 y el número de muertes de 3,231 a 15,750.

### **Informe de accidentes a partir de estadísticas:**

Las estadísticas de accidentes tienen como base la intervención personal del agente de la ley, en el camino, traducido en un informe escrito que debe contener todos los detalles del caso. La finalidad primordial de este informe es la de permitir a terceras personas formarse un juicio de los hechos ocurridos.

De lo anterior se desprende la gran importancia que tiene el Informe de Accidentes. De su veracidad o falla depende la fidelidad o fracaso de la estadística y el análisis de la misma, aparte del uso que les da para fines globales.

Fundamentalmente, el informe de accidentes debe aclarar las preguntas ¿Qué?, ¿Dónde? y ¿Cómo? ocurrió el accidente. Debe contener los detalles que ilustren claramente qué ocurrió, desde el tipo de accidente hasta el saldo de víctimas y la pérdida económica. El informe debe ubicar los hechos en forma detallada, es decir, debe precisar las condiciones del medio ambiente en donde ocurrió, con el detalle de las circunstancias físicas de camino. Debe también ubicar el accidente en el tiempo, es decir, precisar hora y fecha de lo ocurrido. Finalmente, el informe debe ser una crónica de los hechos, resaltando en forma clara y concisa de como ocurrió el accidente y qué participación tuvieron todas y cada una de las personas, el o los vehículos y el camino.

Estos datos permiten al policía de tránsito formarse un juicio sobre el terreno de los hechos, que le permite asentar la CAUSA APARENTE y también la violación que se haya hecho del reglamento.

Los informes de accidentes en forma escrita ( siguiendo un patrón ), existen en muchos países, habiéndose obtenido ya valiosa experiencia. Generalmente forman cuadernos con la información recabada en cada accidente.

#### 5.4.3.4. Características de los Accidentes de Tránsito

Para dar una idea de la magnitud del problema de los accidentes de tránsito no basta expresar su número total ni la cantidad de víctimas que producen, sino relacionar esos datos con los factores que pueden producir esos accidentes. Todo esto dio lugar a la creación de distintos índices de accidentes que sirven para comparar su gravedad en lugares distintos durante el mismo período de tiempo.

Los índices que se presentan a continuación pueden ser aplicados por la Policía Nacional dentro de su Departamento de Tránsito y el Cuerpo de Bomberos de cualquier ciudad.

Los datos que sean recabados por éstos deben ser aplicados a los índices procediendo a compararlo dentro de tramos de caminos o ciudades, estableciendo las rutas, cruces y vías de mayor peligro.

- **Índice de accidentes, basado en la población:** es la relación que existe entre el número de accidentes que ocurre en una ciudad, región o país y el número de habitantes de la unidad geográfica considerada, expresado en centenares de millares:

$$\text{Índice} = \frac{\text{No. de Accidentes} * 100,000}{\text{No. de Habitantes}}$$

Este índice es solamente útil para comparar los accidentes de tránsito en unidades geográficas con nivel socioeconómico semejante; pues se funda en el número de personas expuestas a los accidentes y no tiene en cuenta los vehículos que son los agentes provocadores de esos accidentes y cuyo número varía con las diferencias sociales y económicas.

- **Índice de accidentes, basado en el número de vehículos:** es una relación semejante a la anterior, pero en vez de usar la población, emplea el número de vehículos registrados en la unidad geográfica considerada, expresado en decenas de millares como puede verse a continuación:

$$\text{Índice} = \frac{\text{No. de Accidentes} * 10,000}{\text{No. de Vehículos Registrados}}$$

Este índice se relaciona con el agente provocador de los accidentes ( el vehículo ) y sirve por lo tanto, para comparar unidades geográficas de distintos niveles socioeconómicos.

- **Índice de accidentes, basado en el tránsito:** es quizás la medida más exacta de la magnitud del problema de los accidentes. Es la relación entre el número de accidentes en una unidad geográfica y el tránsito en esa unidad expresado en centenares de millones de vehículos-kilómetros. Es decir:

$$\text{Índice} = \frac{\text{No. de Vehículos-Kilómetros}}{\text{No. de Accidentes} * 100,000,000}$$

Este índice se puede emplear también para comparar los accidentes que ocurren en unidades geográficas de distinto nivel socioeconómico y se funda en la magnitud total de las corrientes vehiculares donde tienen lugar los accidentes.

En ciudades donde es imposible averiguar los vehículos-kilómetros de tránsito, es posible calcular este dato, multiplicando el consumo total de combustible por el rendimiento promedio de los vehículos, o bien por la suma de los productos de volúmenes de tránsito registrados por el largo de las secciones respectivas de vías donde se registraron esos volúmenes.

#### **5.4.4. Regulación de carga y descarga**

En la ciudad, la circulación de vehículos comerciales y especialmente la carga y descarga de mercancías, que muchas veces ni siquiera se hace desde el bordillo, ocupado casi permanentemente por vehículos estacionados, molesta y dificulta al tráfico.

Puesto que ambas actividades de circulación de carga y descarga de mercancías son imprescindibles y ambas han de utilizar la vía pública, la regulación ha de hacerse repartiendo equitativamente las posibilidades existentes.

Por un lado repartiéndolas en el tiempo. La carga y descarga hasta cierto punto es más flexible que el resto de la circulación y por ello ha de tenderse a que se realice en las horas de menor tráfico. Por otra parte, ciertas operaciones de carga y descarga, que no pueden limitarse en el tiempo, han de tener espacios reservados en la vía pública.

