



**REVISIÓN DE LA  
NORMATIVA DE CONTROL DE EMISIONES  
CONTAMINANTES DE AUTOMOVILES,  
EN VENEZUELA**

**Autores:** Barrena Moisés  
C.I. 26.602.115

Urb. Yuma II, Calle No 3 Municipio San Diego  
Teléfono (0241) 8714240 (máster)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REVISIÓN DE LA  
NORMATIVA DE CONTROL DE EMISIONES  
CONTAMINANTES DE AUTOMOVILES,  
EN VENEZUELA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de**

**INGENIERO CIVIL**

**Autores:** Barrena Moisés  
C.I. 26.602.115  
**Tutor:** Alejandro Pocaterra  
C.I.: 7.109.571

San Diego, Julio, 2018



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

**FI-CV-006-2018-1**

Valencia, 30 de Mayo de 2018

Ciudadano:  
**Barrena Moisés**  
**C.I. 26.602.115**  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 30/05/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **“REVISIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE AUTOMOVILES, EN VENEZUELA”** presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Alejandro Pocaterra, C.I. 7.109.571 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Zulay Salcedo**  
**Decana de la Facultad de Ingeniería**



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero **Alejandro F Pocaterra B** portador de la cédula de identidad N° 7.109.571, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Moises Barrena, portador de la cédula de identidad N° 26.602.115, **“REVISIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE AUTOMOVILES, EN VENEZUELA”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los xx día del mes de Julio del año dos mil dieciséis (2018).

---

**Alejandro F Pocaterra B**  
C.I.: 7.109.571



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

San Diego 2018

**ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **“REVISIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE AUTOMOVILES, EN VENEZUELA”** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Alejandro Pocaterra \_\_\_\_\_

Tutor Académico

Firma

Fecha

Ing. De Pizzela Alicia \_\_\_\_\_

Tutor Metodológico

Firma

Fecha

# ÍNDICE

| <b>CONTENIDO</b>                                     | <b>pp.</b> |
|--|------------|
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....                        | ix         |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                       | ix         |
| <b>RESUMEN</b> .....                                 | xiv        |
| <br>   |            |
| <b>I EL PROBLEMA</b> .....                           | 3          |
| 1.1 Planteamiento del problema .....                 | 3          |
| 1.2 Formulación del problema.....                    | 4          |
| 1.3 Objetivos de la investigación.....               | 5          |
| 1.3.1 Objetivo general.....                          | 5          |
| 1.3.2 Objetivos específico .....                     | 5          |
| 1.4 Justificación .....                              | 5          |
| 1.5 Alcance y Limitaciones .....                     | 7          |
| <br>   |            |
| <b>II MARCO TEÓRICO</b> .....                        | 8          |
| 2.1 Antecedentes .....                               | 8          |
| 2.2 Bases teóricas.....                              | 12         |
| 2.2 Contaminación Atmosférica.....                   | 12         |
| 2.2.1 Contaminacion del Aire.....                    | 12         |
| 2.2.2 Fuentes de Contaminacion.....                  | 12         |
| 2.2.3 Fuentes Artificiales o Antropogenicas.....     | 13         |
| 2.2.4 Tipos de Contaminacion .....                   | 16         |
| 2.2.5 Principales Contaminantes de la Atmosfera..... | 18         |
| 2.2.6 Contaminacion debido a Fuertes Moviles.....    | 21         |
| 2.2.7 Efecto sobre la Salud.....                     | 22         |
| 2.2.8 Emision Vehicular.....                         | 24         |
| 2.2.9 Emision de Evaporativas.....                   | 24         |
| 2.2.10 Emisiones por Tubo de Escape.....             | 26         |
| 2.2.11 Emisiones de Frenos y Neumáticos.....         | 27         |



|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b> | <b>64</b> |
|--------------------------|-----------|

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>FIGURA</b>  | <b>pp.</b> |
|--|------------|
| 1. Emisiones Vehiculares (tubo de escape y valorativas).....                                       | 25         |
| 2. Vehículos de transporte publico despidiendo grandes cantidades de emisiones contaminantes ..... | 44         |
| 3. Vehículos de transporte publico despidiendo grandes cantidades de emisiones contaminantes ..... | 45         |
| 4. Vehículos de transporte publico despidiendo grandes cantidades de emisiones contaminantes ..... | 45         |
| 5. Vehículo familiar arrojando grandes cantidades de emisiones contaminantes .....                 | 46         |
| 6. Imagen del convertidor catalítico para reducir emisiones contaminantes de los vehículos .....   | 49         |
| 7. Imagen del convertidor catalítico para reducir emisiones contaminantes de los vehículos .....   | 50         |
| 8. Filtro para reducir emisiones en camiones.....  | 51         |
| 9. Filtro anti-partículas.....   | 52         |
| 10. Filtro anti-partículas.....  | 54         |
| 11. Imagen esquemática de vehículo eléctrico.....  | 58         |
| 12. Imagen de recarga de un vehículo eléctrico y su surtidor.....                                  | 59         |
| 13. Equipamiento vehículo hibrido.....   | 60         |

## ÍNDICE DE TABLAS

| <b>TABLAS</b>   | <b>pp</b> |
|---|-----------|
| 1. Lista de países más contaminantes de Latinoamérica ..... | 05        |
| 2. Evolución de los problemas de contaminación .....        | 10        |
| 3. Control de emisiones de escape.....                      | 42        |



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REVISIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL DE EMISIONES  
CONTAMINANTES EN DE AUTOMOVILES, EN VENEZUELA**

**Autor:** Barrena Moisés

**Tutor:** Ing. Alejandro Pocaterra

**Fecha:** Julio, 2017

**RESUMEN**

El propósito de la presente investigación será plantear una revisión de normativa sobre emisiones de fuentes móviles y soluciones a la problemática de contaminación ambiental que actualmente se está generando en Venezuela, debido a la circulación de vehículos en mal estado y a la falta de controles existentes para que los vehículos que se encuentren en circulación se encuentren en perfecto estado. Mediante chequeos periódicos del estado de los mismos, así como también la implementación de dispositivos que disminuyen considerablemente las emisiones contaminantes que generan estos vehículos. La importancia de esta investigación radica en mostrar una posible solución a un problema tan común como es la contaminación ambiental que generan los vehículos automotores en Venezuela, que generan afectación al medio ambiente y afectan la salud de la población.

**Descriptor:** Contaminación ambiental, emisiones contaminantes, tráfico.

## INTRODUCCIÓN

El incremento del número de vehículos que circulan por las grandes ciudades del País y en todas sus vías en general, ha traído como consecuencia un incremento de las emisiones contaminantes correspondientes a todo este parque automotor. Aunado a esto tenemos que el parque automotor en Venezuela actualmente data de más de 10 años y muchos de estos vehículos ya presentan algunos daños en el motor que potencian de manera directa el incremento de emisiones contaminantes. De igual manera también hay que señalar que la actual situación de escases de repuestos, dada la situación País, hace difícil que los propietarios puedan mantener en óptimas condiciones los vehículos para su circulación.

Por esta razón es común ver en circulación por las vías de Venezuela vehículos de carga y de transporte público que despiden una gran cantidad de emisiones contaminantes, que generan un gran daño ambiental y perjudican enormemente la salud de las personas. Estos vehículos circulan libremente por las grandes ciudades y todas las vías de Venezuela en general, sin que exista alguna regulación que les impida circular en estas condiciones.

En virtud de esta problemática surge la idea de plantear en este trabajo una normativa que permita regular la cantidad de emisiones contaminantes que despiden estos vehículos, mediante la implementación de revisiones periódicas que determinen el estado mecánico y en general de los mismos. Así como también la implementación de dispositivos de uso obligatorio, para todos los vehículos que circulen por el País.

Sin embargo, para la implantación de esta normativa, es necesario que las autoridades encargadas de la aplicación de la Ley de Transporte y Tránsito Terrestre, tomen conciencia de la gravedad de este asunto, así como también los propietarios de vehículos, a fin de que cada quien aporte en pro de disminuir las emisiones contaminantes de nuestro parque automotor.

Teniendo en cuenta que en la mayoría de los Países del mundo existen rigurosos controles para disminuir la contaminación ambiental generada por el parque automotor, porque se han dado cuenta de lo dañinas que éstas pueden resultarle al medio ambiente y a la población en general. Es momento de que en Venezuela se tomen cartas en el asunto a fin de evitar el daño ambiental que viene ocurriendo en nuestro País por efecto de la falta de controles de este tipo de emisiones contaminantes.

Esta investigación está estructurada por cuatro capítulos, el cual estarán distribuidos de la siguiente manera:

El capítulo I, el problema donde se presenta la justificación de la investigación y los objetivos de la misma.

El capítulo II, el marco teórico donde se describen los conceptos y cálculos necesarios para cumplir con los objetivos.

El capítulo III, la metodología el cual estará fundamentada la investigación.

Finalmente, el capítulo IV, donde se expresan los materiales, recursos y el cronograma usado para la realización de la misma.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

A lo largo de los años se ha venido presentando un incremento bastante considerable del parque automotor en Venezuela, lo que ha traído como consecuencia un incremento asociado de las emisiones contaminantes asociadas a este parque automotor, sobre todo el de carga pesada y transporte público. Esto se debe en gran medida que debido a la situación País el parque automotor Venezolano data de más de 10 años, con vehículos que ya se encuentran en mal estado sobre todo los de transporte público y de carga pesada. Aunado a esto podemos ver que en Venezuela existe una total ausencia de mecanismos que permitan establecer un control de emisiones.

Esto ha traído como consecuencia una descontrolada contaminación ambiental, sobre todo en las poblaciones urbanas por parte de la gran cantidad de emisiones contaminantes que despiden estos vehículos diariamente sin ningún tipo de control. Lo que incluso genera muchos problemas de salud a la población en general

Este problema ya se viene tratando en otros países desde los años sesenta, tal como es el caso de Estados Unidos, en donde desde el año de 1966 es obligatorio el uso de equipamiento en todos los vehículos que disminuyen hasta en un 90% las emisiones contaminantes que salen de la tuberías de escape de los mismos.

Según, MERCOSUR y la Seguridad Vial en Venezuela / AVEPAE (Asociación Venezolana para la Prevención de Accidentes y enfermedades) Fundada en 1999 – Director. Kenett José Agar Angulo – 1 de agosto 2012. Dice: “Al transitar por cualquier carretera, autopista, calle o avenida del país no podrán haber huecos, falta de señales de prevención, información, reglamentación, semáforos dañados, vehículos en mal estado, habrá que implementar las tan apáticas medidas de control de drogas en la conducción y de la velocidad; todo esto y mucho más, las cuales

garanticen una movilidad segura de todo tipo de vehículo y personas por el territorio nacional”.

Por otra parte el 28 de agosto de 2014, Paulo Pérez investigador de la ULA (Universidad de los Andes): “Venezuela es el país más contaminante en Latinoamérica emite 6,9 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante, de acuerdo a cifras del Banco Mundial. Urge la definición de una política nacional para reducir significativamente la contribución de Venezuela al calentamiento global, detener la deforestación y la destrucción del patrimonio genético de la nación, mejorar la eficiencia energética de la economía nacional y minimizar el despilfarro de electricidad, gasolina, gasoil y gas natural”, explica el investigador venezolano.

Además Pérez indica "Una de las medidas más urgentes es impulsar un verdadero plan nacional para el reverdecer de la nación, con la plantación de al menos 6 millones de hectáreas en los próximos 20 años, especialmente en las cuencas hidrográficas más importantes para asegurar el abastecimiento de agua a generaciones futuras, utilizando mezclas de especies nativas de cada zona para reconstruir bosques permanentes similares a los que alguna vez existieron en esos territorios".

Sin embargo y por esto llama la atención que aun en la actualidad en Venezuela no existan mecanismos de control dirigidos a regular las emisiones contaminantes procedentes de los vehículos.

En tal sentido teniendo en cuenta la falta de interés en el manejo de este tema en Venezuela, es de suma importancia que se planteen los mecanismos necesarios que permitan atacar este problema a la brevedad posible a fin de disminuir la contaminación ambiental innecesaria que ocurre en el País.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo se pueden disminuir las emisiones contaminantes de vehículos automotores en Venezuela?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Revisión de la normativa de controles de emisiones contaminantes de automóviles en Venezuela?

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de emisiones contaminantes generadas por los automóviles en Venezuela.
- Identificar la problemática de la falta de controles en la norma sobre emisiones de fuentes móviles que impidan que esta situación siga ocurriendo en Venezuela.
- Diseñar y plantear mecanismos de mejora en la norma sobre emisiones de fuentes móviles que permitan reducir de manera efectiva la cantidad de emisiones contaminantes generadas por los vehículos.

