

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR BIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EMITIDO
POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE TORREÓN.**

TESIS

QUE PRESENTA

RENE OVANDO DE PAZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR BIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EMITIDO POR
VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE TORREÓN.**

TESIS DEL C. **RENE OVANDO DE PAZ** QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H
JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADO POR:

PRESIDENTE:


DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO.

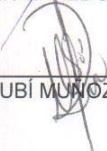
VOCAL:


ING. JOEL LIMONES AVITIA.

VOCAL:


DR. ALFREDO OGAZ.

VOCAL SUPLENTE:


I.B.Q. RUBÍ MUÑOZ SOTO.

EL COORDINADOR DE LAS
CARRERAS AGRONÓMICAS


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAH. MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR BIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EMITIDO POR
VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE TORREÓN.**

TESIS DEL C. **RENE OVANDO DE PAZ** ELABORADA BAJO LA SUPERVICION DEL
COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADO POR:

PRESIDENTE:



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO.

VOCAL:



ING. JOEL LIMONES AVITIA.

VOCAL:



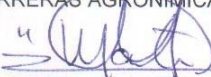
DR. ALFREDO OGAZ.

VOCAL SUPLENTE:



I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO.

EL COORDINADOR DE LAS
CARRERAS AGRONOMICAS



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAH. MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2010

AGRADECIMIENTOS

A DIOS.

Gracias por darme la oportunidad, la capacidad para razonar y su amor en los momentos más difíciles de mi vida, por ayudarme incondicionalmente, gracias por haber estado conmigo en todo momento y en este proceso de formación por las fuerzas suficientes para seguir adelante, así como brindarme los medios necesarios para concluir mi objetivo y que aun estando muy lejos de mis seres queridos sabía que él estaba conmigo, muchas gracias.

A MI "ALMA TERRA MATER"

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna Por haberme permitido terminar mi carrera profesional en ella, por darme las herramientas necesarias para poder afrontar los obstáculos que se presentan en la vida y por todas las cosas que me dio para poder ser lo que soy.

A MIS ASESORES.

Al Dr. José Luis Reyes Carrillo, gracias por su sencillez, habilidad y calidad humana que mostró en el tiempo de la realización de este trabajo, por brindarme su apoyo, asesoramiento, amistad y sus conocimientos para la culminación de este trabajo de tesis.

Al Ing. Joel Limones Avitia, gracias por el apoyo que me brindo y la paciencia que me tuvo en la realización de mi tesis gracias por enseñarme algunos de sus conocimientos, pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Alfredo Ogaz gracias por su sencillez, amistad, apoyo y por toda su disponibilidad que me brindó durante este proceso.

A la Ing. Rubí Muñoz Soto, gracias por el apoyo brindado durante mi estancia dentro de la universidad, por su paciencia y por su amistad.

A MIS AMIGOS.

Gracias a todos mis amigos por los ánimos que me brindaron y que siempre me persuadieron de terminar esta meta gracias por el apoyo incondicional que me han dado y por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A los amigos que gracias a Dios pude conocer acá en Torreón, a Francisco S. Zenteno Pérez, Humberto Gómez Zavala, Victoria Cárdenas Santiago, Marlene Hernández Roblero, gracias por compartir muchos momentos de felicidad y tristeza, por impulsarme a seguir adelante y por todas las cosas que pasamos juntos en el trascurso de la carrera y ser parte de mi formación académica, les deseo mucho éxito en su vida personal como profesional.

DEDICATORIAS

A DIOS

Por haberme dado el Ser y permitirme terminar una de las metas más importante de mi vida, por darme siempre la fortaleza y jamás dejarme vencer ante las adversidades que la vida me pone.

A MIS PADRES.

A Rene Ovando Espinosa y Carlota de Paz Meza por haberme dado la vida, cuidarme, educarme y enseñarme los valores necesarios para afrontar cada uno de los obstáculos que se presentan en el camino. Y en especial por el gran esfuerzo incondicional que hicieron por mí.

A mi madre Carlota de paz por cuidarme, amarme y por haber estado conmigo en las buenas y en las malas, por enseñarme todo en la vida, por darme tus consejos en los momentos más difícil de mi vida, gracias por tu apoyo incondicional que me brindaste para que pudiera ser lo que ahora soy, gracias por todo mamá.

A MI ESPOSA.

A la Lic. Clara I. Barrios Meda por su apoyo incondicional, motivación, paciencia, por sus consejos para poder terminar este trabajo y sobre todo por la confianza que medio y lo más importante por su amor incondicional, gracias por todo mi amor.

A MI HIJO (a).

Que viene en camino por darme las fuerzas suficientes para poder terminar, este propósito a ti hijo que eres mi motivación, la luz que me alumbraba en los momentos más difíciles de mi vida y que me alentaba a salir a delante, te amo con toda las fuerzas de mi corazón, bebé.

A MIS HERMANOS.

Enner, Eugenia, Juani, Yadira y Marcelli por compartir momentos inolvidables de felicidad y tristeza a lo largo de mi infancia, por apoyarme incondicionalmente en mis estudios y lograr uno de mis más grandes sueños, gracias a ustedes que me impulsaron a salir adelante a pesar de las dificultades de la vida y por la confianza que depositaron en mí, los quiero mucho.

A MI ABUELA.

Consuelo Meza Villalobos por su amor incondicional que me brindó cada momento de mi vida, por estar conmigo en las buenas y en las malas por enseñarme a luchar por lo que uno quiere, gracias abuela por ser parte de mi vida te amo.

A MI TIO.

Alberto Cerda Meza sé que donde quiera que estés, gracias por ser mi amigo y por todos los consejos que mediste y que me alentaste a seguir a delante don quiera que estés muchas gracias por todo.