##### **5.4.4.1 Aplicabilidad**

Los conductores normalmente consideran que las dificultades creadas a la circulación por la carga y descarga de mercancías son un problema de fácil solución, que depende fundamentalmente de una vigilancia suficiente y de una actitud decidida a la Autoridad. Sin embargo, los responsables de la circulación en todas las ciudades encuentran grandes dificultades en la reglamentación de la carga y descarga y las normas restrictivas suelen vulnerarse con excesiva frecuencia.

##### **5.4.4.2. Criterios**

La complejidad del problema obliga a considerar aspectos muy distintos, sobre los que pueden actuarse, aunque de forma limitada, para reducir las dificultades al mínimo; dimensiones y forma de los vehículos, medios auxiliares para facilitar las operaciones,

instalaciones de infraestructura, como estaciones de mercancías y facilidades para estas operaciones en el interior de los edificios, y la de mayor importancia, la educación de los conductores.

A medida que las ciudades se van equipando mejor, se reducen los problemas de carga y descarga, ya que la industria y el comercio están dotados de instalaciones más adecuadas y se organiza el trabajo de modo que, en su propio beneficio, las interferencias con el resto de la circulación se reducen en lo posible.

## **5.5. Tecnológica**

### **5.5.1. Motores alternos**

Los motores alternos convencionales son: el motor Otto de gasolina y el motor Diesel. No se espera ninguna reducción significativa en la contaminación causada por los vehículos automotores en los próximos años debido a la introducción de motores no convencionales. A mediano plazo hay más esperanzas con los motores de vapor y las turbinas de gas. Es posible que posteriormente el automóvil eléctrico sea más atractivo.

La turbina de gas puede usar un gran número de combustibles y es bien conocida en el desarrollo de automóviles, pero en los próximos años será económicamente factible solamente en vehículos pesados, donde su alto costo inicial puede ser aceptado. La clave está en el desarrollo de materiales de cerámica.

El desarrollo de motores de vapor en masa está más retrasado. Problema de tamaño, peso y poca potencia se suman, entre otros, al de lubricación a altas temperaturas y se requerirán varios años de desarrollo antes de que puedan ser considerados como una alternativa seria.

Los automóviles eléctricos no parece que se vayan a poder producir a un costo aceptable, excepto aquellos dedicados a tareas especiales en distancias cortas, tales como carros de golf o montacargas. El problema principal sigue siendo el tamaño, el costo y la duración de las baterías.

Los motores solares también tienen que usar baterías de almacenamiento para los días nublados y hasta ahora la potencia que desarrollan es demasiado limitada.



## **6: COMBUSTIBLES Y CONTAMINANTES**

### **6.1. Los combustibles**

#### **6.1.1. El petróleo**

El petróleo en su estado natural, llamado también “aceite crudo”, es un líquido espeso y negro formado en cavidades subterráneas a lo largo de millones de años por los restos de plantas y animales sujetos a grandes presiones por las capas de tierra. Es de esta forma que el petróleo crudo se constituye de una mezcla de agua con fango y arena, hidrocarburos, gas, azufre, nitrógeno, compuestos oxidados y trazas de compuestos metálicos. Aunque la cantidad de azufre y otros adulterantes varía según la localización de los pozos de petróleo, la distribución es típicamente la siguiente:

- 83% - 87% Carbón;
- 11% - 14% Hidrocarburos;
- menos del 5% de Azufre;
- menos del 1% de Nitrógeno;
- menos del 1% de Oxígeno;
- 0.001% - 0.050% de Compuestos Metálicos.

#### **6.1.2. Los hidrocarburos**

Un hidrocarburo es un compuesto orgánico cuya estructura química está formada de carbono e hidrógeno.

El hidrógeno ( H ) es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es el elemento más ligero y arde con llama incolora muy caliente. Las mezclas de hidrógeno y oxígeno o de hidrógeno y aire, al inflamarse arden de modo explosivo, como el gas detonante que se produce en la carga de baterías de plomo.

El carbono ( C ) es un componente esencial de los carbones naturales (hulla, lignito). Estos han sido formados por la descomposición de las plantas bajo la acción del calor y presión en ausencia de aire. Contienen además de carbono, principalmente hidrógeno. El carbono puro se presenta en la naturaleza en las formas cristalográficas de grafito y diamante. El grafito es gris, blando, brillante y tiene tacto grasoso. Es difícil de fundir, conduce la electricidad y el calor y tiene buenas propiedades de deslizamiento. El hollín ( humo negro ) es un grafito de cristales muy finos; se presenta en los casos de combustión incompleta de combustibles y carburantes. El carbón vegetal, el carbón de huesos de animales y también el carbón activo ( carbón vegetal o de huesos tratado con vapor de agua o cloruro de zinc) son capaces de absorber y detener gases y se emplean por lo tanto como sustancias filtrante. Por ejemplo, el carbón activo de las caretas antigases.

### 6.1.3. Producción de los combustibles

Los combustibles no se obtienen solamente del petróleo bruto, sino del carbón o de otros materiales orgánicos, así como de gases que se encuentran en la tierra.

En el petróleo crudo se encuentran muchos elementos que actúan desfavorablemente en el proceso de combustión y deben de ser eliminados.

Por el otro lado, los alcanos normales que forman el grueso de muchos petróleos crudos no tienen características adecuadas para usarse como gasolina. Muchos de ellos hierven a temperaturas muy superiores a la gama deseada y al igual que los cicloalcanos, tienen bajo número de octano. Únicamente los aromáticos, que a menudo solamente constituyen un 10% del crudo, y la pequeña proporción de isoalcanos muy ramificados que se encuentran en el crudo poseen un alto número de octano. Es por esto que el refinador tiene que ayudar a la naturaleza por medio de diferentes procedimientos, los cuales se explican a continuación.