### **1.4 Justificación de la investigación**

El incremento de la densidad poblacional aunado a la necesidad de movilización de las personas, se ha traducido en un incremento del parque automotor. Esto ha generado que a mayor cantidad de vehículos circulando por las vías del País la cantidad de emisiones contaminantes que estos generan se ha convertido en un problema que requiere de mucha atención, a fin de evitar la contaminación ambiental que esto produce y que afecta en gran medida la salud de las personas.

Venezuela es el cuarto país más contaminado de Latinoamérica, según datos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en su lista de los países más contaminados la encabeza México, siendo el país más contaminado en América Latina, con una contaminación en el aire de 79 microgramos por metro cúbico (ug/m<sup>3</sup>, unidad de medición de la calidad del aire), siendo la cifra considerada normal 10 microgramos por metro cúbico, y considerando cualquier cifra superior como aire contaminado.

Tabla 1 – Listado de Países más contaminados de Latinoamérica  
 Fuente: BID (Banco Interamericano de Desarrollo), Sep.2014.

| PAISES MAS CONTAMINADO DE LATINOAMERICA |            |       |
|---|------------|-------|
| LUGAR                                   | PAIS       | Ug/m3 |
| 1 <sup>ro</sup>                         | México     | 79    |
| 2 <sup>do</sup>                         | Chile      | 64    |
| 3 <sup>ero</sup>                        | Perú       | 63    |
| 4 <sup>to</sup>                         | Venezuela  | 47    |
| 5 <sup>to</sup>                         | Guatemala  | 45    |
| 6 <sup>to</sup>                         | Colombia   | 43    |
| 7 <sup>mo</sup>                         | Brasil     | 41    |
| 8 <sup>vo</sup>                         | Ecuador    | 38    |
| 9 <sup>no</sup>                         | Costa Rica | 31    |
| 10 <sup>mo</sup>                        | Argentina  | 30    |

En la mayoría de los países del mundo en donde existen altos niveles de tráfico de automóviles ya se han tomado medidas desde la década de los sesenta y setenta para tratar de disminuir al máximo este tipo de emisiones. Haciendo de uso obligatorio, el uso de equipamientos especiales en los vehículos, así como también de la revisión periódica de los mismos que permitan reducir al máximo la cantidad de emisiones contaminantes de los mismos.

La preservación del medio ambiente obliga que a este tema se le debe prestar la mayor atención posible y así ha sido en buena parte de los Países del mundo en donde existen problemas de altos volúmenes de tráfico. No obstante en Venezuela este tema se ha dejado de lado, trayendo como consecuencia una exagerada contaminación ambiental innecesaria, por parte de una gran cantidad de vehículos en mal estado. Es común ver en Venezuela camiones y autobuses que circulan libremente emanando de sus tubos de escapes grandes cantidades de humo negro.

En un País en donde buena parte de la carga se mueve mediante camiones es muy importante que los mismos sean controlados en cuanto a sus emisiones de manera rigurosa. Teniendo en cuenta que en gran número de unidades de transporte, existe un alto porcentaje que se encuentran en muy mal estado, lo que incrementa de manera exponencial la cantidad de emisiones contaminantes.

En tal sentido se puede apreciar el atraso que presenta Venezuela en la implementación de este tipo de mediadas que ya en la actualidad están implementadas en buena parte del mundo.

Es por esta razón que se hace indispensable tratar este tema a la brevedad posible y ajustar los correctivos necesarios mediante sistemas de control, normativas y uso obligatorio de equipos en automóviles. Para reducir la cantidad de emisiones contaminantes generadas por los automóviles

### **1.5 Alcance**

Este trabajo de investigación permitirá revisar y mejorar la normativa que permita regular o disminuir al máximo las emisiones contaminantes generadas por los vehículos en Venezuela.

### **1.6 Limitaciones**

En la investigación, se pueden encontrar ciertas limitantes tales como, la falta de trabajos referidos a este tema, así como también la falta de datos asociados al parque automotor de carga pesada y de transporte público. De igual manera también se puede tomar como una limitación la falta de interés por parte de las Instituciones del Estado en darle la importancia que requiere este tema y tratarlo como ya se viene haciendo desde hace muchos años en otros Países del mundo. El tiempo de elaboración de la tesis es corto ya que se limita a dos semestres académicos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

A nivel mundial, ya son muchos los países que han decidido involucrarse realizando actividades relacionadas con la prevención del control de emisiones de gases emanados por los vehículos, y deciden intervenir mediante estrategias como normas, campañas educativas e informativas, proyectos, comités de seguridad vial, etc., que permitan minimizar el alto índice de contaminación ambiental.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización Panamericana de la salud (OPS), entre otros, han alertado sobre la problemática vial, estimulando la puesta en práctica de proyectos que intente controlar y reducir la incidencia de la contaminación ambiental en la población general debido a la emisión de contaminantes de automóviles.

Saavedra Vargas Juan Diego (2014) Universidad Agraria La Molina, Lima Peru. **“Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular”** esta tesis hace mención a la Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Vehiculares (2007), la cantidad de emisiones que produce un vehículo automotor en funcionamiento depende de una serie de factores como por ejemplo el tipo y la calidad de combustible, la antigüedad del vehículo, su tecnología, el recorrido promedio que realiza, entre otros, y esto empeora aún más si se presenta un ambiente de congestión vehicular en donde las velocidades se reducen considerablemente y los vehículos permanecen un mayor tiempo en funcionamiento. En tal sentido, reducir los actuales niveles de riesgo para la salud de la población en Lima Metropolitana pasa necesariamente por considerar medidas o herramientas de control, dirigidas a cada una de las variables mencionada anteriormente a fin de conseguir una reducción sostenible de las emisiones vehiculares. Lo expuesto anteriormente y sus

conclusiones, deja un gran aporte para la presente propuesta de implementar normativas de control de emisiones contaminantes de vehículos en Venezuela.

Masaquiza A y Vizuite J, (2012) “Estudio Técnico de un sistema integral de revisión vehicular para la provincia de Chimborazo en la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)” Riobamba-Ecuador. Hace una exposición concerniente al parque automotor de la Provincia de Chimborazo, su clasificación y datos estadísticos, que permiten efectuar gráficos y proyecciones útiles para elaborar el estudio de un proyecto de centro de revisión vehicular.

Se diseña un centro en base a la flota vehicular, tomando en cuenta diferentes parámetros técnicos, los principales procesos implicados y una parte de ingeniería del proyecto; el propósito, preparar una propuesta programática a ser efectuada en la ESPOCH o por cualquier persona natural y/o jurídica interesada en realizar inversiones en el ramo automotriz.

Cecilia Montero López, (2011) **“Pronostico de la calidad del aire en el área metropolitana de la ciudad de México a través del análisis de las series de tiempo de los componentes del IMECA”**, Universidad Iberoamericana. El objetivo principal de esta tesis radica en el monitoreo de la calidad del aire, siendo uno de los más graves problemas de los habitantes del planeta Tierra, la contaminación del aire que respiramos, primordial para la vida.

Observando en la siguiente tabla 02 la evolución de los problemas de contaminación y conforme a ellos, esta tesis predice el comportamiento de los componentes críticos a un futuro cercano, por lo que se permite concluir y recomendar acciones preventivas para evitar daños a la salud. (ver tabla 2)

Tabla 02

| Año                   | Ciudad      | Acontecimientos   |
|-----------------------|-------------|---|
| 1648                  | Londres     | Se prohíbe el uso hulla en la ciudad  |
| 1800                  | Inglaterra  | La hulla regresa como combustible comienza el modernismo industrial.  |
| 1881                  | Chicago     | Se prohíbe la primera ley norteamericana contra el humo   |
| 1939                  | Belgica     | El humo generado por las fabricas combinado con niebla. Afectan a miles de personas y causa la muerte de 70 de ellas en 3 días              |
| 1948                  | Nueva York  | Emision de fundacion de zinc y una fabrica de alambre, acero y acido sulfuroso. Causaron enfermedades respiratorias y muerte a 20 personas. |
| 1952                  | Londres     | Durante 5 días la ciudad quedo envuelta en una nube de humo. Al termino de 9 días hubo 2851 muertos mas de lo prevista.                     |
| 1956                  | Londres     | Niebla envolvió a la ciudad durante 18 horas y causa 1000 muertos mas de la previstas.  |
| 1942,<br>1954<br>1955 | Los Angeles | Aumenta en indice de mortalidad de personas de mas de 65 años.  |

Tesis Cecilia Montero López, 2011

Red Venezolana de Seguridad Vial, (2013), presenta propuestas del Reglamento de la Ley de Transporte Terrestre y las iniciativas, planteadas con las experiencias de los entes gubernamentales con competencia en la educación, la prevención y la seguridad vial conformada por entes gubernamentales, asociaciones civiles y fundaciones, empresas y centros de estudios. Cabe destacar que entre los miembros de la Red Venezolana de Seguridad Vial se encuentran: la Escuela de Ciudadanos, Asotrónimo, Ciesvial, Avepae, Fesvial, Cruz Roja Venezolana, Asociación Civil Vive para Servir, La Red de Madres, Padres y Representantes, Educación Vial y Ciudad, Fundación de Medicina Familiar, el Kilometro Inteligente, Fundación Cultura para la Vida, Un Llamado a la Conciencia Vial, Instituto Municipal Autónomo de Tránsito del municipio Sucre, el Instituto Nacional de Tránsito Terrestre, La Brigada de Emergencia del Ministerio del Poder Popular para

el Transporte Terrestre, Brigada de Voluntarios del Instituto Nacional de Transporte Terrestre, Instituto de Movilidad Urbana del municipio Chacao, la Comisión de Transporte y Vialidad del Cabildo Metropolitano de Caracas, Industrias Alimenticias Hermo, Grupo Zoom, Universidad Católica Andrés Bello, Fundación Seguros Caracas, Observatorio de Seguridad Vial, entre otros. La Red es una organización ligera y horizontal para estimular la coordinación de esfuerzos y aumentar la influencia de la educación y la prevención para disminuir los índices de contaminación ambiental y sus consecuencias.

Omar Hernández, (2014) Universidad Católica Andrés Bello, elaboró un enfoque de los sistemas aplicables a las políticas públicas en materia de seguridad vial, los cuales involucraban, un mejoramiento en las condiciones de los vehículos, un mayor mantenimiento de las vías, el respeto a las normas de tránsito y la colaboración de los medios de comunicación en la educación de los peatones y conductores.

Universidad La Salle de Colombia, (2015), estableció un Plan estratégico de seguridad vial, donde hizo énfasis en que desde el ámbito laboral era necesario que las empresas, para este caso particular, las universidades demuestren todo el compromiso posible frente al cuidado de los trabajadores, implementando modelos de prevención de riesgos, para fomentar la cultura del cuidado, promover ciudades con ambientes libres de contaminación e impulsar el conocimiento colectivo, que los vehículos en mal estado son los principales causales de contaminación del ambiente en el mundo y en Venezuela.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2 Contaminación Atmosférica**

#### **2.2.1 Contaminación del aire**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, y/o perturbar el bienestar y el uso de los bienes.

El llamado aire puro en realidad no existe, puesto que hay un intercambio constante de materia entre los seres vivos, la hidrósfera, la atmósfera y la litósfera. Sin embargo, es posible que nunca antes la contaminación del aire haya sido tan importante como lo es en la actualidad (Flores, 1997).

#### **2.2.2 Fuentes de Contaminación**

Según Mcgraw (2009), las fuentes de contaminantes atmosféricas se pueden agrupar en dos tipos según su origen:

##### **a) Fuentes naturales**

Comprenden las emisiones de contaminantes generados por la actividad natural de la geósfera, biósfera e hidrósfera. Entre las cuales se encuentran (Mcgraw, 2009):

- **Erupciones volcánicas:** Aportan a la atmósfera compuestos de azufre y gran cantidad de partículas que se diseminan como consecuencia de la acción del viento convirtiéndose en una de las principales causas de contaminación.

- **Incendios forestales:** Los que producen de forma natural y emiten altas concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), humo, polvo y cenizas.
- **Ciertas actividades de los seres vivos:** Como por ejemplo, procesos de respiración, los cuales incrementan la cantidad de CO<sub>2</sub> en el ambiente; procesos de reproducción y floración en plantas anemófilas (las que se polinizan a través del aire) como las gramíneas, los olivos y las arizónicas, las cuales producen polen y esporas que, al concentrarse en el aire, se convierte en la causa principal de alergias respiratorias conocida como polinosis (puede llegar a afectar a más del 20 por ciento de la población en un ambiente urbano); la descomposición anaerobia de la materia orgánica la cual genera gran cantidad de metano (CH<sub>4</sub>), etc.
- **Descargas eléctricas:** Generadas durante las tormentas y que dan lugar a la formación de NO<sub>x</sub> al oxidar el nitrógeno atmosférico.
- **El mar:** El cual emite cantidades considerables de partículas salinas al aire.