A MIS SOBRINOS.

Cecilia, Janeth, Fátima, Cinthia y Alan R. por animarme a salir adelante y por su apoyo incondicional en todo momento y por compartir momentos inolvidables gracias.

INDICE

CONTENIDO Página

Agradecimientos.....	I
Dedicatoria.....	III
Índice de tablas y gráficas.....	VII
Resumen.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.OBJETIVO.....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivo Específico.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Fuentes móviles.....	9
3.2 El dióxido de carbono (CO ₂).....	10
3.2.1 Que es el CO ₂	10
3.2.2 Usos del CO ₂	11
3.2.3 CO ₂ y el efecto invernadero.....	11
3.2.4 Descripción del dióxido de carbono	12
3.2.5 Propiedades químicas.....	13
3.2.6 Características físicas.....	13
3.3 ¿Qué es la captura y almacenamiento de dióxido de carbono? ...	14
3.4 De donde viene la mayoría de la contaminación atmosférica en México.....	17
3.4.1 De donde viene la contaminación atmosférica	17
	V

3.4.2 Efectos del transporte sobre el medio ambiente.....	17
3.4.2.1 Consumo de energía.....	17
3.4.2.2 Efectos sobre el clima.....	18
3.5 Los gases de efecto invernadero.....	22
3.5.1 Contaminación atmosférica.....	24
3.5.2 Consecuencias de la contaminación del aire por fuentes móviles sobre las personas	25
3.5.3 Formación de los contaminantes.....	25
3.5.4 Clasificación de los contaminantes.....	26
3.5.5 Problemática regional.....	27
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII.RECOMENDACIONES.....	38
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	39

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tablas	Página
1. Propiedades Químicas.....	13
2. Relación de los gases de efecto invernadero más importantes.....	23
3. Relación de gases contaminantes presentes en la atmósfera, así como la concentración de dichos contaminantes.....	25
4. Clasificación de las especies de contaminantes por su peligrosidad al ser humano y al medio ambiente.....	26

Gráficas	Página
1. Principales fuentes de emisiones a la atmósfera.....	4
2. Fuentes de emisiones a la atmosfera por ramo.....	6
3. Porcentaje de vehículos verificados dependiendo del tipo de combustible empleado.....	32
4. Número de vehículos verificados por año.....	33
5. Descripción de las marcas de vehículos verificados oficiales y particulares de la Cd. De Torreón, Coah.....	34
6. Cantidad de vehículos que emiten CO ₂ , tanto oficiales como particulares que transitan en la Cd. De Torreón, Coah.....	35
7. Cantidad de CO ₂ que emiten los vehículos que se verificaron Por el municipio de Torreón, Coah.....	35

Resumen

El presente trabajo se refiere a un análisis cuantitativo de las emisiones de bióxido de carbono, CO₂, emitido por el sector transporte en la ciudad de Torreón, Coah., lo anterior como una herramienta para evaluar los probables impactos ambientales de la contaminación atmosférica, a fin de estimar la cantidad de las emisiones de contaminantes que se emiten a la atmósfera. Para la evaluación de las emisiones, se tomó como referencia los datos proporcionados por el centro de verificación vehicular del municipio de Torreón, correspondientes al año 2008. Los contaminantes evaluados, en dicho centro de verificación, son los siguientes: Dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), para automóviles y vehículos de carga ligera de diferentes años y modelo. Lo anterior como parte del programa de verificación vehicular, implementado en la ciudad, para conocer la calidad de aire que se respira en la mancha urbana. Como parte del programa de verificación vehicular, se obliga a los vehículos que sobrepasan los límites permisibles que marca la norma oficial mexicana NOM-correspondiente, de emisiones de gases, que deban regresar a la revisión, hasta que sus emisiones cumplan con los límites máximos permisibles por la norma oficial mexicana en referencia. El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Este gas forma parte de la composición de la tropósfera, que es la capa de la atmósfera más próxima a la tierra, la concentración de este gas en la atmósfera es, en una proporción de 350 ppm (partes por millón). El dióxido de carbono es un componente del cambio climático global, posiblemente el mejor documentado. Desde mediados del siglo XIX hasta hoy, el aumento ha sido de 80 ppm. Dada su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, no se considera como una sustancia altamente contaminante, pero se dan dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad: a).- Se considera como un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, por lo que produce el llamado “efecto invernadero” y, b).- Su concentración está aumentando en los últimos años, debido principalmente, por la quema de los combustibles fósiles y la quema de grandes extensiones de bosques.

Palabras claves: contaminación, atmosfera, CO₂, vehículos, efecto invernadero, emisiones.

I INTRODUCCIÓN

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia de material indeseable en el aire, en cantidades bastante grandes como para producir efectos nocivos a la salud y los bienes. Los materiales indeseables pueden dañar la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente global, así como crear ofensas estéticas, en la forma de aire color café o brumoso, o bien, olores desagradables. El creciente uso de los vehículos de combustión interna, especialmente en las zonas urbanas, aumentará las emisiones de gases contaminantes, debido al exceso en consumo de los combustibles que se utilizaría con día, como la gasolina, trayendo como consecuencia la contaminación del aire y por consiguiente las emisiones de CO₂ y demás contaminantes como: El metano, el ozono, monóxido de carbono, óxido nitroso y, el CO₂.