**1. Destilación:** en la destilación, el petróleo es fraccionado en varios grupos de hidrocarburos. El petróleo se calienta en un calentador sin entradas de aire y luego es conducido a una columna de destilación. Allí se vaporiza la mayor parte y los compuestos que siguen en estado líquido se reúnen en el fondo de la torre.

Los componentes evaporados del aceite crudo se separan mediante enfriamiento, agrupándolos según sus puntos de ebullición a diferentes alturas donde pueden así ser recogidos en pisos separados unos de otros.

De esta manera en la parte superior de la columna se recogen gases compuestos ( propano, butano, etc. ), y en orden descendente se recogen gasolinas ligeras, gasolinas pesadas, queroseno ( aceite parafinado ), gasoil ligero ( combustible diesel ), gasoil pesado y en el fondo se recoge aceite residual ( crudo recocido ).

El aceite residual se destila posteriormente a una presión menor que la atmosférica por medio de un proceso llamado Piroescisión Catalítica y de allí se obtiene la materia básica usada para producir varios lubricantes.

La gasolina ligera que se obtiene de la destilación tiene un número de octano relativamente alto. El componente sulfurado se quita por medio de refinado y luego se le añaden aditivos. A la gasolina pesada, con un valor menor de octanos, se le quita el componente sulfurado por el refinado y se le añade un reformado catalítico para aumentar el valor en octanos antes de añadirse aditivos.

**2. Reformado:** consiste en la reformación catalítica de los alcanos en isoalcanos con moléculas ramificadas, y de los cicloalcanos en aromáticos.

Esto se logra sometiendo la gasolina pesada a altas temperaturas y presiones, expuesta a un catalizador junto con grandes cantidades de hidrógeno. En el proceso la

gasolina es liberada del azufre. Cuando se usa platino como catalizador al proceso se le llama "Platforming". También se usa para estos fines el cobalto y el molibdeno.

La reformación catalítica es el proceso más importante para la producción de gasolina. Una gasolina "superior" de verano típica contiene alrededor de 70% de reformado.

**3. Craqueo catalítico o "cracking":** la importancia de este proceso radica en que convierte los alcanos en alquenos, con lo que se aumenta el rendimiento de la gasolina.

Se entiende por craqueo la desintegración de hidrocarburos por medio del calor en presencia de un catalizador, rompiendo las grandes moléculas de aceite residual con un alto punto de ebullición y transformándolas en moléculas más pequeñas. Se logra a alta temperatura con alta presión o a presión normal bajo el efecto de un catalizador.

De esta manera se forman olefinas no saturadas y moléculas ramificadas con alto número de octano. El proceso se realiza en una planta "Cat-craker".

**4. Hidrocraqueo:** en una unidad "hydrocraker" se obtiene gasolina hidrocraqueada, rompiendo las moléculas grandes pero a la vez agregando hidrógeno. El producto resultante contiene principales alcanos de bajo número de octano que no son adecuados directamente para la gasolina, pero constituyen una buena alimentación para la reforma catalítica.

**5. Hidrogenación:** consiste en la adición de átomos de hidrógeno a olefinas no saturadas, para formar isoparafinas resistentes al autoencendido. El proceso se realiza mediante el desdoblamiento de moléculas y la simultánea adición de hidrógeno producido separadamente, a alta presión y en presencia de catalizadores.

**6. Polimerización:** los hidrocarburos gaseosos formados en el craqueo y en el reformado se unen mediante catalizadores para formar macromoléculas (principalmente isoparafinas). Si se transforman alcanos de cadena lineal en ramificados, a este proceso se llama isomerización.

**7. Alquilación:** los isoalcanos de molécula pequeña como el isobutano, obtenidos de destilación primaria, se unen con los alquenos de molécula pequeña como el buteno, obtenido en el "Cat-cracker", para producir componentes de alto número de octano.

**8. Coquificación:** de la coquificación de la hulla o carbón de piedra sale otro combustible importante el cual es calentado en cámaras especiales sin oxígeno. Mientras que por la acción del hidrógeno, el carbón se transforma en coque, de esta manera se forman gases, bencenos y brea, ricos en hidrógeno, así como el coque, pobre en hidrógeno.

Los gases pueden convertirse en combustibles líquidos mediante la hidrogenación o polimerización. Los benzoles mediante la refinación por presión y la brea por destilación o hidrogenación. El bencol es agregado frecuentemente a la gasolina.

La fórmula típica de una gasolina es  $C_8H_{15}$ . Se ha presentado una variedad de métodos para obtener gasolinas bastante resistentes al autoencendido, las cuales deben de ser tratadas posteriormente mediante refinación. Los restos gaseosos, el azufre y soluciones de resinas son separados de la gasolina, a la cual se le añaden diferentes aditivos para eliminar la tendencia a formar sedimentos, al cambio de color, a la formación de hielo, a la detonación y a la corrosión.

Existen otros combustibles con características antidetonantes. El gas butano, a menudo se vende como LPG o " liquified petroleum gas ", que significa gas licuado de petróleo. Tiene alto número de octano y puede utilizarse directamente como combustible de automóviles. También se disuelve en otras componentes de la gasolina y proporciona volatilidad para el arranque en frío. Los mejoradores del número de octano, o bien como extendedores de la gasolina. Estos son ciertos alcoholes y éteres que contienen carbono, hidrógeno, y generalmente un átomo de oxígeno.