### 2.2.3 Fuentes artificiales o antropogénicas

Es consecuencia de las actividades humana y cuya mayor parte proviene del uso de combustible fósil (carbón, petróleo y gas). Entre las principales actividades generadoras de contaminación atmosférica podemos destacar las siguientes (Mcgraw, 2009):

- **En el hogar:** El uso de calefacción y otros aparatos domésticos que emplean como fuente de generación de calor el combustible de origen fósil. El mayor o menor grado de dicha contaminación se debe al tipo de combustible, así como al diseño y estado de conservación de los aparatos empleados.

- **En el transporte:** Las emisiones provenientes de la combustión en los vehículos generan una gran cantidad de contaminantes atmosféricos siendo el automóvil y el avión los que un mayor grado de contaminación ocasionan. Para el caso específico del automóvil, la magnitud de contaminación depende de la clase de combustible utilizado, del tipo de motor, el uso de catalizadores y la densidad del tráfico.
- **En la industria:** La contaminación del aire en este sector depende del tipo de actividad que se realice, siendo las centrales térmicas, cementeras, siderometalúrgicas, papeleras y químicas las que más contaminan.
- **En la agricultura y ganadería:** El uso intensivo de fertilizantes y la elevada concentración de ganado vacuno provoca un aumento de gases de efecto invernadero como el CH<sub>4</sub>.
- **En la eliminación de residuos sólidos:** La incineración es un proceso muy frecuente que impacta en forma negativa la calidad del aire.

Es importante mencionar que las emisiones de origen natural son más elevadas a nivel global, mientras que las emisiones de origen humano lo son a nivel local o regional. La contaminación antropogénica es más importante por localizarse en puntos geográficos concretos, como zonas urbanas o industriales, donde se incrementa la concentración de los contaminantes que pueden reaccionar entre sí, formando otros nuevos, y en donde la existencia de sumideros como la vegetación son menores (Mcgraw, 2009).

Según Caminos, Enrique, Ghirardi, Graizaro, Russillo y Pacheco (2007), las fuentes antropogénicas a su vez también se pueden dividir en dos grandes grupos que se clasifican según su movilidad, en donde se encuentran las fuentes móviles y las fuentes fijas.

**a) Fuentes móviles**

Emiten contaminantes mientras se encuentran en movimiento. Un claro ejemplo de este tipo de fuente es el transporte urbano, como colectivos, camiones, automóviles, etc.

**b) Fuentes fijas**

Fuentes que permanecen estacionarias, como por ejemplo las centrales termoeléctricas, industrias, etc.

Según el área que comprenden, las fuentes de contaminación del aire también se pueden clasificar en fuentes puntuales, líneas de emisión y áreas de emisión (Camino et. al 2007):

**a) Fuentes puntuales**

Son fuentes individuales y únicas que emiten gases y partículas a la atmósfera. Están localizadas en un punto y permanecen fijas en el tiempo.

**b) Líneas de emisión**

Son emisiones de contaminantes con geometría rectilínea. Un claro ejemplo de este tipo de fuente de contaminación son las carreteras las cuales se analizan promediando las emisiones por unidad de longitud teniendo en cuenta la densidad de vehículos que circulan.

**c) Área de emisión**

Es la sumatoria de varias fuentes puntuales que existen en una superficie determinada y en un tiempo determinado.

#### **2.2.4 Tipos de contaminantes**

Los contaminantes se dividen en dos grandes grupos con el criterio de si han sido emitidos desde una fuente conocida o se han formado en la atmósfera. Es así que existen contaminantes primarios y secundarios (Mcgraw, 2009):

##### **a) Contaminantes Primarios**

Son sustancias de naturaleza y composición química variada, emitidas directamente a la atmósfera desde distintas fuentes perfectamente identificables. Se incluyen dentro de este grupo al plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC), material particulado (PM), entre otros (Mcgraw, 2009).

Según Mcgraw (2009), todos ellos constituyen más del 90 por ciento de los contaminantes del aire.

##### **b) Contaminantes Secundarios**

Los contaminantes secundarios no provienen directamente de los focos emisores sino que se originan a partir de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas que tienen lugar en la atmósfera. Entre los más importantes se encuentran el ozono troposférico (O<sub>3</sub>), nitratos de peroxiacetilo (PAN), sulfatos (SO<sub>4</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), entre otros. (Ver cuadro1)

**Cuadro 1: Contaminantes secundarios**

| <b>Contaminantes</b>                               | <b>Características</b>   | <b>Origen</b>   | <b>Evolución en la atmósfera</b>                                       |
|--|--|---|--|
| Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ).             | Gas incoloro, se condensa fácilmente.                                  | Se forma a partir del SO <sub>2</sub> .   | Reacciona con el ion hidroxilo y pasa a ácido sulfúrico.               |
| Trióxido de Nitrógeno (NO <sub>3</sub> ).          | Gas fácilmente oxidable.   | Oxidación del ozono a partir del NO <sub>2</sub> .  | Interviene en reacciones fotoquímicas de formación de smog.            |
| Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ). | Sustancias con un elevado poder corrosivo.                             | Productos finales de la oxidación de compuestos atmosféricos que contienen azufre o nitrógeno.  | Precipitan como lluvia ácida.  |
| Ácido Nítrico (H <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> ).   | Agentes oxidantes.   |   |  |
| Ozono Troposférico (O <sub>3</sub> ).              | Gas de color azul pálido, irritante y picante. Elevado poder oxidante. | Intrusiones estratosféricas.<br>Erupciones volcánicas.<br>Descargas eléctricas en tormentas.<br>Fermentaciones.                                 | Reacciona con otros contaminantes.<br>Componente del smog fotoquímico. |
| Nitratos de peroxiacetilo (PAN).                   | Sustancia de gran poder oxidante.                                      | Reacciones fotoquímicas a partir de óxidos de nitrógenos y COV generados por el tráfico urbano.<br><br>Reacciones fotoquímicas a partir de COV. | Componente del smog fotoquímico.                                       |

FUENTE: McGraw, 2009

## **2.2.5 Principales Contaminantes de la atmosfera**

### **a) Óxidos de Carbono**

- Dióxido de carbono

Es un gas sin color, olor ni sabor, que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico y desempeña un papel fundamental en el ciclo del carbono en la naturaleza. (Echarri, 2007).

Este gas produce un importante efecto de atrapamiento de calor, conocido como efecto invernadero y su aumento, debido a la quema de combustible fósil y de grandes extensiones de bosques en los últimos años, está ocasionando daños socio-ambientales a nivel global (Echarri, 2007).

- Monóxido de carbono

Es un gas sin color, olor ni sabor y se considera tóxico porque envenena la sangre al combinarse fuertemente con la hemoglobina reduciendo drásticamente la capacidad de transportar oxígeno (Echarri, 2007).

La actividad humana lo genera en grandes cantidades siendo, después del CO<sub>2</sub>, el contaminante emitido en mayor proporción a la atmósfera por causas no naturales. Se origina como resultado de la combustión incompleta de la gasolina en los motores de los vehículos (Echarri, 2007).

### **b) Óxidos de azufre**

- Dióxido de azufre

Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Alrededor de la mitad que llega a la atmósfera vuelve a depositarse en la superficie, y el resto se convierte en iones sulfato. Una gran cantidad de este gas es emitido por actividades humanas, sobre todo por la metalurgia y por la combustión de carbón y petróleo, pero también se encuentra presente en el ambiente de forma natural debido a la actividad volcánica. (Echarri, 2007).

- Trióxido de azufre

Se forma cuando el  $\text{SO}_2$  reacciona con el oxígeno en la atmósfera. Posteriormente este gas reacciona con el agua formando ácido sulfúrico contribuyendo a la formación de “lluvia ácida” la cual produce daños importantes en la salud y en la reproducción de peces y anfibios, y contribuye con la corrosión de metales y con la destrucción de monumentos (Echarri, 2007).

### c) **Óxidos de Nitrógeno**

El óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) y el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) se suelen considerar en conjunto con la denominación de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). Los óxidos de nitrógeno son liberados al aire a través del el tubo escape de vehículos motorizados y durante procesos tales como el grabado de metales y detonación de dinamita (Agency for toxic substances and disease registry, 2002).

### d) **Compuestos Orgánicos Volátiles**

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son hidrocarburos que contienen de 2 a 20 átomos de carbono por molécula. Son esenciales para la formación de contaminantes secundarios y debido a las características tóxicas que varios de ellos poseen, pueden representar un peligro potencial para la salud de la población (Sánchez, Vega, Reyes y Mugica, 2004).

- Metano

Es el más abundante e importante de los hidrocarburos atmosféricos. Es un contaminante primario que se forma de manera natural en diversas reacciones anaeróbicas del metabolismo como por ejemplo en el ganado, en donde las reacciones de putrefacción y digestión forman cantidades considerables de este gas. Así mismo, se forman grandes cantidades de este

contaminante en varios procesos de origen humano, hasta constituir cerca del 50 por ciento del total emitido a la atmósfera (Echarri, 2007).

Se considera que no produce daños en la salud ni en los seres vivos, pero influye de forma significativa en el efecto invernadero y en las reacciones estratosféricas (Echarri, 2007).

- Clorofluorocarburos (CFC)

Son moléculas orgánicas formadas por átomos de cloro y flúor unidos al carbono. Se utilizan mucho en los sprays, frigoríficos, etc. Son de carácter importante por su papel en la destrucción del ozono en las capas altas de la atmósfera (Echarri, 2007).

#### **e) Partículas y aerosoles**

La palabra partícula se refiere a una porción ínfima de un material. En la atmósfera hay diversas partículas suspendidas como por ejemplo el polvo, polen, hollín, metales (plomo, cadmio), sales, etc. Algunas de estas partículas son especialmente tóxicas para los humanos y, es principalmente en las grandes ciudades, en donde se convierten en un contaminante de alto riesgo para la salud de todos los seres vivos (Echarri, 2007).

Así mismo, el término aerosol se refiere a una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas. Los aerosoles pueden influir sobre el clima de una manera ambigua. Por un lado producen calentamiento al absorber la radiación solar y por el otro, provocan enfriamiento al reflejar parte de dicha radiación que incide en la atmósfera. Por este motivo, no está totalmente clara la influencia de este contaminante; probablemente contribuye al calentamiento en las áreas urbanas y al enfriamiento cuando están dispersos en la alta atmósfera (Echarri, 2007).

**f) Ozono**

Es un gas incoloro y cuyo olor se detecta a niveles muy bajos. Se forma como resultado de la interacción entre compuestos orgánicos y óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar. También es formado por cualquier otra fuente de energía de gran capacidad, como rayos, equipos eléctricos de alto voltaje y dispositivos para purificación del agua (Bromberga y Korenb, 1995).

Según Muñoz, Quiroz y Paz (2006), el ozono es uno de los principales contaminantes atmosféricos presentes en las zonas altamente industrializadas y en ciudades con gran cantidad de automóviles ya que, más de la mitad de los ingredientes necesarios para su producción provienen de las emisiones del tubo de escape de los vehículos.

**2.2.6 Contaminación debido a fuentes móviles.**

En las grandes áreas urbanas una de las principales fuentes de contaminación atmosférica la constituyen los vehículos automotores los cuales han ido aumentando en forma considerable en las últimas décadas (Camino et. al, 2007).

Según Camino et. al (2007), los principales contaminantes emanados por los vehículos automotores son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógenos (NO<sub>x</sub>)
- Hidrocarburos no quemados (HC)

Las proporciones en las que se emiten estos contaminantes varían dependiendo del tipo de motor que se utilice. Por ejemplo, los vehículos que emplean nafta como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxido

de nitrógeno e hidrocarburos, en cambio los vehículos que utilizan motores de ciclo diesel, como lo son camiones y autobuses, emiten además de gases, material particulado como por ejemplo el hollín (Caminos et. al, 2007).

### **2.2.6 Efectos sobre la salud**

Según Ballester, Tenías y Pérez-Hoyos (1999), los efectos relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica son diversos. Los más estudiados son aquellos que se producen a corto plazo, es decir en el periodo de unos pocos días, habitualmente menos de una semana, después de la exposición. Estos efectos mantienen una gradación tanto en la gravedad de sus consecuencias como en la población de riesgo afectada (ver Figura 1).

Según The Committe of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society (1996), los principales efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre los diferentes indicadores de la salud son los siguientes:

- Aumento de la mortalidad total por causas específicas.
- Incremento de la utilización de los servicios sanitarios.
- Ingresos hospitalarios.
- Visitas a hospitales con carácter de urgencia.
- Consultas médicas.
- Alteraciones de diferentes índices funcionales pulmonares.
- Incremento de los síntomas de enfermedades.
- Uso de fármacos.

Los grupos más susceptibles a los efectos de la contaminación del aire son los niños, los ancianos y aquellos con enfermedades cardiacas o respiratorias (Muñoz et. al, 2006).