A nivel mundial, los vehículos de motor emiten más de 900 millones de toneladas métricas de CO₂ cada año. Estas emisiones representan más de los 15 % de los contaminantes emitidos a la atmósfera. Debido a las grandes flotas de vehículos, tanto en los países desarrollados y subdesarrollados, estos son los responsables de la gran cantidad de las emisiones que se genera hacia la atmósfera. La contaminación atmosférica incluye gases de efecto invernadero. Uno de ellos es el dióxido de carbono, proveniente de la emisión de vehículos y camiones. Los gases de efecto invernadero causan el calentamiento del planeta, en los últimos 150 años ha aumentado la cantidad de este gas, en nuestra atmósfera. Este aumento proviene de la gran cantidad de emisiones de vehículos automotores y de contaminantes emitidos por las fábricas y centrales eléctricas. Durante este último siglo, el aumento de gases de efecto invernadero, es la mayor causa del calentamiento global (Ventanas al universo, 2008).

II OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Conocer la problemática de la contaminación atmosférica por bióxido de carbono (CO_2), emitido por vehículos automotores en la ciudad de Torreón, Coahuila.

2.2.- Objetivo específico.

Determinar si la cantidad de bióxido de carbono, emitido por los vehículos automotores en la ciudad de Torreón, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.

2.3.-Hipótesis.

La cantidad de emisiones de bióxido de carbono emitido por lo vehículos automotores en la ciudad de Torreón, rebasan los límites máximos permitido por las Norma Mexicana, en cuanto a la emisión de este tipo de gases contaminantes.

III REVISIÓN DE LITERATURA

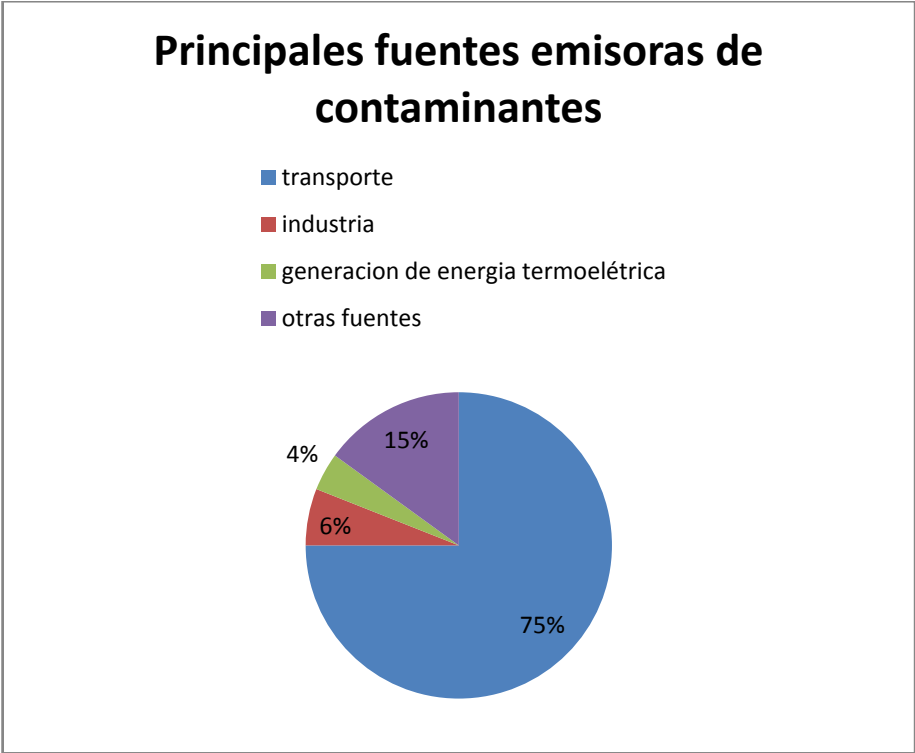
Los automotores representan una fuente importante de contaminación del aire. El parque automotor incluye un numeroso y activo conjunto de vehículos propulsados por la combustión de hidrocarburos, como son los ciclomotores, automóviles y camiones. Las emisiones procedentes de los escapes de estos vehículos contienen monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno que son liberados a la atmósfera en importantes cantidades; estos son los componentes del "smog oxidante fotoquímico". Por esta razón, 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 establecen comparaciones entre áreas urbanas, con elevado nivel de contaminación y áreas rurales, con bajo nivel de contaminación, demuestran que el aumento de los casos de enfermedades respiratorias está relacionado con las primeras (Diccionario de la naturaleza, 1987).

Los países industriales representan el 65% de las emisiones de CO₂, los Estados Unidos y la Unión Soviética son los responsables del 50%, de estas emisiones. Los países menos adelantados (PMA), con un 80% de la población mundial, son responsables del 35% de las emisiones de CO₂, pero puede contribuir hasta un 50% para el año 2020, de estas emisiones. Las emisiones de dióxido de carbono están aumentando a un ritmo de 4% al año" (Miller, 1990).

En los últimos años, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), de los Estados Unidos de Norteamérica, ha comenzado a ver el dióxido de carbono, como una preocupación de la contaminación. EL gas denominado dióxido de carbono no afecta directamente la salud de los humanos, pero es un gas de "efecto invernadero" que atrapa el calor del sol y contribuye al calentamiento global (EPA, 2010).

Entre los fenómenos ecológicos de creciente preocupación a nivel mundial y continental, se encuentra la contaminación del aire en los centros urbanos, la cual es provocada por distintas fuentes, en particular y con gran incidencia, por las emisiones de gases tóxicos provenientes de vehículos automotores denominados “Fuentes Móviles”. Estadísticas internacionales y tomando como referencia el Valle de México y otras grandes ciudades de Latinoamérica, la contaminación total del aire por fuentes contaminantes tiene los siguientes promedios: Vehículos particulares y de transporte público 75%, industria en general 6%, generación de energía termoeléctrica 4%, otras fuentes, descomposición de la basura el 15%. En Europa la proporción de aportes por contaminantes de los automotores es del 55%. (Usaidfromtheamericanpeople, 2003).