#### 6.1.4. Características de la gasolina

Las gasolinas para vehículos automotores son esencialmente mezclas de hidrocarburos derivados del petróleo, a las cuales se les añade ciertos aditivos que les dan características específicas. Entre los aspectos cualitativos más importantes de las gasolinas, están la combustibilidad, la volatilidad, y el rendimiento estable de oxidación y detergencia.

**1. Combustibilidad:** en el mercado las gasolinas se clasifican en base al número de octanos. El octanaje es una forma de medir la capacidad de la gasolina a resistir la detonación o golpeteo, que se manifiesta como lo que en nuestro medio llamamos " cascabeleo ", va acompañado de preingición sin control y altas temperaturas en la cámara de combustión, y puede dañar seriamente la cabeza de los pistones y eventualmente otras piezas. Además causa disminución en la potencia del motor y aumento en el consumo de combustible.

La detonación ocurre cuando se enciende espontáneamente la gasolina ( autoencendido ) en algún lugar distinto de la cámara de combustión antes de que la bujía suelte la chispa. Esto hace que la mezcla aire-combustible se queme demasiado rápido, causando una subida súbita de presión dentro de la cámara de combustión. Esto, a su vez, genera una onda de choque que se transmite hacia afuera, en donde la detonación es audible. De manera que necesitamos de una gasolina cuya combustión dure más tiempo ( de alto octanaje ) para evitar la detonación. La gasolina " regular " tiene una combustión más espontánea que la " superior ". La combustión es también más rápida mientras más cercano al nivel del mar se produzca, debido a la mayor presencia de oxígeno.

Aumentar la relación de compresión es el método más efectivo de mejorar la eficiencia termal de un motor. Los motores de alta compresión tienen mejor rendimiento, tanto en potencia como en economía de combustible. Mientras mayor es la compresión del motor mayores son los requerimientos de octanaje. Si no se contara con gasolina de alto octanaje, solamente se podría usar motores de baja compresión, los cuales son menos eficientes.

El número de octanos se determinan en el laboratorio por varios métodos estandarizados usando un motor de prueba de un cilindro especialmente diseñado para este propósito, y luego comparando la cantidad de detonación producida con una gasolina de referencia cuyas características como antidetonante son ya conocidas.

Las gasolinas de referencia están hechas mezclando en varias proporciones al iso-octano, un hidrocarburo al que se le ha asignado un número de 100 octanos y al heptano-n ( heptano-normal ), que tiene un número de 0 octanos. Por ejemplo, si cierta gasolina tiene características antidetonante iguales a una gasolina de referencia que está hecha con un 90% de iso-octano y 10% de heptano-o, se le asigna un número de 90 octanos.

El llamado RON o " Research Octane Number ", que significa número de octanos por investigaciones, se determina con el acelerador a fondo a baja velocidad, y es generalmente entre 6 y 12 unidades mayor que el número de octano del motor.

El método llamado MON o " Motor Octane Number ", que significa número de octano del motor, se determina con el acelerador a fondo en alta velocidad y con el acelerador a media carrera tanto en baja como en alta velocidad.

Finalmente, el " Road Octane Number ", que significa número de octano en carretera, se determina usando un procedimiento estandarizado en un vehículo propiamente, con un número de octanos generalmente situado en el promedio de los dos métodos anteriores:

$$\text{No. Octano en Carreteras} = \frac{\text{No. oct. por inv.} + \text{No. oct. motor}}{2}$$

En base al número de octanos, las gasolinas en Guatemala han sido clasificadas en dos grados: " regular " y " superior ".

La " regular " tiene 87 octanos y la " superior " tiene 95, medidos con el método RON. En los Estados Unidos donde solamente se utiliza gasolina sin plomo, se distribuye gasolina con tres valores de octano diferentes: 87, 89 y 92, medidos con el método ( (RON + MON) / 2 ). La gasolina " superior " distribuida en Guatemala con un valor de 95 RON equivale a la de 89 octanos (( RON + MON ) / 2 ) distribuida en los Estados Unidos. O sea que nuestra gasolina " superior " tiene un octanaje equivalente al de la gasolina intermedia de los Estados Unidos.

**2. Volatilidad:** la gasolina tiene que ser capaz de evaporarse fácilmente para lograr la debida mezcla de aire/combustible, aún cuando se arranque el motor en frío. O sea que se requiere alta volatilidad para un buen arranque, pero al mismo tiempo se requiere baja volatilidad para evitar otros problemas.

Si la gasolina es muy volátil puede tener la tendencia a causar congelación dentro del carburador a bajas temperaturas y obstrucciones de vapor en el sistema de combustible a altas temperaturas. Pero la volatilidad es necesaria en el momento de arranque en frío. Para elevarla se aumenta la cantidad de gasolina en la mezcla por medio de un estrangulador que se usa solamente durante el período de calentamiento.

La capacidad de gasificación de un carburante se mide por su presión de vapor a una temperatura dada adentro de un recipiente. La medida se denomina RVP o " Reid Vapor Pessure ", que significa presión de vapor Reid o método Reid.

Para conseguir el balance debido, la volatilidad de la gasolina debe ser aumentada o disminuida según la temperatura ambiente del lugar donde se use.

La volatilidad puede ser cambiada en la formulación de la gasolina, lo cual generalmente se hace añadiéndole butano.