Los efectos dependen del tipo de contaminante al que se está expuesto como veremos a continuación:

#### **a) Efectos por exposición al óxido de nitrógeno**

Los niveles considerables de óxidos de nitrógeno en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones y posiblemente causar tos y una sensación de falta de aliento, cansancio y náuseas. Respirar altos niveles de este contaminante puede ocasionar quemaduras, espasmos y dilatación de los tejidos en la garganta y en las vías respiratorias superiores, reduciendo así la oxigenación de los tejidos del cuerpo (Grazuleviciene, Moroziene, Dulskiene, 2004).

#### **b) Efectos por exposición al óxido de azufre**

Al penetrar en las vías respiratorias, los óxidos de azufre destruyen los cilios del epitelio del sistema pulmonar, que tienen la función de evacuar partículas de polvo y aerosol de los bronquios. Este efecto se ve principalmente en los niños y se manifiesta por una tos seca y fiebre, y en casos extremos, puede producir la muerte por asfixia (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

El dióxido de azufre afecta los ojos y la piel, las personas afectadas con mayor frecuencia son los trabajadores de las plantas en donde el dióxido de azufre se produce como derivado. Este contaminante se biotransforma en el cuerpo en un producto de descomposición que se mide en sangre y orina. Cuando alcanza las 20 ppm produce una fuerte irritación enojos, nariz y garganta, incrementa la crisis asmática y empeora las alergias respiratorias (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

#### **e) Efectos por exposición al monóxido de carbono**

El monóxido de carbono causa daño al reaccionar con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina (COHb). El CO se une a la

hemoglobina aproximadamente 220 veces con mayor intensidad que el oxígeno de modo que pequeñas cantidades de este gas en el aire que se respira puede hacer que cantidades significativas de la hemoglobina forme COHb. La hemoglobina así combinada no puede desempeñar su función principal que es la de transportar oxígeno en la sangre y por ende, se produce un déficit de oxigenación en todos los tejidos del cuerpo (Muñoz et. al, 2006).

### **2.2.8 Emisiones Vehiculares**

Según la Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares (2007), los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes:

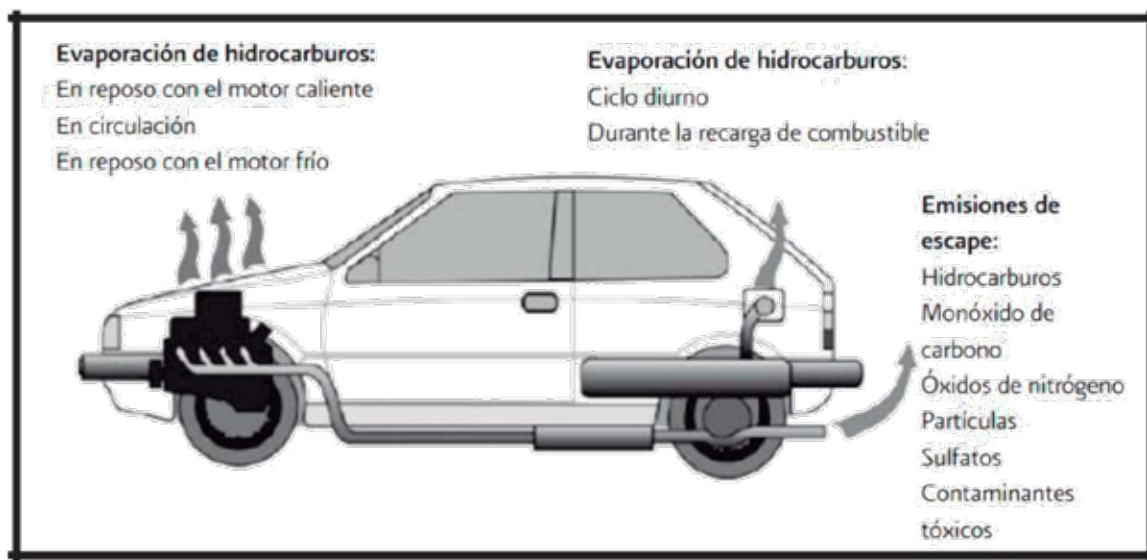
- Emisiones evaporativas (ver Figura 5)
- Emisiones por el tubo de escape (ver Figura 5)
- Emisiones de partículas por el desgaste tanto de los frenos como de llantas

### **2.2.9 Emisiones evaporativas**

Según la Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares (2007), las emisiones causadas por la evaporación de combustible pueden ocurrir cuando el vehículo está estacionado o cuando está en circulación. Su magnitud depende de las características del vehículo, de factores geográficos y meteorológicos como la altura y la temperatura ambiental y, principalmente, de la presión de vapor del combustible. La variedad de procesos por los que se presentan emisiones evaporativas en los vehículos incluyen:

- Emisiones diurnas: Son generadas en el sistema de combustible del vehículo debido a los cambios de temperatura a través de las 24 horas del día.

- Emisiones del vehículo recién apagado con el motor caliente: Se presentan una vez que se apaga el motor, debido a la volatilización del combustible por su calor residual.
- Emisiones evaporativas en circulación: Se presentan cuando el motor está en operación normal.
- Emisiones evaporativas del vehículo en reposo con el motor frío: Ocurren principalmente debido a la permeabilidad de los componentes del sistema de combustible.
- Emisiones evaporativas durante el proceso de recarga de combustible: Consisten en fugas de vapores del tanque de combustible durante el proceso de recarga, se presentan mientras el vehículo está en las estaciones de servicio.(ver figura 1)



**Figura 1: Emisiones Vehiculares (tubo de escape y evaporativas)**

fuente: Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares, 2007

### 2.2.10 Emisiones por el tubo de escape

Las emisiones por el tubo de escape son producto de la quema del combustible y comprenden a una serie de contaminantes tales como; monóxido y dióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y material particulado, además de ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre y, hasta hace algunos años, el plomo (Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares, 2007).

Estas emisiones se dividen en emisiones en caliente y emisiones en frío (ECE, 1999):

- Emisiones en caliente: ocurre cuando hay estabilidad térmica en la operación del motor (motor caliente).
- Emisiones de partida en frío: ocurre cuando el motor está en proceso de calentamiento, fase durante la cual el motor está alcanzando la temperatura para su funcionamiento óptimo.

#### **2.2.11 Emisiones de frenos y neumáticos**

Según la metodología norteamericana MOBILE (2010), estas emisiones se asocian al desgaste debido al tiempo de uso de los frenos y los neumáticos. Los contaminantes que se generan son material particulado y están en función de la categoría vehicular y del nivel de actividad que estos tengan. Para el caso específico de las emisiones de los neumáticos, estas están en función del número de llantas que posee el vehículo.

### **2.3 Definición de Términos Básicos**

**Congestión Vehicular:** La palabra congestión se utiliza frecuentemente en el contexto de tránsito vehicular, tanto por técnicos como por los ciudadanos en general. El diccionario de la Real Academia Española (DRAE) la define como acción y efecto de congestionar o congestionarse, en tanto que congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo, que en nuestro caso son los vehículos.

Por otro lado, la hora pico u hora punta se refiere a la hora del día que tiene el volumen de tránsito vehicular más alto, es decir, a la hora en la cual circulan una mayor cantidad de vehículos y por lo tanto existe una mayor congestión vehicular (Navarro, 2008).

**Normativa:** La palabra normativa hace referencia a un conjunto de normas, reglas, o leyes; generalmente existen normativas es dentro de una organización. Una normativa es la agrupación de todas aquellas normas que son o pueden ser aplicables en una materia específica, teniendo en cuenta que una norma es un precepto jurídico o ley que regula la conducta de un individuo en una sociedad o espacio determinado, permitiendo así la regulación de ciertas actividades, las normas deben ser respetadas por todos aquellos sujetos hacia los cuales va dirigida, de lo contrario, es decir, el no cumplimiento de la norma acarrea consigo una sanción o pena que deberá ser cumplida por su infractor.

**OMS:** Organización Mundial de la salud

**OPS:** Organización Panamericana de la salud

**Política:** conjunto de principios que guían la toma de decisiones y que proporcionan un marco de referencia que permita ensayar o medir las propuestas o las actividades.

**Seguridad vial:** Es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como Peatón, Pasajero o Conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito.

**Tránsito:** es la acción de pasar de un lugar a otro, mediante vías o calles.

**Vehículo:** es cualquier medio que permita el traslado o desplazamiento de personas o bienes de un lugar a otro.

**Velocidad:** es una magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo y es un factor que afecta en las decisiones del conductor. Se expresa en Km/h.

**Vías:** El concepto de vía tiene diversos usos vinculados al lugar por donde se transita. La vía, en este sentido es un camino. Puede tratarse del espacio urbano lineal que permite la circulación de las personas y de los vehículos, brindando además acceso a los edificios que se sitúan a ambos lado.

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO METODOLÓGICO**

Una vez formulado el problema, delimitado sus objetivos y alcance, y establecidas sus bases teóricas, el marco metodológico de la investigación, define los aspectos relacionados al conjunto de métodos, procedimientos, instrumentos y técnicas utilizadas para el desarrollo y diseño de la investigación en función de los objetivos planteados; Es decir la información de pasos detallados de cómo se realizará la investigación, lo que permitirá la obtención, clasificación y organización de la información necesaria para dar respuesta al problema planteado.

Para Ballestrini (2006) el marco metodológico, está referido al momento que alude al conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (p.125)

Para iniciar el marco metodológico se debe proceder a delimitar el camino a seguir para la obtención de los resultados, es por ello que primeramente se debe

establecer ante qué tipo de investigación estamos presente, el tipo de investigación define el alcance de los objetivos; luego se debe establecer el nivel de la investigación, el cual se refiere al grado de profundidad y complejidad con el cual se desea abordar el estudio; para luego diseñar la investigación en el cual se describen los procedimientos o aspectos operativos de la misma, es decir cómo se desarrollará metodológicamente el estudio.

### **3.1 Tipo de Investigación**

Una vez formulado el problema, se debe delimitar el tipo de estudio, para establecer el patrón o esquema específico de investigación, que sea el más conveniente y se adecue a los objetivos planteados.

Dicha investigación está enmarcada dentro de un proyecto factible, que consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular de conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo Hurtado (2008) ( p. 47).

Según El Manual de Tesis de Grado y especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2003), un proyecto factible, consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades (p. 16).

Del mismo modo, Arias (2006), señala: que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización. (p. 134).

Un proyecto factible está conformado según diversos autores por tres etapas principales, una primera de diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica del estudio, una segunda de evaluación de factibilidad y una tercera de diseño de la propuesta para la obtención de los resultados a los objetivos planteados.

### **3.2 Nivel de la Investigación**

El nivel de la investigación hace alusión al grado de complejidad y profundidad con el cual se desea abordar el estudio. Dicho nivel puede ser establecido según el nivel de complejidad de los objetivos de la investigación, los cuales según Hurtado (2006) pueden clasificarse en cuatro grupos:

- Perceptual (explorar, describir)
- Aprehensivo (analizar, comparar)
- Comprensivo (explicar, predecir, proponer)
- Integrativo (modificar, confirmar, evaluar)

Para el caso del presente estudio, tendrá un nivel comprensivo según la clasificación realizada por Hurtado (2006) ya que estamos ante la presencia de un proyecto factible el cual debe realizar una propuesta para implementar un plan de control de emisiones contaminantes de automóviles en el país.

### **3.3 Diseño de la Investigación**

Para Alvira Martin (1986) un diseño de investigación se define como el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto, técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos. El diseño de una investigación, intenta dar de una manera clara y no ambigua respuestas a las preguntas planteadas en la misma (p. 67).

Para muchos autores existen muchas maneras de clasificar los tipos de diseños de investigación, según Ballestrini (2006) de manera primaria, en relación al tipo de datos que se deben recolectar, estos se pueden clasificar en diseños de campo y diseños bibliográficos. Sin embargo, es posible situar dentro de los diseños de campo, otra clasificación, los no experimentales, en el cual se ubican los estudios

exploratorios, descriptivos, diagnósticos, evaluativos, los causales y los proyectos factibles (p. 131)

La presente investigación se adecúa a un diseño de campo no experimental de tipo proyecto factible; ya que la investigación inicialmente desarrollará un diagnóstico de la situación actual de la emisión de contaminantes de automóviles en el país, el cual es un problema real que aqueja a Venezuela, con la finalidad de evidenciar las principales causas de emisión de contaminantes de automoviles, para posteriormente desarrollar según el diagnóstico del problema, una propuesta factible y viable de políticas de control en el país, con la finalidad de minimizar y controlar la contaminación que emanan los vehículos.

Las investigaciones de campo, según Ballestrini (2006) permiten establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo; observar y recolectar los datos directamente de la realidad, en su situación natural. (p. 132).

### **3.4 Población y muestra**

Para Hurtado (1998) la población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan de los elementos o unidades, personas, instituciones o cosas que se van a estudiar (p. S/N).