Grafica No. 1. Principales fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera



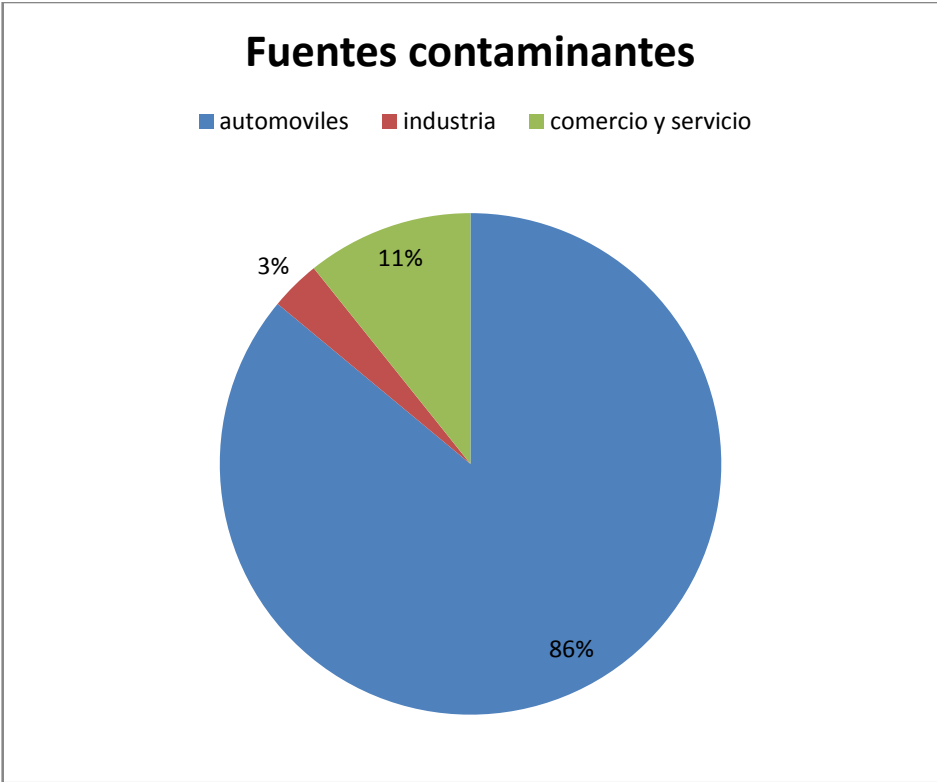
Los sistemas de transporte han sido diseñados para trasladar a las personas. Disminuir la dependencia de los vehículos privados es un paso esencial que pueden tomar todas las áreas urbanas. Por ejemplo, Santiago, de Chile y Brasil, está revisando su sistema de transporte para fomentar más el uso del

transporte público y, al mismo tiempo, están haciendo cambios en el sistema de transporte público para utilizar tecnologías limpias y combustibles alternativos. Además, en respuesta a los problemas de salud y ambientales que cada día van en aumento, otras ciudades han adoptado medidas para reducir la contaminación del aire, principalmente por medio de mejores sistemas de transporte público y la reducción del tráfico. Desde 1998, Bogotá, Colombia, ha disminuido el uso de vehículos automotores construyendo rutas de bicicleta, restringiendo el uso de automóviles a ciertas horas del día, implementando un sistema eficaz de autobuses. Dichas acciones han reducido los contaminantes del aire en un 40%. El gobierno municipal además creó una red extensa de transporte público para conectar las afueras con el centro de la ciudad. El resultado es de menos contaminación por el tráfico vehicular y más crecimiento económico, debido a que el transporte público traslada a la gente de manera más conveniente por distancias más largas al trabajo, al mismo tiempo que disminuyen la circulación de los vehículos privados que contaminen más la ciudad. Las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), sugiere que reducir el material particulado en suspensión en las ciudades de los países en desarrollo a niveles seguros podría salvar las vidas de 300.000 a 700.000 personas anualmente. En algunas áreas urbanas de América Latina los altos niveles de contaminación del aire demandan que el control de las emisiones de vehículos sea una prioridad principal entre las necesidades de salud pública (International Development, 2010).

El uso excesivo del automóvil provoca un alto grado de contaminación del aire y si le sumamos que muchos de ellos se encuentran en mal estado y que despiden gran número de contaminantes que afectan directamente a la salud de los individuos, podremos darnos cuenta de lo mucho que podemos contribuir al medio ambiente. El aire que respiramos está compuesto por 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0.093% de argón y una porción de vapor de agua, cuando hablamos de contaminación del aire, nos referimos a la alteración de esta composición, producida por causas naturales o provocadas por el hombre, las primeras no se pueden evitar, pero las segundas, es nuestra obligación evitarlas. Las fuentes que

provocan la contaminación del aire se clasifican en fijas que son toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones y procesos industriales, comerciales y fuentes móviles, que son todo equipo o maquinaria no fijos, con motores de combustión y similares que con motivo de su operación generan emisiones contaminantes a la atmósfera. La industria y el transporte son las dos principales fuentes de contaminación del aire. Datos oficiales revelan que el transporte público de pasajeros, de carga y particulares, generan el 80 % del total de los contaminantes a la atmósfera, el 3% lo representa la industria y el 10% restante el comercio y los servicios. Se consumen 43 millones de litros de combustible al día, el 10% del presupuesto oficial, se destina a el sector salud, referente a enfermedades cardiovasculares y respiratorias, existen 3.5 millones de vehículos automotores que circulan diariamente en vialidades, carreteras y autopistas a nivel mundial (revista “En buenas manos”, 2010).

Grafica No. 2.- Fuentes de emisiones a la atmósfera por ramo. En la siguiente gráfica se presentan las principales actividades que emiten contaminantes a la atmósfera.