De acuerdo a la presión de vapor, la ASTM ( American Society for Testing an Materials ) clasifica las gasolinas de la siguiente forma:

RPV ( PRESIONES )	TIPO
9.0	A
10.0	B
11.5	C
13.5	D
15.0	E

En Guatemala, usamos durante todo el año gasolina de tipo B, con un valor RVP de 10. En Estados Unidos, el RVP es diferente para cada región y es cambiado durante el invierno. El RVP usado en el área del Golfo coincide con el de Guatemala, solamente durante cuatro o cinco meses del año, lo que obliga a comprar la gasolina bajo pedido especial o de diferentes proveedores.

**3. Estabilidad de oxidación y rendimiento de detergencia:** al almacenarse la gasolina, el oxígeno disuelto en ella hace que se oxide ( ésto es, que el oxígeno se combine con la gasolina ), formando con ello un sedimento de goma no volatilizable y ácidos corrosivos. Si este sedimento alcanza a depositarse en componentes del sistema de combustible, puede obstruir los conductos afectando la operación del motor. Es por ésto que se añaden aditivos antioxidantes, deactivadores metálicos y dispersadores de detergente a la gasolina, para evitar el deterioro durante el almacenaje.

## 6.2. Los contaminantes

El problema de la contaminación atmosférica nos afecta a todos, sin embargo, no se ha llegado a establecer definitivamente el alcance de la consecuencia de dicha contaminación.

Los gases constituyen un subproducto del automóvil. Los gases son emitidos fundamentalmente por los tubos de escape de los motores y contiene, entre otras sustancias, monóxido de carbono, partículas de combustible no consumidas, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, y polvo de carbón, etc. El monóxido de carbono es tóxico y el polvo de carbón pueden activar como catalizador de compuestos cancerígenos, como ya se explicó con anterioridad. En tiempo soleado los gases pueden activar como irritadores de la garganta y de los ojos.

### 6.2.1. La atmósfera

La atmósfera de la tierra, a la cual comúnmente llamamos aire, está formada principalmente por dos gases: oxígeno ( $O_2$ ) que ocupa el 21% en volumen de la atmósfera, y nitrógeno ( $N_2$ ) que ocupa el 78%. Del 1% restante, el 0.95% está formado por pequeñas cantidades de gases nobles, principalmente argón, helio, neón, criptón, xenón y radón, los cuales no representan tendencia a formar combinaciones químicas. Finalmente, el 0.05% restante está compuesto por muchas sustancias indeseables creadas por el hombre denominadas "contaminantes del aire", los cuales están presentes principalmente en las ciudades o zonas industriales.

### 6.2.2. La combustión

El oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es la única sustancia que hace posible la combustión y la respiración. El hombre necesita, según su ritmo de vida, entre 8.5 y 30 litros de aire por minuto.

Si se combina una sustancia con oxígeno, el proceso recibe el nombre de oxidación y la combinación obtenida recibe el nombre de óxido. En toda oxidación se libera también calor. Cuanto más rápidamente se desarrolla la oxidación tanto más elevadas son las temperaturas que alcanzan. Una oxidación muy rápida, con fuerte desarrollo de luz y calor, recibe el nombre de combustión.

Podemos así definir la combustión como la rápida combinación de oxígeno con otras sustancias, principalmente carbón y la consecuente liberación de energía. La química del proceso de combustión es extremadamente compleja y a la fecha no ha sido comprendida en su totalidad.

### **6.2.3. Contaminantes producidos por los motores de combustión interna**

El uso de los recursos naturales implica transformaciones en el medio ambiente que no solamente afectan la ecología sino que tienen consecuencias dañinas para la salud. Entre los procesos usados por el hombre, el uso de combustibles fósiles es el mayor generador de contaminación, siendo el sector transporte uno de los principales responsables por este fenómeno.

Los principales contaminantes derivados de la combustión en un motor de gasolina son los siguientes: Hidrocarburos no quemados, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Plomo. Hay otros contaminantes pero de menor importancia en lo que respecta a sus efectos dañinos en la salud del hombre. Todos estos contaminantes pueden dividirse en cuatro grandes grupos: Productos de la Combustión Completa, Productos de la Combustión Incompleta, Productos Secundarios de la Combustión y Oxidantes.

#### **1. Productos de la combustión completa:**

La combustión perfecta de un combustible de hidrocarburo puro con la correcta cantidad de oxígeno produce solamente agua (  $H_2O$  ) y de dióxido de carbono (  $CO_2$  ). Este es un gas incoloro, inodoro e insípido, algo más pesado que el aire. No es venenoso, se deposita en el suelo de pozos y bodegas y desplaza al aire. Imposibilita la respiración y apaga la llama.

Al dióxido de carbono o anhídrido carbónico se le llama también aunque erróneamente, ácido carbónico. Se produce en la respiración y en la fermentación alcohólica. También es uno de los componentes de los gases de escape de los motores de combustión interna, y se disuelve en agua produciendo ácido carbónico.

#### **2. Productos de la combustión incompleta:**

El proceso de la combustión casi nunca es completo y las sustancias que en él participan casi nunca son puras, lo cual incrementa los efectos de la contaminación. Si la cantidad de oxígenos es menor que la necesaria, parte de la gasolina escapará al proceso de oxidación en forma parcial o total y habrá monóxido de carbono e hidrocarburos entre los productos de la combustión, así como otros productos resultantes.

El monóxido de carbono (  $CO$  ), es un gas incoloro e inodoro. Es muy venenoso y también peligroso ya que constituye una gran proporción del total de las sustancias nocivas de los gases de escape.

Los hidrocarburos no quemados (  $HC$  ) están constituidos por diferentes combinaciones de hidrógeno y carbono. Fomentan el cáncer y son causa de mal olor de los gases de escape.