En el caso de la investigación en curso, serán utilizados los datos de la congestión vial en las principales vías del estado Carabobo, así como también información del parque automotor, estado actual en el que se encuentran los vehículos que transitan en dichas vías, estimación de la velocidad vehicular promedia para estimar la emisión de contaminantes.

### **3.5 Técnicas e instrumentación de la recolección de datos**

Una vez delimitado el problema y definido el tipo, nivel y diseño de investigación a realizarse, se establecen los métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos que serán utilizados durante la ejecución de la investigación, en función de los objetivos planteados en el presente estudio; Ya que serán estos los que permitirán el análisis del problema, para así emitir las conclusiones y recomendaciones para la solución del mismo.

Según Sabino (1992) un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información (p.114); para Grawitz (1975) estas técnicas son diversas según el objeto a que se apliquen y no se excluyen entre sí. Todavía es preciso, por una parte, saber elegir la más adecuada y, por otra utilizarla convenientemente (p. 6).

El método de obtención principal de la información y datos es de carácter documental y bibliográfico, así como también de observación directa, ya que debe ser evaluada la situación actual del país en el tema de congestión vial, información del parque automotor, que permita identificar la estimación de las emisiones contaminantes según el tipo de vehículo para implementar una normativa que controle dichos contaminantes, que además de causar daños al ambiente entre otros causan daño al pavimento de las vías y accidentes.

La documentación recopilada para la realización de la investigación, puede ser clasificada por medio de dos tipos de datos o fuentes, como lo son: fuentes primarias y fuentes secundarias.

### **3.5.1 Recolección de fuentes primarias:**

Las fuentes primarias son aquellas que se refieren a la información recolectada por medio de cuestionarios, encuestas y/o entrevistas, observación directa, con el fin de satisfacer las necesidades inmediatas de la investigación. Para Sabino (1992): “Los datos primarios son aquellos que el investigador obtiene de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos” (p. 115). Es decir, son los datos obtenidos de primera mano y por sus propios medios por el investigador.

### **3.5.2 Recolección de fuentes secundarias:**

Las fuentes secundarias son aquellas investigaciones realizadas con anterioridad y que han sido recolectadas y analizadas con el propósito de sustentar las bases teóricas y la ejecución de la investigación. Según Sabino (1992): los datos secundarios “Son registros escritos que proceden también de un contacto con la

práctica, pero que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores” (p. 115).

### **3.6 Fases Metodológicas**

El proceso de investigación conlleva al establecimiento de etapas, fases, tareas e hitos que conduzcan al desarrollo sistemático de un conjunto de actividades orientadas al cumplimiento de los objetivos planteados. La investigación se agrupa en tres fases:

#### **Fase I: Investigación del tipo y estado actual del parque automotor; además de la congestión vehicular en las principales vías del país.**

En esta fase se describen todas las características de los medios utilizados para la evaluación del objeto de estudio. Esta fase comprende primeramente la formulación, descripción y delimitación del problema, el cual será objeto de estudio. Es sin duda una etapa fundamental de la investigación, en donde se fija el objetivo general y los específicos de la misma, aclarando que fines se consideran alcanzar y cuáles son las limitantes que se presentan para la ejecución de la investigación.

De igual manera se realizará una evaluación del estado actual del parque automotor y la congestión vehicular en las principales vías del país. Es decir, la documentación sobre las causas más comunes de congestión vehicular como ente principal de emisión de contaminantes en las vías, donde ocurren, bajo qué condiciones ocurren y que se está haciendo actualmente en el país para brindar un mejor control de emisiones contaminantes en las vías venezolanas.

Dicha fase conllevará a realizar una inspección visual de las principales vías del país en donde se pueda apreciar el estado de las mismas, la congestión vehicular de acuerdo al tipo de vehículos que las usan.

#### **Fase II: Evaluación del estado actual de los controles de emisión de contaminantes de automóviles existentes en las principales vías del país, evidenciando las principales causas de contaminación y daños en dichas vías.**

En la segunda fase son definidos los criterios para el análisis de los datos obtenidos en la investigación, con la finalidad de establecer y evidenciar, la omisión de las normas tanto nacionales como internacionales que son obligatorias para los usuarios de todo vehículo automotor con el fin de controlar la emisión de contaminantes y preservar tanto el ambiente como las vías y muy importante la salud de los habitantes.

**Fase III: Elaborar la propuesta de mejora de la normativa de control de emisiones contaminantes de automóviles en las vías de Venezuela.**

En dicha fase se procede al análisis e interpretación de los resultados propios de la investigación, en los cuales se podrán describir los controles necesarios para la disminución de emisiones contaminante de automóviles, elaborando una propuesta normativa de control de dicha emisiones, con el fin de minimizar y controlar la contaminación emanada por el parque automotor en Venezuela.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

La gestión de la calidad del aire comprende los aspectos relativos a la vigilancia de la reducción y control de las emisiones a la atmosfera producidas por la operación de fuentes contaminantes, atendiendo a los parámetros establecidos en las normas; el establecimiento de los niveles permisibles de concentración de contaminantes primarios y secundarios, capaces de causar molestias, perjuicios o deterioro en el ambiente y en la salud humana, animal y vegetal, las prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y loa utilización de tecnologías en lo que se refiere a la emisiones de gases y partículas. Reduciéndola a lo máximo posible

#### **4.1 Diagnosticar la situación actual para determinar las principales causas que generan emisiones contaminantes del tránsito automotor.**

Básicamente las emisiones contaminantes se deben en buena medida a que los equipos energéticos más utilizados para generar energía mecánica para poner en marcha los vehículos son los motores de combustión interna que utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento. Sin embargo, la utilización de estos motores genera la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Entre las emisiones contaminantes de los vehículos se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos no quemados (HC), compuestos de plomo, anhídrido sulfuroso y partículas sólidas. Adicionalmente dado que los sistemas de frenos poseen partes construidas con amianto al accionar el freno de un vehículo se liberan a la atmósfera pequeñas cantidades de amianto. Por otra parte también es importante mencionar la contaminación ambiental que se genera por la pérdida de fluidos en vehículos en mal estado (aceites lubricantes, etc). Estos fluidos son derramados en las vías por donde circulan los vehículos, generando evaporaciones nocivas para la salud, además de convertirse en una fuente potencial de accidentes de tránsito ya que al ser derramados en el pavimento disminuyen considerablemente la adherencia de los neumáticos, generando la pérdida del control del vehículo, lo cual en muchas ocasiones deriva en accidentes de tránsito.

No todos los vehículos emiten los distintos tipos de contaminantes en la misma proporción, dependerá del tipo de motor que se utilice y si usan gasolina o diesel. Los vehículos de gasolina emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y compuestos de plomo. Mientras, los vehículos que utilizan diesel emiten partículas sólidas en forma de hollín que da lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso procedente del azufre contenido en el combustible. Los vehículos automotores representan una

fuente importante de contaminación del aire. El parque automotor incluye un numeroso y activo conjunto de vehículos propulsados por la combustión interna de hidrocarburos.

Las emisiones procedentes de los escapes de estos vehículos contienen monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, como ya mencionamos anteriormente que son liberados a la atmósfera en importantes cantidades. Estas emisiones son básicamente los componentes del "smog oxidante fotoquímico". Presente en las grandes ciudades. Siendo esta la razón del porque las zonas urbanas más pobladas son las que sufren la mayor contaminación de este tipo. La contaminación vehicular del aire produce efectos nocivos para la salud humana. Los estudios epidemiológicos han establecido comparaciones entre áreas urbanas (elevado nivel de contaminación) y áreas rurales (bajo nivel de contaminación) en donde se demuestra que el aumento de los casos de enfermedades respiratorias está relacionado con las primeras.

Los transportes que transcurren en los países desarrollados son responsables del 30% al 90% del total de los gases contaminantes emitidos por el tráfico en todo el mundo.

Entre 1992 y 2007 los gases nocivos con que los aviones contaminan Europa aumentaron en un 89%. El transporte aéreo es uno de los máximos responsables de la escalada de emisiones contaminantes que aceleran el cambio climático. Las medidas que se adopten para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, tendrán que incluir la reducción de las emisiones del transporte.

El objetivo fijado en el Protocolo de Kyoto fue reducir las emisiones de una serie de gases de efecto invernadero en un 8 % durante el período 2008-2012 en relación con los niveles de 1990.

Las emisiones de dióxido de carbono procedentes del transporte han aumentado rápidamente en los últimos años, del 21% del total de emisiones en 1990 al 28% en el

2004. Sin embargo, en la actualidad no existen normas sobre el límite de emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión en los vehículos.

### **Monóxido de Carbón (CO)**

De los tres principales contaminantes el monóxido de carbono es el más peligroso porque no se puede ver u olerlo. Una concentración de 0.5% de CO en el aire puede poner a una persona inconsciente y matarla en un lapso de 10 a 15 minutos. Incluso una menor concentración porcentual (0.04%) puede causar dolores de cabeza y amenazar la vida de una persona tras varias horas de exposición.

El monóxido de carbón se forma cuando la mezcla de combustible es rica y hay poco oxígeno para quemar completamente todo el combustible. Entre más rica sea la mezcla de combustible, más grande será la cantidad de CO que se produce. Altas emisiones de CO indican una combustión incompleta típicamente causada por un mal ajuste en el carburador, un filtro de aire tapado, que la mariposa del carburador esté atorada, que el sistema de entrada de aire caliente esté defectuoso, falta de sensor de oxígeno, presión excesiva de combustible o un problema con la medida de inyección de gasolina entre otros.

Cuando el motor se enciende por primera vez (el propulsor está frío) la mezcla de combustible está más rica de lo normal y el convertidor catalítico aún no alcanza su temperatura de operación por lo que en este periodo se produce más monóxido de carbón que en cualquier otro. En el momento que el auto alcanza su temperatura normal o está caliente la mezcla rica es menor (por ende el CO baja) y el convertidor ya trabaja de manera óptima por lo que se encarga de transformar la mayoría del CO en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

### **Hidrocarburos (HC):**

Las emisiones de hidrocarburos son gasolina sin quemar y vapores de aceite. Aunque no son directamente dañinos, son los mayores contribuyentes para el smog y la contaminación del ozono. Los hidrocarburos en la atmósfera reaccionan con el sol

y se rompen para formar otros componentes químicos que irritan los ojos, las fosas nasales, garganta y pulmones.

Las emisiones de HC, las cuáles son medidas en partes por millón (PPM), se generan por una mala ignición (una bujía o un cable de bujía en mal estado), un pobre encendido (un incorrecto ajuste al carburador o fugas en el vacío que crean una mezcla pobre al momento del encendido), pérdida de compresión (por fuga o una válvula de escape quemada) o por un motor desgastado lo que causa que quemee aceite (guías de válvulas, anillos o cilindros usados).

Para controlar las emisiones de hidrocarburos es necesario mantener la mezcla de combustible, ésta no deber ser ni muy pobre ni muy rica a la hora del encendido, se debe conservar la cámara de combustión completamente sellada (buenos anillos y válvulas) y mantener el sistema de ignición (cambiando las bujías y los cables de manera periódica).

Los HC que se producen en el motor son calcinados en el convertidor catalítico y se transforman a vapor de agua y dióxido de carbono.

### **Óxidos de Nitrógeno (NOX):**

El nitrógeno crea el 78% del aire que respiramos. Aunque normalmente es inerte y no se involucra directamente en el proceso de ignición, en temperaturas de combustión por arriba de los 1370°C el oxígeno y el nitrógeno se combinan formando varios componentes llamados “óxidos de nitrógeno”. Este evento ocurre normalmente cuando el motor tiene mucha carga y la válvula reguladora está completamente abierta.

Los NOX en concentraciones pequeñas en partes por millón, pueden causar irritaciones en los ojos, nariz y pulmones, así como dolores de cabeza. En altas

concentraciones pueden provocar bronquitis y agravar otras enfermedades relacionadas con los pulmones. Una vez en la atmósfera, reaccionan con el oxígeno para formar ozono (el cuál es también tóxico para respirar) y smog.

Para reducir la formación de NOX, se utiliza un dispositivo llamado Escape de Recirculación de Gas (EGR por sus siglas en inglés). Éste al recircular una pequeña cantidad de gas de escape y ponerlo de vuelta en la entrada de aire para diluir la mezcla de aire-combustible, se genera un efecto de “enfriamiento” en la combustión, manteniendo así las temperaturas por debajo de la formación del NOX.

A partir de 1981 en EUA y en motores posteriores a ese año con control computarizado, un convertidor catalítico especial denominado “three-way” se empezó usar para reducir el NOX en el escape. La primera cámara del convertidor contiene una especial “reducción” que cambia al NOX en hidrógeno y oxígeno. La segunda cámara retiene la “oxidación” la cual calcifica el CO y el HC también.