Uno de los problemas más importantes en vehículos a gasolina, es sin duda la fuga de hidrocarburos sin quemar, lo cual repercute directamente en la economía de los conductores. Aproximadamente el 65% de los vehículos tienen valores superiores a las 600 ppm de hidrocarburos, llegando en algunos casos inclusive a más de 5000 ppm. Este segmento del parque vehicular lo comprenden modelos de 1994 hacia abajo como, minibuses, microbuses y automóviles antiguos, en cuyos propietarios se nota una falta total de cultura en el mantenimiento preventivo, con lo cual podrían lograr excelentes resultados en reducción del consumo de combustible y por ende, reducción de la contaminación (Starmedia, 2009).

La contaminación atmosférica se expresa por un volúmen considerable de gases provenientes principalmente de la combustión de diversos materiales como: el bióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre, que son los más importantes compuestos que provocan cambios en la composición del aire, mismos que se manifiestan en la, lluvia ácida, efecto invernadero y la alteración de la capa de ozono (SMACC, 2010).

Cuando se discuten las fuentes de contaminación del aire, comúnmente se usan cuatro términos: móvil, estacionaria, puntual y naturales. Las fuentes móviles incluyen diversas formas de transporte tales como automóviles, camiones y aviones. Las fuentes estacionarias son las instalaciones no movibles, tales como plantas de energía y establecimientos industriales. Una fuente puntual se refiere a una fuente en un punto fijo, tal como una chimenea o tanque de almacenamiento que emite contaminantes y finalmente las naturales, que son la actividad volcánica, los incendios forestales entre otros, ya que son algunos casos de contaminación atmosférica. El automóvil es la principal fuente de contaminación del aire (Cepis, 2010).

La contaminación atmosférica incluye gases de efecto invernadero. Uno de ellos es el dióxido de carbono, proveniente de la emisión de vehículos y camiones. Los gases de efecto invernadero causan el calentamiento del planeta, pero en los

últimos 150 años ha aumentado la cantidad en nuestra atmósfera. Este aumento proviene de la gran cantidad de emisiones de vehículos automotores y de contaminantes emitidos por las fábricas y centrales eléctricas. Durante este último siglo, el aumento de gases invernadero es la mayor causa del calentamiento global(Ventanas al universo, 2008).

El creciente uso de los vehículos de combustión interna, especialmente en las zonas urbanas, aumenta la congestión vehicular en las calles, la demanda de gasolina, empeora la contaminación del aire y aumenta, en gran medida las emisiones de una gran variedad de gases de efecto invernadero, los gases incluidos son: el metano, el ozono, el monóxido de carbono, el óxido nitroso y, el CO₂.A nivel mundial, los vehículos de motor en la actualidad emiten más de 900 millones de toneladas métricas de CO₂ cada año,estas emisiones representan más del 15 por ciento. Debido a sus grandes flotas de vehículos, los países desarrollados son responsables de una gran cuota proporcional de las emisiones. En 1993, los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) representaron cerca de dos tercios del total de CO₂de las emisiones mundiales de vehículos de motor, aunque estos países sólo representaron un 16 por ciento de la población del mundo.Si el crecimiento lineal de las emisiones que caracterizan los últimos 20 años se continuará en el próximo siglo, los países de la OCDE aún supondrían un 60 por ciento de pleno mundial de vehículos de motor de las emisiones para el año 2050. Teniendo en cuenta el probable crecimiento de la flota mundial de vehículos, los problemas del calentamiento global y la contaminación del aire urbano, es casi seguro que es necesario hacer un cambio a largo plazo del consumo de la gasolina, como la fuente universal de energía para el transporte.Es por eso que la mayoría de los fabricantes de automóviles más importantes del mundo están respondiendo a este reto y están desarrollando eficientemente, vehículos alimentados de manera convencional, así como los llamados vehículos de combustible alternativo. Estos últimos son llamados vehículos híbridos(WorldResources, 1999).

Los temas que los gobiernos están tratando intensivamente es, el correspondiente al control de las emisiones de gases efecto invernadero emitidos a la atmósfera, como el dióxido de carbono, así como el control del parque vehicular y el uso de biocombustibles que sean más amigables con el medio ambiente. Esto se traduce en que las empresas tienen que adecuar sus procesos hacia una producción más limpia y eco-eficiente. Por lo anterior, los gobiernos ofrecen una serie de incentivos tributarios que motiven al sector transporte a encontrar la manera de mejorar las emisiones de los transportes. (Biodiversityreportingaward, 2008).

3.1.- Fuentes móviles

Las fuentes móviles incluyen las diversas formas de transporte, tales como automóviles, camiones y aviones, etc. La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de dióxido de carbono, monóxido de carbono (CO) y cantidades menores de óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Los programas para el control de emisiones de automóviles, como el programa de verificación vehicular y el uso de convertidores catalíticos, han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire. Además, las normas que especifican la calidad del combustible de los automóviles y límites de emisiones, así como los vehículos nuevos en circulación, han contribuido también a una mayor eficiencia y menores emisiones. Por ejemplo, la transición de la gasolina con plomo a la gasolina sin plomo, ha reducido extraordinariamente la cantidad de plomo en el aire. Sin embargo, debido al creciente número de vehículos, los automóviles siguen siendo la principal fuente móvil de contaminación del aire. La tendencia internacional para disminuir las emisiones contaminantes de este tipo de fuentes, en gran medida está dirigida a la adopción de tecnologías más limpias a través del uso de energías renovables como la solar o eólica, etc. y la implantación de medidas cada vez más efectivas, para elevar la eficiencia energética de los procesos y mejorar la calidad de los combustibles, entre otras. Y en menor

medida, la instalación de dispositivos de control y reducción de las emisiones de CO₂(INE, 2010).