#### **3. Productos secundarios de la combustión:**

El aire que normalmente provee el oxígeno para la combustión también provee nitrógeno, del cual una pequeña cantidad reacciona con el oxígeno para formar diferentes



óxidos de nitrógeno. Se les llama así a diferentes compuestos moleculares formados por nitrógeno ( N<sub>2</sub> ) y oxígeno ( O<sub>2</sub> ), tales como NO, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc. Se les llama óxidos de nitrógeno u óxido azoicos, y por conveniencia son expresados como NO<sub>x</sub>. Mientras más alta es la temperatura en la cámara de combustión mayor será la formación de óxidos de nitrógeno.

El dióxido de nitrógeno ( NO<sub>2</sub> ) de color pardo o rojizo constituye un veneno activo y en concentraciones superiores a 50 ppm produce fuerte irritación en los órganos respiratorios. Es una de las causas de la lluvia ácida.

El azufre también forma parte de los carburantes como componente del petróleo. Al quemarlo en el motor se produce un gas de olor picante llamado dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso ( SO<sub>2</sub> ), que se disuelve en agua y de ácido sulfuroso ( H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ). Esto provoca corrosión y lluvia ácida, aunque en las concentraciones en que se encuentra en los gases de escape no puede considerarse como veneno activo o nocivo para el ser humano.

Finalmente, se tiene el plomo ( Pb ). Este es un metal blando y maleable, muy pesado, de color gris opaco. Su número atómico es 82 y su peso atómico 207.21. De él se obtienen el tetraetilo y tetrametilo de plomo que se añade a la gasolina como antidetonantes. Al ser quemados en el motor producen óxidos de plomo y haluros de plomo, sustancias altamente tóxicas para el ser humano.

#### **4. Oxidantes ( “ Smog Fotoquímico ” ):**

Cuando los hidrocarburos no quemados y principalmente los óxidos de nitrógeno se concentran en la atmósfera y chocan con los rayos del sol, ocurre una reacción fotoquímica que produce compuestos químicos llamados oxidantes, tales como el ozono ( O<sub>3</sub> ), peróxidos orgánicos, y nitratos de peróxiacilo. El resultante es una niebla espesa con humo; el fenómeno es conocido como “ smog “ fotoquímico, el cual es cancerígeno e irrita los órganos respiratorios.

## **7: LOS COMBUSTIBLES ALTERNOS**

Los combustibles alternos son un tema de moda como una posible solución ambiental y a una eventual escasez de los combustibles convencionales. Muchos investigadores han vuelto los ojos a estos combustibles. Mientras más se investiga sobre ellos, es más evidente la cantidad de cosas que desconocemos de los mismos. El precio es por supuesto uno de los factores más importantes, pero también se debe de considerar otros factores tales como la composición química de las emisiones de gases, los métodos de producción, la comercialización, el tipo de recipiente a usarse, el rendimiento por galón, etc.

En la actualidad los combustibles alternos más comunes son el gas natural, el gas propano y el metanol. El propano ( LPG - Liquefied Petroleum Gas ) es el más popular para uso automotriz y en la actualidad existen aproximadamente 4 millones de vehículos que lo usan. Le sigue el gas natural comprimido ( CNG - Compressed Natural Gas ) y por último el metanol.

En Guatemala la producción bruta de gas natural es muy baja, comparada con la producción de otros países, principalmente los de América del Sur; debido a que sus niveles exploratorios de reserva están relativamente muy por debajo de los niveles de reserva de producción mundial.

En el período de 1,958 a 1,995 se han explorado aproximadamente 100 pozos a cargo de varias compañías, sobresaliendo entre otras: Shell Exploration, Texaco, Monsanto, Shenandoah, Elf Aquitaine, Hispanoil y Basic Resources. De esa cuenta, la producción de Gas Natural en el período ( 1,985 - 1,990 ) ha mantenido un comportamiento inconstante. Para 1,990 decreció a 8,536.2 en relación a 12,393.5 miles de metros cúbicos producidos en 1,985, representando una variación de -31.0%. Sin embargo, para el año de 1,994 su producción alcanzó 8,289.88 miles de metros cúbicos, en tanto que para 1,995 solamente alcanzó 7,006.06 miles de metros cúbicos.

Es de hacer notar que el gas natural que se produce a nivel nacional es una mezcla de hidrocarburos, incluye el gas natural libre y el gas asociado; en el caso del primero, es la mezcla gaseosa de hidrocarburos constituida principalmente por el metano obtenido de los campos del gas, mientras que el segundo es la mezcla gaseosa de hidrocarburos que se produce asociada con el petróleo crudo.

### **GAS NATURAL:**

El gas natural como su nombre lo dice, se encuentra en esta forma adentro de la tierra. Su componente principal es el metano por lo que también se le llama así. No solamente es un combustible en sí, sino que es la fuente de la mayor parte del propano y materia prima para elaborar metanol. La mayor parte del propano es un subproducto del

gas natural, aunque también puede obtenerse del petróleo. El metanol se fabrica a partir del gas natural.

El gas natural permanece en forma gaseosa aún comprimiendo a presiones de 3,000 PSI, mientras que el propano se licúa a presiones de solamente 128 psi a 80 grados Fahrenheit. Un regulador lo convierte nuevamente en gas antes de meterlo al motor. El metanol es líquido como la gasolina.

Otra propiedad del gas natural es el poder o potencia calorífica, que es la energía liberada por unidad de peso o de volumen de combustible.