### **Emisiones de Vapor**

Los vapores de combustible que emanan del tanque pueden ser otra fuente de smog y contaminación del ozono. Es por ello que en los últimos 20 años los tanques de combustible han sido mejor sellados para prevenir la pérdida de estos vapores.

Un tanque de combustible debe tener cierta ventilación para que éste pueda “respirar” durante los cambios de temperatura y cuando el motor está trabajando. Para hacerlo varias mangueras están conectadas a una frasco lleno de carbón usualmente localizado en el compartimento del motor. Las partículas de carbón en el recipiente succionan y guardan los vapores cuando el motor no está trabajando. Después, cuando el motor es encendido, una “válvula de purga” se abre para direccionar los vapores al motor donde son quemados.

Si el frasco o algunas de las mangueras tiene alguna fuga (o la tapa de gasolina no está bien sellada) los vapores del combustible pueden escaparse a la atmósfera rápidamente. La cantidad de contaminación realmente se acumula, especialmente

durante la temporada de calor. En algunos centros de emisiones se checa la presión del tanque de combustible así como el flujo de la “válvula de purga”.

Tratar el problema de las emisiones contaminaste es de vital importancia, en tal sentido la Unión Europea y algunos Países desarrollados han establecido unos límites de emisiones a los fabricantes, que dependen del volumen de unidades que matriculan y del peso en orden de marcha de cada unidad. Esta carrera empezó en 2009.

El objetivo inicial era de 130 g/km de CO<sub>2</sub>, esta medida fue alcanzada en el 2015 por pocos fabricantes: PSA (Peugeot, Citroën), Fiat (inc. Chrysler/Jeep) y Toyota (inc. Lexus). La media de la industria está, según el último informe, a 136 gramos por kilómetro. Para el 2020 se plantea un objetivo un poco más ambicioso de 95 g/km (provisionalmente) para la Normativa Euro 6.

En función de esto la UE ha impuesto límites que deben cumplir los fabricantes en emisión de gramos de CO

vehículos, así como los controles rigurosos que existen en todo el mundo para tratar de minimizar el daño que generan. Es por eso que llama enormemente la atención de que en Venezuela no se trate este problema con la debida importancia.

En Venezuela existen normas sobre emisiones de fuentes móviles y para el control de la calidad de aire como las siguientes:

FECHA 19 AGOSTO DE 1998

DECRETO N°2673

RAFAEL CALDERA PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

En ejercicio de la atribución que le confieren los artículos 4, 19, 20 y 21 de la Ley Orgánica del Ambiente y 1, 7, 12, 15, letra g y 47 de la Ley de Tránsito Terrestre, en concordancia con el Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre, en Consejo de Ministros.

#### NORMAS SOBRE EMISIONES DE FUENTES MOVILES

Tiene por objetivo establecer las normas para el control de las emisiones de escape y de las emisiones evaporativas provenientes de las fuentes móviles.

La cual establece que a partir del año modelo 2000 y siguientes, toda fuente móvil importada o ensamblada en el país con motor a gasolina, debe cumplir con los límites de emisión para monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx), indicados en la Tabla N° 3 de este decreto, cuando se evalúe mediante los ciclos FTP-75 o transitorio de servicio pesado.

**TABLA N° 1**

| CATEGORÍA DE VEHÍCULO                | PESO BRUTO VEHICULAR (kg) | PESO VEHICULAR CON CARGA (kg) | EMISIONES PERMISIBLES |      |      |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                      |                           |                               | CO                    | HC   | NOx  |
| CICLO FTP-75                         |                           |                               | g /km*                |      |      |
| LIVIANO                              | Todos                     | Todos                         | 2,10                  | 0,25 | 0,62 |
| MEDIANO                              | ≤ 3.860                   | ≤ 1.700                       | 6,25                  | 0,50 | 0,75 |
|                                      |                           | > 1.700                       | 6,25                  | 0,50 | 1,06 |
| CICLO TRANSITORIO DE SERVICIO PESADO |                           |                               | g/bhp-h**             |      |      |
| PESADO                               | ≤ 6.350                   | Todos                         | 14,4                  | 1,1  | 5,0  |
|                                      | > 6.350                   | Todos                         | 37,1                  | 1,9  | 5,0  |

\* g/km (gramos por kilómetro)

\*\* g/bhp-h (gramos por caballos de potencia hora)

Otra de las normas de mas importante es :

FECHA 26 DE ABRIL DE 1995

DECRETO N° 638

RAFAEL CALDERA PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

En ejercicio de las atribuciones que le confieren los artículo 190, ordinal 10°, de la Constitución y de conformidad con lo establecido en los artículos 4°, 19, 20 y 21 de la Ley Orgánica del Ambiente, en Consejo de Ministros. DECRETA Las siguientes:

**NORMAS SOBRE CALIDAD DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA**

Tienen por objeto establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas.

A los efectos de estas normas se establecen límites de calidad del aire para los contaminantes de la atmósfera, la clasificación de las zonas de acuerdo con los rangos de Concentraciones de Partículas Totales Suspendidas (PTS) y los métodos de muestreo, periodos de medición y métodos analíticos para la determinación de la concentración de los contaminantes en el aire. Para el control de las fuentes fijas de contaminación atmosférica, las normas clasifican las fuentes de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas, y establecen los límites de emisión de contaminantes del aire y de opacidad para las fuentes fijas de contaminación atmosférica. Para el control de emisiones por fuentes móviles se utiliza como indicador el vehículo con motor diesel y la competencia se le asigna a las autoridades municipales. Para el seguimiento y control de las actividades se crea el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente, bajo la responsabilidad de Direcciones Regionales del MARN, en el cual deben inscribirse todas las personas que pretendan realizar o realicen cualquiera de las actividades contempladas en las normas.

Pero lamentablemente la realidad Venezolana actual es que no existe ningún tipo de mecanismo que permita el control o la aplicación de esta normativa para el control de emisiones contaminantes.

Esto sobre todo se puede apreciar en el parque automotor. Es común ver en Venezuela a los vehículos de transporte público y a los de carga pesada, circulando por las principales vías del País emanando de sus tubos de escape grandes cantidades de humo negro sin ningún tipo de control. En las rutas extraurbanas se puede apreciar como los vehículos de carga pesada pasan por los puestos de control vial generando grandes cantidades de emisiones contaminantes y los cuerpos de seguridad vial les permiten continuar en circulación libremente.

Esto también es muy común verlo en las grandes ciudades con el transporte público. Los cuales salen diariamente a circular por las principales ciudades del País

arrojando al ambiente grandes cantidades de emisiones contaminantes, sin que ninguna autoridad competente les impida la circulación generando tal cantidad de contaminación.

En algunos casos los niveles de contaminación son tan altos que incluso impiden la visibilidad a los conductores que circulan detrás de estos vehículos.



FIGURA 2 Vehículos de transporte público despidiendo grandes cantidades de emisiones contaminantes.

Fuente: lapatria.com



FIGURA 3 Vehículos de transporte público despidiendo grandes cantidades de emisiones contaminantes. Fuente: lapatria.com



FIGURA 4 Vehículo de Carga circulando arrojando grandes cantidades de emisiones contaminantes. Fuente: youtube.com

Por otra parte también se puede apreciar en Venezuela que debido a la actual crisis económica el parque automotor actual se encuentra muy deteriorado, esto debido en gran medida al alto costo de los repuestos y también a la dificultad que representa conseguirlos. Esta situación hace que los propietarios de los vehículos los mantengan en circulación con un mínimo de mantenimiento y en algunos casos en muy mal estado con motores dañados. Es por eso que también es común ver por las calles del País a vehículos familiares circulando emitiendo grandes cantidades de emisiones contaminantes por la tubería de escape. Además de también de presentar fugas de fluidos (aceites etc) que representan una fuente potencial de contaminación.



FIGURA 5 Vehículo familiar arrojando grandes cantidades de emisiones contaminantes

Fuente: El Universal

La situación actual de Venezuela en materia de contaminación ambiental generada por emisiones contaminantes de los vehículos, evidencia y amerita que se

implementen los mecanismos necesarios que hagan cumplir las normas internacionales existentes para controlar este problema.

Para esto es necesario que se haga obligatorio la revisión anual de todos los vehículos que están en circulación y que sean chequeados en función de sus emisiones contaminantes. Así como también hacer de uso obligatorio los dispositivos internacionales implementados en los vehículos para reducir sus emisiones contaminantes.

Tal como es el caso del convertidor catalítico, un equipo del cual vienen provistos todos los vehículos de última generación y sirve para disminuir considerablemente las emisiones contaminantes del vehículo. Este equipo debe mantenerse en el vehículo durante toda su vida útil. Pero es común ver en Venezuela que una vez que el mismo se daña, los propietarios proceden a desmontarlo y no lo sustituyen por otro nuevo, sino que simplemente dejan al vehículo desprovisto de este dispositivo y en su lugar colocan un pedazo de tubería de escape. Esto obviamente permite que el vehículo funcione sin ningún mecanismo de control de emisiones.

#### **4.3 Plantear mecanismos de mejora en la normativa de control de emisiones contaminantes para el parque automotor en Venezuela.**

##### **Como se puede reducir las emisiones contaminantes de vehículos en Venezuela.**

La situación actual que de Venezuela en cuanto al tratamiento de las emisiones contaminantes es verdaderamente alarmante, ya que no se están aplicando los mecanismos necesarios que permitan hacer las regulaciones necesarias. En tal sentido es pertinente que se adopten en el País las medidas internacionales (como el caso de la Unión Europea. Euro 6). Que permita de alguna manera minimizar la cantidad de emisiones contaminantes que actualmente genera el parque automotor Venezolano.

Para esto es necesario también que se cree la infraestructura necesaria. Tal como los centros de revisión de vehículos y el personal debidamente entrenado que se encargue de hacer las revisiones correspondientes al parque automotor y lo certifique para su circulación.

También es necesario que se haga de uso obligatorio en todos los vehículos el uso de los dispositivos diseñados para reducir las emisiones contaminantes como es el caso del convertidor catalítico, para los vehículos a gasolina.

El convertidor catalítico, también conocido como catalizador, es un filtro portátil que se instala en los vehículos a gasolina y diesel con la finalidad de controlar las emisiones tóxicas de escape del motor de combustión interna.

Los químicos, el Dr. John J. Mooney y Carl D. Keith, encontraron la manera de reducir los gases tóxicos en un noventa por ciento mediante una unidad portátil, incorporando el sistema de escape justo antes del silenciador. Este sistema se desarrolló en 1952, pero no fue hasta la llegada de la gasolina sin plomo que pudo ser utilizado eficazmente. En 1976 fueron instalados por primera vez en vehículos para uso civil.

El convertidor catalítico funciona filtrando el humo que sale del motor por una malla de cerámica cubierta con platino, radio y paladio, que convierte los gases tóxicos (hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono) en gases nobles al medio ambiente (nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua) mediante una reacción química que se produce cuando el catalizador alcanza altas temperaturas.

Existen tres tipos de convertidor catalítico: convertidor catalítico doble vía, convertidor catalítico triple vía y convertidor catalítico triple vía con inyección de aire.

Para ayudar al catalizador a alcanzar la temperatura óptima para su funcionamiento inmediato, existe el precalentador de convertidor catalítico en algunos autos principalmente deportivos.

También es necesario tener ciertos cuidados con el convertidor catalítico y darle periódicamente mantenimiento.

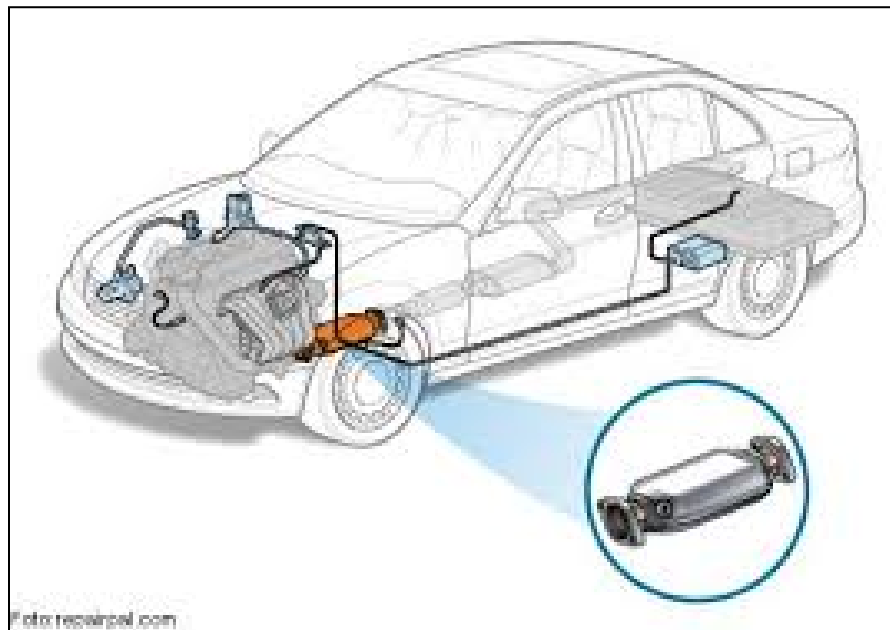


FIGURA 6 Imágenes del convertidor catalítico para reducir emisiones contaminantes de los vehículos.