3.2.- El dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera, capa de la atmósfera más próxima a la tierra, actualmente se encuentra en una proporción de 350 ppm (partes por millón). El aumento del contenido de dióxido de carbono que se verifica actualmente, lo hace uno de los contaminantes más importantes que provoca el

Cambio climático global, y posiblemente el mejor documentado. Desde mediados del siglo XIX hasta hoy, el aumento ha sido de 80 ppm. Dada su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, no deberíamos considerarlo una sustancia que contamina, pero se dan dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad; es un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, el llamado efecto invernadero; y su concentración, que está aumentando en los últimos años, por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques. Por estos motivos es uno de los gases que más influye en el calentamiento global del planeta y por consiguiente en el cambio climático (Todoambiente, 2001).

3.2.1.- Que es el CO₂

A temperatura y presión normal, el dióxido de carbono es un gas incoloro, no inflamable. Aunque en la atmósfera terrestre es mucho menos abundante que el nitrógeno y el oxígeno, el dióxido de carbono es un ingrediente importante de ésta. Una molécula de dióxido de carbono (CO₂) está formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno. El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y el transferido desde la tropósfera a los océanos. El aumento del contenido de dióxido de carbono que se está

experimentando actualmente lo convierte en el principal componente del cambio climático global, debemos de dejar de lanzar CO₂ a la atmósfera o el calentamiento de la tierra será irreversible.

3.2.2.- Usos del CO₂

A pesar de que el CO₂, es considerado como un gas de efecto invernadero (GEI), cuando es emitido a la atmósfera, este también cuenta con una gran variedad de usos en las actividades humanas, dichos usos son de gran utilidad, tanto en procesos industriales, alimentaria, etc., como:

- Se utiliza como agente extintor, dentro de los equipos extinguidores, ya que elimina el oxígeno ayudando para el control de fuegos y los incendios.
- En la Industria Alimenticia, se utiliza en bebidas carbonatadas para darles efervescencia.
- En agricultura como abono.
- En refrigeración como líquido refrigerante, en máquinas frigoríficas como hielo seco.

Entre otros muchos usos.

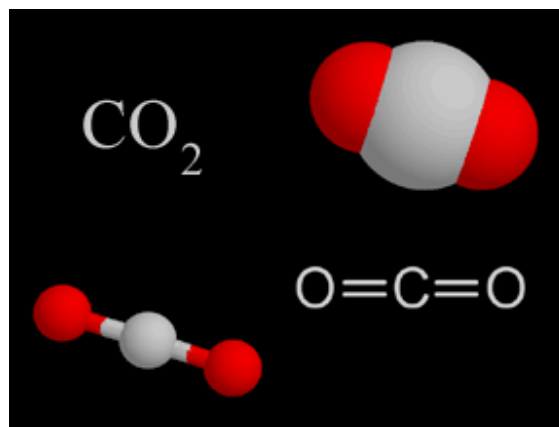
3.2.3.- El bióxido de carbono y el efecto invernadero

El efecto invernadero evita que una parte del calor recibido desde el sol deje la atmósfera y vuelva al espacio. Esto calienta la superficie de la tierra provocando el llamado efecto invernadero. Existe una cierta cantidad de gases de efecto de invernadero (GEI), como el CO₂ en la atmósfera que son absolutamente necesarios para calentar la Tierra, pero en la debida proporción. La mayoría de científicos serios y agencias gubernamentales, consideran que como consecuencia del aumento de CO₂ en la atmósfera, se está produciendo el calentamiento global, se derriten los polos, se refleja menos calor a la atmósfera y el mar absorbe más. Otros gases que contribuyen al efecto invernadero son: lo

clorofluorocarbonos (CFC's), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (NO_x) y el ozono (O₃) (Tecnozono, 2010).

3.2.4.- Descripción de dióxido de carbono.

El bióxido de carbono, también conocido como dióxido de carbono, óxido de carbono y anhídrido carbónico, es una molécula compuesta por dos átomos de oxígeno y uno de carbono.



Su fórmula química es CO₂, el Bióxido de Carbono, es un gas inerte, incoloro, inodoro e insípido, que está presente en nuestra atmósfera de manera natural; además de ser dieléctrico, no permite la combustión. El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable, siempre y cuando se mantenga en unas cantidades determinadas. Sin dióxido de carbono, la Tierra sería un bloque de hielo. Por otro lado un exceso de CO₂ impide la salida de calor de la atmósfera y provoca un calentamiento excesivo del planeta.

3.2.5.- Propiedades químicas. Tabla 1

Fórmula química :	CO ₂
Densidad	1.6 kg/m ³ ; 0,0016 g/cm ³
Masa	44,0 u
Punto de fusión	195 K (-78 °C)
Punto de ebullición	216 K (-57 °C)
Punto de descomposición	K (-273,15 °C)
Temperatura crítica	K (-273,15 °C)
Estructura cristalina	Parecida al cuarzo
Viscosidad	0,07 cP a -78 °C

3.2.6.- Características físicas.

Dentro de las principales características físicas del CO₂ se pueden considerar las siguientes:

- Gas No inflamable.
- Gas Incoloro.
- Gas Inodoro.
- Más pesado que el aire.
- Oxidante al contacto con el agua.
- Gas No tóxico.
- Asfixiante (Cryoinfra, 2010).