#### **Ventajas del gas natural:**

Los volúmenes de gas utilizados en la actualidad, así como las reservas probadas, garantizan la disponibilidad de esta fuente de energía por un período de tiempo aceptable; aparte de ser elemento alternativo del petróleo, en las ventajas del gas natural se observa:

- No contamina;
- Alto rendimiento energético;
- Fácil utilización.

Con estas características, el gas natural entra en competencia prácticamente con muchas de las fuentes energéticas actuales. Además, este gas puede utilizarse como materia prima para síntesis química.

#### **Consideraciones ambientales:**

El gas natural es el más limpio de los hidrocarburos, emite una menor cantidad de contaminantes que el carbón y el petróleo:

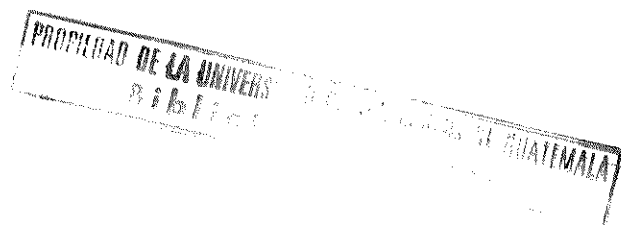
T.P.E. *	Ton ( Carbón )
Carbón	1,05
Petróleo	0,82
Gas Natural	0,63

\* T.P.E.: Toneladas de Petróleo Equivalente.

FUENTE: Shawakat, M. Energy taxes, drawbacks and proposed alternatives. IPCE Workshop. OPEC Viena, 1,995.

Es necesario, sin embargo, tener en cuenta que existen algunos yacimientos de gas natural que están impregnados de contaminantes como el azufre, tal es el caso, por ejemplo, del gas amargo, asociado a la producción del crudo en Varadero, Cuba.

Por otro lado, aún dentro de un mismo país o región, las características físico-químicas del gas natural puede variar notablemente.



### **Precios del gas natural:**

Los precios del gas natural en los mercados internacionales se encuentran regionalizados, sin que se pueda verificar una marcada correlación estadística entre los valores establecidos por las diferentes fuentes de suministro. Tampoco se evidencia una correlación estadística significativa entre el precio internacional del gas natural y el precio del petróleo crudo. Por otro lado, debido a que los clientes solamente pueden ser abastecidos a través de una red de gasoductos, quedan cautivos de sus proveedores. Los Estados Unidos ha conseguido importar el producto a precios más bajos que los pagados por los países europeos, en tanto que el Japón ha venido pagando los más altos precios.

Lo anterior demuestra que los consumidores de Estados Unidos se han beneficiado de un precio bajo para el gas natural, lo cual ( según analistas ) ha afectado la industria gasífera de ese país.

### **Uso del gas natural dentro del sector transporte:**

Si los motores fueran modificados para el uso de estos combustibles de manera que se pudiera obtener su máximo rendimiento, los mejores equipos de propano podrían proporcionar la misma potencia que la gasolina, los de gas natural tendrían una merma de un 10% y los de metanol un incremento de un 10%. Si los motores no se modifican, como es el caso de las conversiones para gas y gasolina, tanto el consumo como la potencia se verán afectados adversamente.

En el caso del gas natural y del propano existen conversiones en el mercado para su uso como combustible, aunque por su poca disponibilidad se usan alternamente con gasolina, lo que limita la posibilidad de modificar el motor para aprovechar el alto octanaje que proporcionan estos gases. El metanol no se puede usar en un vehículo normal más que como aditivo y actualmente no existe conversiones en el mercado.

## CONCLUSIONES

1. El crecimiento anual de habitantes en la ciudad capital asciende al 4%, mientras que el vehicular al 15% lo que estima una sobrepoblación de vehículos en circulación, que debido a la combustión incompleta provocan la contaminación ambiental, por medio de las emisiones de gases.
2. El tráfico de vehículos automotores en la ciudad capital es provocado por la falta de educación vial, mal estado en las vías de circulación y sobrepoblación vehicular; lo cual constituye del total de los contaminantes, los producidos por el uso de combustibles son: un 50% emisiones de hidrocarburos ( HC ), un 90% monóxido de carbono ( CO ), un 40% óxidos de nitrógeno ( NOx ).
3. La campaña contra el humo negro no ha tenido el éxito esperado en la preservación de el aire limpio, debido a que las autoridades involucradas en el tema del medio ambiente carecen de una estrategia adecuada de divulgación, lo cual ha impedido que las personas de la ciudad capital conozcan y presten la importancia a la emisión de gases provocados por sus vehículos y la manera que éstos afectan el medio ambiente.
4. Se determinó que el uso de un convertidor catalítico en motores de combustión interna puede llegar hasta 200,000 kilómetros de recorrido, ya sea en un vehículo rodado o uno importado directamente por la agencia; permitiendo de esta manera mantener el motor controlado y evitar el crecimiento de la contaminación ambiental, el cual es provocado por la combustión incompleta de los vehículos.
5. De acuerdo con el monitoreo realizado en los diferentes puntos de la ciudad capital, se determinó que el Ozono ( O<sub>3</sub> ) emitido por los escapes de vehículos de combustión interna, se encuentra entre los rangos permisibles, ya que la normativa establece un límite máximo de 150 µg/m<sup>3</sup>, para períodos de una hora y de los cuales los más altos fueron: La Avenida Bolívar, Las Calzadas Raúl Aguilar Batres y San Juan con un promedio de 90 µg/m<sup>3</sup>, no sobrepasando éstos el límite permisible.
6. Según el monitoreo realizado, existe una elevada contaminación por Monóxido de Carbono ( CO ) en las estaciones de la Avenida de Petapa y Avenida Bolívar las cuales han llegado a ser hasta de 12 partículas por millón en algunas mediciones, sobrepasando el máximo permisible de 9 partículas por millón en períodos de 8 horas.