Fuente: motorydominio.com

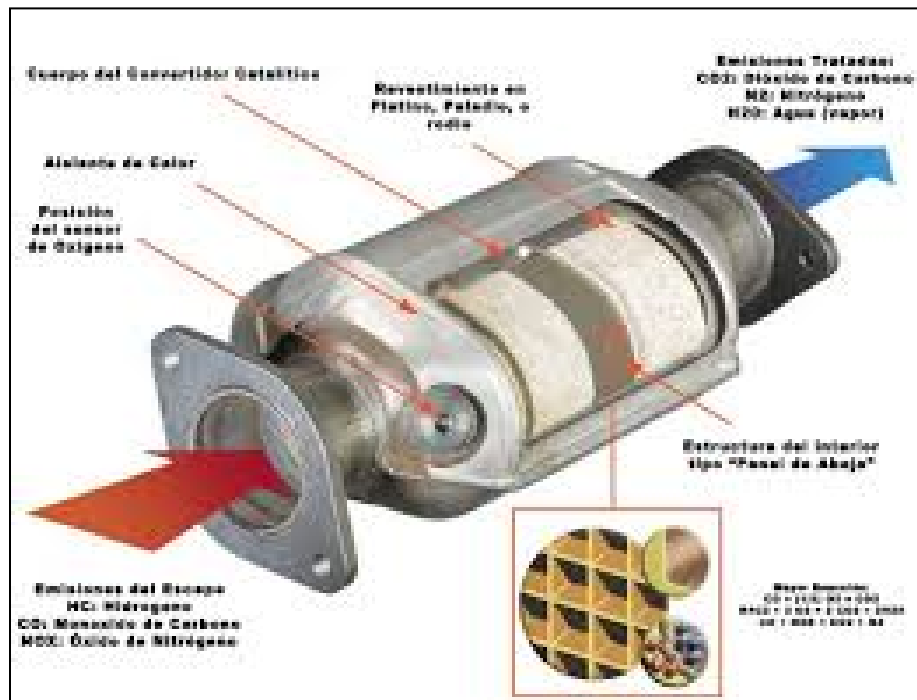


FIGURA 7 Imágenes del convertidor catalítico para reducir emisiones contaminantes de los vehículos.

Fuente: autobodmagazine.com

Para los vehículos diesel (transporte público y carga pesada) también se debe contemplar la colocación de filtros que son capaces de reducir considerablemente sus emisiones. Estos filtros logran que los vehículos diesel emitan en su máxima aceleración 300 mil partículas en vez de cuatro millones, en tal sentido disminuyen considerablemente la emisión de partículas como el hollín, partículas solidas (PM10) y partículas en suspensión de menos de 2.5 micras (PM 2.5)

Si bien es cierto que estos dispositivos para los camiones son algo costoso, pues la inversión para cada vehículo estaría por el orden de los 10 mil dólares. Su aporte hay que medirlo en función de la reducción de emisiones que generan, lo cual se transforma en un gran beneficio para la población en general ya que al reducir este

tipo de emisiones, también se reduce en gran medida el riesgo a la población de contraer enfermedades respiratorias.



FIGURA 8 Filtro para reducir emisiones en camiones.

Fuente: [aficionadosalamecanica.net](http://aficionadosalamecanica.net)

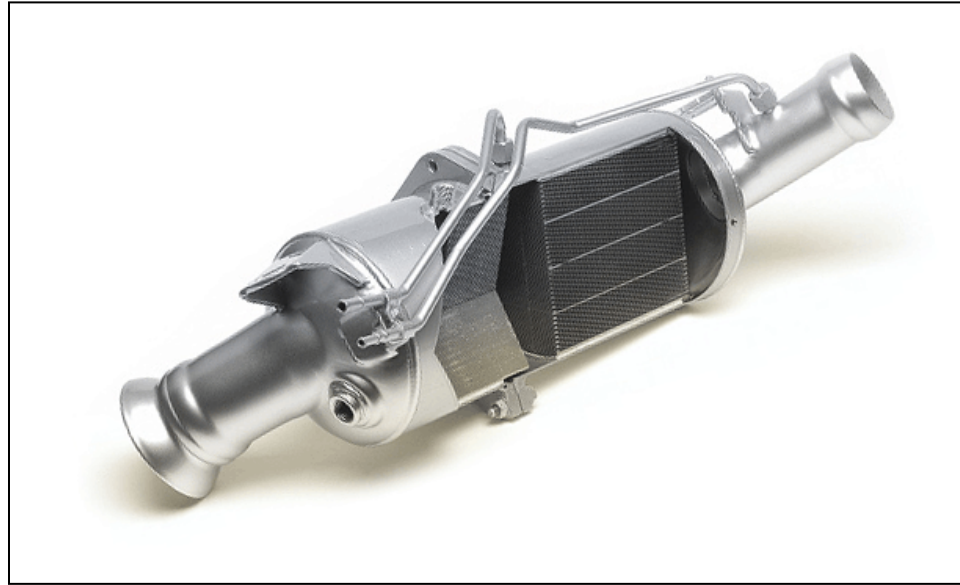


FIGURA 9 Filtro antipartículas. Para eliminar partículas de hollín emitidas por motores diesel.

Fuente: xataka.com

Un filtro de partículas diesel, a veces referido como DPF o FAP, es un dispositivo conectado al sistema de escape y está diseñado para eliminar las partículas de hollín de los gases de escape de un motor diesel.

Se trata de un dispositivo reciente, su uso se hizo obligatorio en los Países de la Unión Europea a partir de enero de 2010 al cumplir con normas anticontaminación Euro V, (a pesar de que ya es utilizado por algunos fabricantes, desde el año 2000).

También hay gran falta de conocimiento de cómo funciona, ya que hay diferentes maneras de funcionamiento en un filtro de partículas que varían de acuerdo con el fabricante de automóviles, lo que hace aún más confuso diagnosticar y asesorar sobre el procedimiento correcto cuando se producen fallos con filtros de partículas.

### **Como funciona un filtro anti partículas para motores diésel?**

Al contrario de un catalizador en que los gases pasan a través de canales abiertos en los monolitos de cerámica o metal, en el filtro de partículas, eso no ocurre, una vez que la finalidad de estos filtros es atrapar hollín y luego eliminarla, por un proceso de regeneración. Se puede eliminar hasta el 85% del hollín y en algunas situaciones de conducción casi 100%.

En el filtro de partículas, hecho normalmente por procesos de extrusión que utilizan cordierita o carburo de silicio para obtener el oval o redonda, los gases no pasan libremente a través de los canales, pero si pasan por paredes de cerámica, que son porosas, dejando sólo las partículas de hollín retenidas en los canales. Así solo los gases sin partículas pasan al exterior.

Como cualquier filtro que retiene las impurezas, estos dispositivos también deben limpiarse regularmente para que mantengan su función.

La manera de hacer esta regeneración del filtro varía de acuerdo con la tecnología usada por los fabricantes de automóviles.

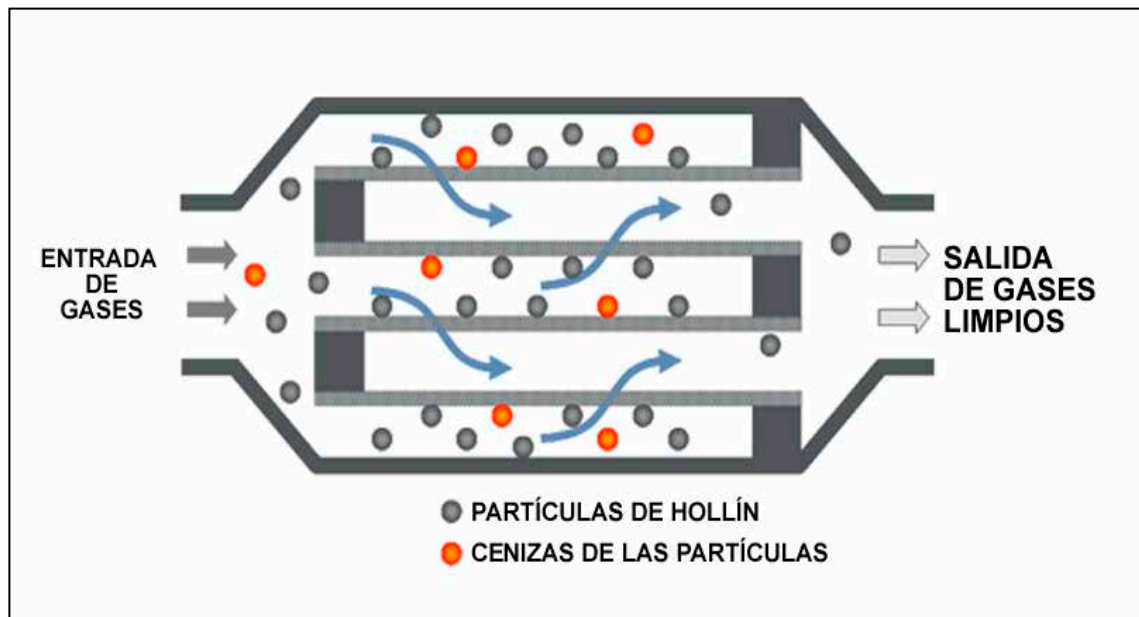


FIGURA 10 Filtro antipartículas. Para eliminar partículas de hollín emitidas por motores diesel.

Fuente: xataka.com

### La regeneración pasiva

La regeneración pasiva se hace en viajes de autopistas o trayectos largos en que la temperatura del gas de escape alcanza valores altos y así puede quemar las partículas que quedan retenidas en los canales del filtro.

La mayor parte de los filtros de partículas está integrada con un catalizador y generalmente está ubicado cerca del motor para sacar ventaja de las temperaturas más altas y por lo tanto más eficiente en la regeneración del filtro. Además, los filtros de la nueva generación se recubren con una capa de platino en los canales de modo que los gases que pasan a través de las paredes porosas del filtro aumentan la temperatura en el filtro y las partículas pueden ser quemadas y de este modo limpiar el filtro.

Como las condiciones de conducción no son siempre estas hay que añadir otras formas de regeneración.

### **La regeneración activa**

Existen varios métodos de regeneración activa, el más clásico se basa en la combustión de hollín, mediante el aumento de la temperatura de los gases de escape a la entrada del filtro. Diversos sensores miden la presión antes y después del filtro y envían esa información a la CPU del coche, que a su vez controla otros sensores que controlan la cantidad exacta de combustible inyectada y el tiempo de inyección.

Esta es la post-inyección, lo que ayuda a la regeneración del filtro, que por lo tanto envía una gran cantidad sin quemar combustible diésel en la línea de escape para elevar bastante la temperatura del gas y de iniciar el proceso de regeneración del filtro de partículas. Este es un proceso automático que el conductor no se da cuenta.

Algunos tipos de filtros, piden la adición de un aditivo de combustible para reducir la temperatura de combustión de hollín contenida en el filtro, para facilitar la regeneración. Normalmente son filtros de partículas que están colocados más lejos del motor y por lo tanto la temperatura de funcionamiento es inferior. Así que, el uso de estos aditivos que disminuyen el punto de ignición de las partículas en 150 grados y de ese modo promueve su combustión rápida.

Sin duda, la principal ventaja de este sistema es la posibilidad de reducir bastante la cantidad de hollín emitido a la atmósfera.

Una de las desventajas que aun presentan estos equipos es que por ser una nueva tecnología, solo ahora se detectan algunos fallos de su funcionamiento.

#### **4.3.1 Otras opciones que pueden ayudar a reducir considerablemente las emisiones contaminantes de los vehículos.**

Luego de plantear diferentes dispositivos que deben ser usados en los vehículos para reducir las emisiones, así como también la aplicación de la normativa correspondiente que obligue al uso de los mismos. No podemos dejar de lado algunas de la estrategia que también pueden ayudar en gran medida a reducir las cantidades de emisiones contaminantes provenientes del los vehículos.

Las fórmulas son sencillas:

**.- Vender más vehículos pequeños o de bajas emisiones:**

Los motores pequeños contaminan menos ya que consumen menos combustible. Es por eso que fomentar el uso de vehículos pequeños y llamar a los fabricantes a que produzcan modelos de poco consumo que sean más atractivos para los clientes, y así estos sean vistos como una mejor opción en comparación con los vehículos de mayor tamaño, por parte de los compradores

**.- Reducir pesos, esfuerzos mecánicos y mejorar aerodinámica:**

Mejorar la relación peso potencia de los vehículos al igual que su aerodinámica, aumenta su rendimiento, logrando reducir el consumo de combustible. En tal sentido se deben plantear ante los fabricantes parámetros de rendimiento en función de la relación peso potencia y la aerodinámica, que permitan reducir al mínimo la cantidad de combustible por kilometro recorrido

**.- Apostar más por el uso del gas que por la gasolina:**

Es necesario fomentar el uso del gas en vehículos. Para esto es de suma importancia que se cree la infraestructura necesaria (surtidores de gas) que permitan a los usuarios poder reabastecer sus vehículos con facilidad. De igual manera es necesario el cumplimiento de la normativa que obligue la implementación del sistema de gas en todos los vehículos de uso diario.