El dióxido de carbono, es el máximo responsable del cambio climático. Este gas contaminante se produce fundamentalmente por la quema de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y, el gas natural. La manera natural para que desaparezca es su absorción por parte de árboles y plantas (fotosíntesis). Pero existe otro método, cada vez más utilizado y cada vez más rentable: capturarlo, separándolo de otros componentes antes de emitirlo a la atmósfera, transportarlo y almacenarlo a largo plazo. Además, se están investigando métodos para utilizarlo en la producción de hidrógeno para producir energía o en otros procesos

útiles. En todo caso, hay que señalar que la mejor solución para reducir los efectos que produce el dióxido de carbono siempre será no producirlo. Las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la actividad humana, superan en gran medida la cantidad máxima que puede ser absorbida por los sumideros naturales, como los océanos, por lo que aunque se frenará dichas emisiones, no se estabilizarían las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera, sino que seguirían aumentando. En concreto, para estabilizar la contaminación atmosférica, habría que hacer reducciones de las emisiones superiores al 80%, respecto a las actuales. Lo que se haga a corto plazo respecto a los gases de efecto invernadero determinará el clima terrestre durante siglos o incluso milenios. Por lo tanto es momento de actuar (ecología verde, 2010).

3.3 ¿Qué es la captura y almacenamiento de dióxido de carbono?

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas de efecto invernadero que se encuentra naturalmente en la atmósfera. Las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y otros procesos, aumentan significativamente su concentración en la atmósfera, contribuyendo al calentamiento global del planeta. La captura y almacenamiento de CO_2 (CAC), podría limitar las emisiones atmosféricas de carbono derivadas de las actividades humanas. Esta técnica consiste en capturar el CO_2 , producido en las centrales eléctricas o plantas industriales, y luego almacenarlo por un largo periodo de tiempo, ya sea en formaciones geológicas del subsuelo, en océanos o en otros materiales. No debe confundirse con el secuestro de carbono, que consiste en eliminar el carbono presente en la atmósfera mediante procesos naturales como el crecimiento de bosques. Se espera que los combustibles fósiles sigan siendo una fuente de energía muy importante hasta mediados de este siglo por lo menos. Por lo tanto, las técnicas para capturar y almacenar el CO_2 producido, podrían contribuir en combinación con otros esfuerzos a combatir el cambio climático y a estabilizar la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero (Greenfacts, 2009).

El dióxido de carbono, es uno de los gases más abundantes en la atmósfera y juega un papel importante en los procesos vitales de plantas, animales y, en definitiva del ser humano, como en la fotosíntesis, la respiración o en diversas actividades internas del cuerpo humano. El CO_2 , a temperatura ambiente, es un gas incoloro e inodoro, ligeramente ácido y no inflamable. Cuando alcanza los -78°C se vuelve sólido y se hace líquido cuando se disuelve en agua, aunque si la presión desciende escapará al aire, produciendo una masa de burbujas. Sin embargo, un exceso de CO_2 , provoca un aumento de la temperatura, dando lugar al calentamiento global, por consiguiente provocando un aumento de la actividad de las tormentas o el derretimiento de las placas de hielo en los polos, además de diversos problemas ambientales, como inundaciones en los continentes habitados. Con los datos obtenidos, los científicos han detectado que los niveles de CO_2 en la atmósfera son los mayores desde que se tiene constancia, produciéndose un aumento sustancial y acelerado durante los últimos 160 años, es decir, desde el inicio de la revolución industrial.

El incremento de las emisiones de dióxido de carbono, provoca alrededor del 50 al 60% del calentamiento global. La combustión de combustibles fósiles para la generación de energía provoca alrededor del 70 al 75% de las emisiones de CO_2 , mientras que el resto de las emisiones son provocadas por los tubos de escape de los vehículos. Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente el CO_2 , se publica en diciembre de 1997 el protocolo de Kyoto, donde los países firmantes se comprometían a reducir estas emisiones en una media de 5.2% hasta el 2012, respecto a los niveles de 1990. La importancia del CO_2 , no radica en que sea el gas más peligroso en toxicidad y permanencia en la atmósfera, sino en la concentración a la que se encuentra, 1000 veces superior a la de cualquier otro producto de origen industrial. Las emisiones de este gas representan el 50% del efecto invernadero producido por la actividad humana. El CO_2 se genera en los procesos de combustión de hidrocarburos de automóviles, de calefacciones industriales, chimeneas e incendios forestales (Alhaurín el Grande, 2010).

Los gases considerados promotores del efecto invernadero, son:

- CO₂.- Dióxido de carbono
- CH₄.- Metano
- N₂O.- Óxido nitroso
- S₂O.- Óxido de azufre
- CFC.- Clorofluorocarbonos
- O₃.- Ozono

El transporte considerado como una fuente móvil, es uno de los principales contaminadores en las zonas urbanas junto con la industria o fuente puntual. En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), las fuentes móviles contribuyen principalmente con los siguientes contaminantes: Dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO₂) y partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}). La contaminación atmosférica se produce en gran medida por el consumo de combustibles derivados del petróleo. Éstos son clasificados en gasolinas, diesel, gas LP y gas natural, siendo estos los combustibles más utilizados por el sector transporte (SEMARNAT, 2010).

En México se ha avanzado en el control de los más importantes contaminantes atmosféricos de las áreas urbanas; actualmente se dispone de 30 normas oficiales mexicanas, relacionadas con el control de la contaminación del aire en la industria y los vehículos. Por la importancia de la participación de los vehículos automotores en el deterioro de la calidad del aire al rebasar ciertas concentraciones, algunas de estas normas establecen los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, y los procedimientos para certificar los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera, conocida como verificación vehicular. La verificación vehicular es la medición de las emisiones vehiculares con dispositivos analizadores. Así mismo, existen otros elementos que pueden contribuir a las emisiones vehiculares como son: el uso de combustibles inapropiados, la cantidad de vehículos en circulación, un deficiente mantenimiento de los vehículos, la

mutilación del sistema de control de emisiones y una red de tráfico y transporte público ineficiente e insuficiente, entre otros. Con base en esta información, es posible asegurar que los vehículos automotores en México representan una de las fuentes de contaminantes que degradan la calidad del aire y por lo tanto, es necesario promover la disminución de las emisiones provenientes del parque vehicular (Estrucplan, 2010).