7. Se determinó que el dióxido de nitrógeno emitido por el escape de los vehículos de combustión interna en la ciudad de Guatemala no contamina la atmósfera, debido a que la normativa permisible es de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio anual, y dicho contaminante se mantuvo con un promedio de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las estaciones de monitoreo.

8. Según las estadísticas del control de emanaciones de gases por escapes de vehículos de combustión interna se determinó, que el nivel de contaminación para la ciudad capital es rescatable, debido a que los contaminantes presentes en la atmósfera están dentro del rango permisible.

## RECOMENDACIONES

1. Para los vehículos "rodados", si se desea recuperar el consumo normal de combustible se recomienda a los usuarios de los mismos, así como a los mecánicos automotrices, cambiar el sensores de oxígeno. Si se desea recuperar la función puramente ambiental del catalizador habrá que cambiarlo, aunque antes será necesario verificar la condición del resto de los controles de emisiones.
2. Siguiendo con los vehículos "rodados", se le recomienda a los usuarios, no desconectar el catalizador, debido a que al desconectarlo estará contaminando en un mayor porcentaje el medio ambiente si se compara este porcentaje de contaminación al tener el catalizador en funcionamiento.
3. Se debe de establecer un programa de revisiones periódicas de emanación de gases de vehículos automotores para verificar que estén en condiciones de seguir operando correctamente sin dañar al medio ambiente.
4. Se hace un llamado a la Comisión Nacional del Medio Ambiente ( CONAMA ) para que autorice a talleres automotrices efectuar la revisión de la emanación de gases, logrando así disminuir el porcentaje de contaminantes en el ambiente.
5. Se recomienda a las entidades encargadas de la preservación del medio ambiente, elaborar un plan alternativo de transporte adecuado para el uso de la bicicleta y triciclo que solucione dos problemas que atacan al tráfico y el otro la contaminación por los gases emitidos por motores de combustión interna.
6. Se hace un llamado a las autoridades municipales encargadas de la supervisión de la construcción de industrias, el obligar a las mismas, a construir un área de carga y descarga tanto para el producto como para la materia prima utilizada por dicha industria; evitando así la obstrucción del paso vehicular.
7. Es imprescindible que todas las entidades que se encargan del Control de Contaminación del Medio Ambiente posean un Departamento que se encargue específicamente de la divulgación de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Box C, Paul y Oppenlander Joseph C. **Manual de estudios de ingeniería de tránsito.** 4 to Edición; México: Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., 1985.
2. Estrada Barrera, Celvin Enrique. **La red vial y el desarrollo urbano en Guatemala.** Tesis Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 1985.
3. Godoy Arriaza, Francisco Javier. **Consideraciones sobre metodología para la ordenanza del tránsito en la ciudad de Guatemala.** Tesis Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 1968.
4. Hay, William W. **Ingeniería de transporte.** México: Editorial Limusa. 1980.
5. Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas. Dirección General de Caminos INFICA. **Guía kilométrica de rutas nacionales de la República de Guatemala.** Guatemala: noviembre 1995.
6. Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas. Dirección General de Caminos INFICA. **Guía kilométrica carreteras centroamericanas tipo de rodadura asfalto y terracería.** Guatemala, 1994.
7. Murillo Delgado, Enrique. **Caminos vecinales para Guatemala.** Tesis Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería USAC. Guatemala, 1958.
8. Toledo Ordoñez, Julio. **La gasolina sin plomo el medio ambiente y la economía.** Guatemala: Programa Ecológico en Centroamérica. Swisscontact, 1995.
9. Zuleta Bilbao Hugo. **Diccionario de la Construcción.** Colombia: Ediciones Géminis, 1988.



## ANEXO

### Algunos principios básicos de química:

Para una mejor comprensión de algunos capítulos se exponen algunos conceptos muy elementales de química relacionados con los combustibles que serán muy útiles para comprender su composición y las reacciones que se producen.

Un material puede ser dividido mecánicamente hasta que las partículas que aparezcan pierdan por completo su cohesión. A estas partículas se les llama moléculas y aparecen, por ejemplo, al triturar o pulverizar un cuerpo sólido. Las moléculas de un mismo material tienen todas las mismas propiedades.

Las moléculas se pueden descomponer también por la vía química, como por ejemplo la aplicación de calor donde aparecen partículas más pequeñas llamadas átomos. Las moléculas constan de varios átomos iguales o diferentes y los materiales que constan de átomos iguales se llaman elementos. En la actualidad se han determinado más de 100 elementos diferentes.

Los átomos se unen entre sí sólo bajo determinadas condiciones. Algunos lo hacen fácilmente, otros necesitan para ello ayuda como los catalizadores, mientras que otros se repelen. Un catalizador es una sustancia que por su sola presencia acelera una reacción química, sin alterar por ello su composición.

La mayor parte de las moléculas están compuestas por diferentes elementos y como resultado de esto aparece una estructura química. La composición de la molécula puede conocerse por la fórmula química, la cual indica el número de átomos. Por ejemplo, el agua se obtiene por la combinación de dos átomos de hidrógeno más un átomo de oxígeno y su fórmula química es  $H_2O$ . Como mejor se presenta este proceso es mediante la fórmula estructural.