**.- Fomentar la venta de vehículos eléctricos, sus emisiones son cero:**

La implementación del uso de vehículos eléctricos ayudaría en gran medida a reducir las emisiones contaminantes, ya que estos vehículos funcionan con cero emisiones.

Los vehículos eléctricos ya se encuentran en el mercado y a pesar de las grandes ventajas que ofrecen sobre todo con respecto a la contaminación, los consumidores han visto en ellos que una de sus principales desventajas es la autonomía de viaje que estos presentan.

Actualmente la autonomía de estos vehículos va desde 120 hasta 200 km en los más rendidores. Una vez agotada la batería se debe proceder a su recarga, lo que obliga a detener al vehículo por un periodo de tiempo mucho mayor de lo que representa llenar un tanque de gasolina. Otras de las desventajas que ha afectado su aceptación en el mercado, considerando que esto disminuye la posibilidad de usar el vehículo para trayectos largos.

A continuación se presentan las características de las baterías que usan actualmente algunos de los fabricantes de vehículos eléctricos:

Tesla trabaja dos modelos de baterías: Model S y Model X con respectivamente 60 y 85 kwh de autonomía. Mercedes Benz, socio de Tesla, monta en su Mercedes SLS AMG E-drive las baterías Model S con 60 kwh de autonomía, un tipo de 36 kwh en la clase A E-Cell y 28 kwh en el nuevo clase B Electric Drive. En kilómetros la autonomía de éstas baterías viene a ser de unos 200 kilómetros.

Nissan – Renault ofrecen en su Renault Zoe por ejemplo un pack de baterías de 24 kwh que vienen a ser 140 kilómetros de autonomía. También modelos como el Nissan Leaf cuentan con éstas baterías.

Los alemanes Volkswagen y BMW llevan baterías de 26 kwh y 18,8 kwh en sus modelos E Golf y BMW i3. Esto equivale aproximadamente a una autonomía de 150 y 120 kilómetros respectivamente.

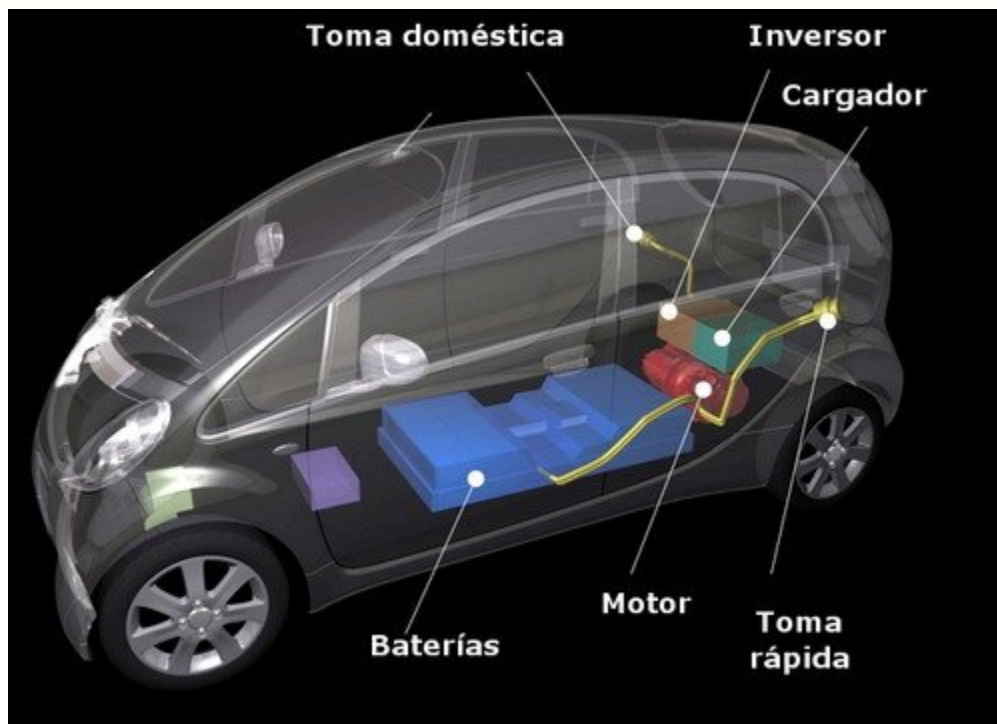


FIGURA11 Imagen esquemática de un vehículo eléctrico.

Fuente: Cocheselectricos365.com



FIGURA 12 Imagen de recarga de un vehículo eléctrico y su surtidor

Fuente: Cocheselectricos365.com

### **.- Fomentar el uso de vehículos híbridos:**

Este tipo de vehículos tiene varios componentes comunes independientemente de la arquitectura (híbrido en serie, paralelo o combinado). Si fuese un vehículo 100% eléctrico no tendría motor térmico, y el resto es igual.

Motor térmico: Suele ser gasolina (ciclo Otto, Atkinson o Miller) o diesel. También podría funcionar con gas o biocombustibles. Tienen poca cilindrada respecto a un modelo equivalente de motor convencional y prima el par máximo sobre la potencia.

Motor eléctrico: Puede haber más de uno y siempre va conectado a la transmisión o empuja directamente a las ruedas, como es el caso de los motores in-wheel o dentro de la rueda. Su sonoridad es prácticamente nula y dan casi todo el par en un régimen muy bajo de revoluciones.

Los vehículos híbridos son mucho menos contaminantes que un vehículo que solo use un motor de combustión interna. No solo por estar dotados de un sistema de propulsión eléctrico, sino que además el motor térmico (gasolina o diesel) que usan está diseñado para poco consumo de combustible dada las características mecánicas del vehículo.

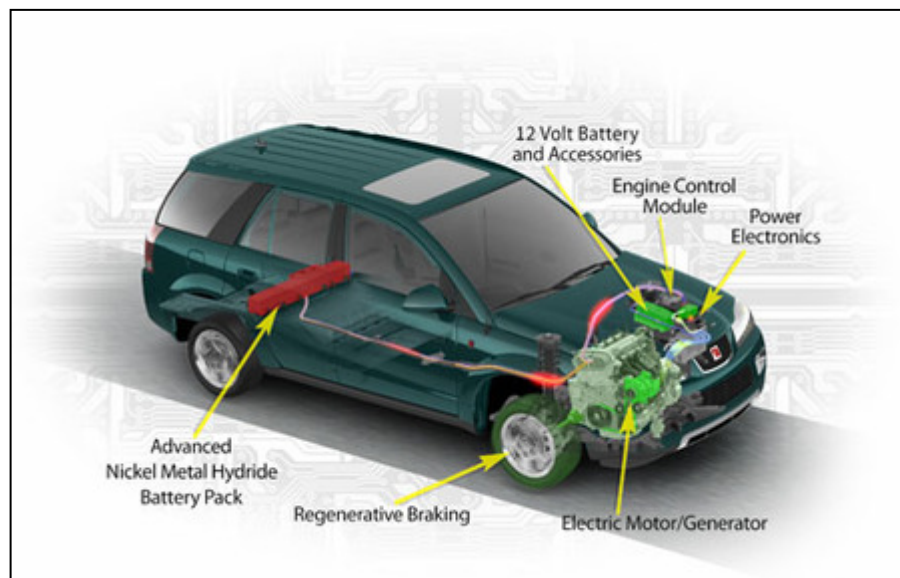


FIGURA 13 Equipamiento de un vehículo híbrido.

Fuente motorpasion

Al usar el motor a gasolina conjuntamente con el motor eléctrico el desempeño del vehículo se hace mucho más eficiente, maximiza la distancia recorrida por combustible consumido, pero además es medioambientalmente muy útil ya que

reduce mucho la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), partículas sólidas, hidrocarburos sin quemar (HC), monóxido de carbono (CO), etc.

Cuando el motor térmico no está empujando al estar apagado o en retención, no inyecta nada de combustible, de modo que el consumo es nulo, y las emisiones son cero. Eso significa que podríamos respirar el aire que saldría del tubo de escape con total seguridad. El motor eléctrico no produce contaminación de ningún tipo, es más, ni necesita aire.

## **CAPÍTULO V**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **5.1 Conclusiones**

De acuerdo a todo lo expuesto anteriormente y haciendo una comparativa con la situación en Venezuela, se puede obtener como primera conclusión de que actualmente en Venezuela no se está haciendo nada prácticamente para regular o controlar las emisiones contaminantes proveniente de los vehículos.

Por otra parte también se observa de manera concluyente que debido a la situación económica actual del País, el parque automotor en general está muy deteriorado y data de muchos años. Pero principalmente los vehículos de transporte público y de carga pesada. Los cuales se pueden apreciar a diario como circulan por las carreteras del País arrojando al ambiente cantidades enormes de emisiones contaminantes.

De igual manera también pudimos concluir que no hay un organismo competente con la infraestructura adecuada, para la aplicación de la normativa correspondiente, para lograr reducir la cantidad de emisiones contaminantes provenientes del parque automotor actual.

También se pudo observar que no hay en la población de conductores de vehículos de carga pesada y transporte público una cultura sobre el cuidado del medio ambiente. En su mayoría los conductores de camiones y vehículos de transporte público no se preocupan de realizar las reparaciones necesarias en sus vehículos para disminuir las emisiones contaminantes de los mismos.

De igual manera se pudo apreciar que existe un gran número de vehículos familiares que circulan con los motores dañados, derramando fluidos (aceites etc) en las vías, así como también arrojando por la tubería de escape grandes cantidades de emisiones contaminantes producto de los daños del motor.

## **5.2 Recomendaciones**

Como primera recomendación se puede señalar que es urgente que en Venezuela se aplique la normativa internacional correspondiente para el control de emisiones contaminantes de vehículos.

Por otra parte es de suma importancia que se asignen las competencias necesarias para que exista una Institución encargada de aplicar la Normativa Internacional de Control de Emisiones Contaminantes.

De igual manera y en correspondencia con la recomendación anterior es necesario que se dote a la Institución encargada de aplicar la Normativa, de la Infraestructura necesaria para que pueda cumplir sus funciones a cabalidad. Dentro de las cuales deben estar la revisión periódica del parque automotor, en donde se evaluara si los vehículos están aptos para poder circular. Si los vehículos son aprobados para circular, deben ser permisadas hasta el tiempo de la próxima revisión, que no debería exceder de un año. Los vehículos rechazados para circular deben ser reparados para ser revisados nuevamente. Y solo podrán ser autorizados a circular

hasta tanto cumplan con las cantidades permitidas de emisiones contempladas en la Normativa.

También se deben crear campañas de concientización para los conductores en donde se les indique la importancia de regular la cantidad de emisiones contaminantes que arrojan sus vehículos. Sobre todo en los conductores de vehículos de carga pesada y de transporte público.

De igual manera también se deben implementar sanciones representativas para aquellas empresas de transporte y choferes que incumplan la Normativa de Control de Emisiones Contaminantes.

Paralelamente también deben existir sanciones para los propietarios y conductores de vehículos familiares que incumplan con la Normativa de Control de emisiones.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2260/1/65T00046.pdf>

[http://www.dim.uchile.cl/~lgallard/GF\\_515\\_docs/OLD\\_mar2004/M-Osses.pdf](http://www.dim.uchile.cl/~lgallard/GF_515_docs/OLD_mar2004/M-Osses.pdf)

<http://www.eluniversal.com/caracas/140509/crean-la-red-venezolana-de-seguridad-vial>

<http://www.adan.org.ve/documentos/Decreto-2673.pdf>

<http://www.lurconsultores.com/wp-content/uploads/2017/07/2015-Ley-de-Calidad-de-las-aguas-y-del-Aire-trnascrpci%C3%B3n.pdf>

[http://www.uc.edu.ve/mega\\_uc/archivos/leyes/a\\_ley\\_organica\\_ambiente\\_2007.pdf](http://www.uc.edu.ve/mega_uc/archivos/leyes/a_ley_organica_ambiente_2007.pdf)

[http://www.intt.gob.ve/repositorio/pagina\\_nueva/intt/marco\\_juridico/reglament\\_o\\_de\\_la\\_ley\\_de\\_transito\\_terrestre.pdf](http://www.intt.gob.ve/repositorio/pagina_nueva/intt/marco_juridico/reglament_o_de_la_ley_de_transito_terrestre.pdf)