3.4.- ¿De dónde viene la mayoría de la contaminación atmosférica en México?

Casi el 75% de la contaminación atmosférica en México se causa por el uso del vehículo de motor (coches, carros, aviones, trenes y equipo de construcción). Aunque los vehículos más nuevos crean menos contaminación atmosférica, el aire en México no se está limpiando porque más personas están conduciendo más kilómetros. El resto de la contaminación atmosférica en México viene de otras fuentes incluyendo las centrales eléctricas, las industrias y, de los negocios.

3.4.1.- ¿De dónde viene la contaminación atmosférica?

La contaminación atmosférica se crea de ambas fuentes móviles e inmóviles. Las fuentes móviles incluyen los automóviles, los trenes, los aviones y el material de construcción. Esto causa más de 75% de la contaminación atmosférica en México. El resto viene de otras fuentes incluyendo las centrales eléctricas, las industrias, los negocios, los hogares y los productos que utilizamos (Air InfoNow, 2010).

3.4.2.- Efectos del transporte sobre el medio ambiente

Los principales efectos del transporte son los siguientes:

3.4.2.1.- Consumo de energía

Los principales problemas ambientales generados por el sector transporte están ligados al consumo de combustibles, un recurso no renovable. La emisión de CO₂,

con su influencia determinante sobre el efecto invernadero y el cambio climático es consecuencia directa de la combustión de hidrocarburos. La emisión de otros gases y partículas durante el funcionamiento de los motores genera, por otra parte, considerables problemas de contaminación atmosférica. Las estadísticas de la energía suelen asignar al transporte un porcentaje muy notable de los consumos energéticos de los países desarrollados. En la mayoría de los países de América este porcentaje está alrededor del 30% de la energía consumida.

3.4.2.2.- Efectos sobre el clima

Las actividades de transporte afectan al medio ambiente en dos aspectos principales: la emisión de CO₂, que intensifica el efecto invernadero y favorece el cambio climático, y la emisión de diversos contaminantes. El transporte en México como en todos los países desarrollados y subdesarrollados, son los principales responsables de las emisiones de CO₂. Un automóvil medio durante un recorrido de 100 km emite unos 20 kg de este gas (200 g/km). La OCDE estima que las actividades de transporte en México ocasionaron en 1991 la emisión de 82,9 Tm de CO₂ de modo directo, esto es durante la circulación de los vehículos (Pereira, 2001).

Un modelo para fuentes móviles urbanas, desarrollado para estimar las emisiones de contaminantes a la atmósfera en Santiago de Chile. Se incluyen 18 categorías de vehículo, clasificados de acuerdo a su tecnología de emisión y el tipo de uso, transporte público o privado. Los contaminantes considerados en el cálculo se pueden clasificar en compuestos regulados como, MP10, CO, HC y NO_x y compuestos no regulados, CH₄, NH₃, CO₂ y N₂O. También se incluye una estimación de consumo de combustible. Los tipos de emisión incluidos en la metodología de cálculo son emisiones en caliente y evaporativas, considerando los efectos por partida en frío y un análisis sobre la importancia que tiene en el cálculo global, la selección adecuada de factores de emisión, considerando su dependencia con la velocidad y aceleración media positiva. Las áreas urbanas con altas densidades de población están generalmente expuestas a serios problemas

de calidad de aire, donde la actividad del sector transporte juega un papel muy importante. Existen varias recomendaciones y propuestas para mega ciudades de países en desarrollo, las cuales intentan resolver los problemas de contaminación atmosférica, especialmente aquellos derivados del tráfico. No obstante, un requisito previo para la introducción de medidas o instrumentos de control y abatimiento es, el levantamiento de un detallado inventario de emisiones que cubra la zona afectada, con alto nivel de desagregación espacial y temporal. La modelación de contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes móviles en zonas urbanas requiere de información detallada que describa la actividad del tráfico en el área de estudio. Esta información puede provenir de mediciones directas, encuestas de tráfico, o modelos de transporte para una red vial predeterminada. Un adecuado procesamiento de estos distintos tipos de información permite calcular las emisiones asociadas a la actividad del sector transporte (Cabierta, 2001).

Todo ello en conjunto con factores de emisión de contaminantes para las distintas categorías vehiculares consideradas. La demanda por estimaciones de emisiones producidas por la actividad vehicular varía de acuerdo al campo de aplicación y la precisión requerida. Es posible cuantificar cambios en niveles de emisión que resultan de variaciones en comportamiento local de conducción micro escala, llevar a cabo cálculos orientados a formular inventarios de emisión, escala regional, o realizar estimaciones a niveles globales, por ejemplo el efecto de CO₂ en el fenómeno de calentamiento global. Varios métodos computacionales han sido propuestos para cada tipo de problema:

- (a) cálculos de emisión basados en modelación modal,
- (b) cálculos por tramo o arco y
- (c) estimaciones de acuerdo a recorridos totales.

El nivel de actividad proviene generalmente de modelos de transporte, los cuales deben ser modificados para que sean compatibles con las necesidades de estimación de emisiones. Este proceso es complejo debido a la necesidad de

desagregación espacial y temporal requerida, y la importante participación del transporte público y de carga en las emisiones. Generalmente, los modelos estratégicos no cubren el detalle necesario, mientras que los modelos tácticos son incapaces de cubrir grandes áreas geográficas. En ambos casos es posible completar la información con estadísticas de tráfico y herramientas de expansión. Los factores de emisión deben representar las condiciones locales de la flota vehicular existente, con sus hábitos de conducción, nivel de mantención y tecnología, así como la calidad y tipos de combustibles utilizados. Además, se hace necesario incorporar parámetros adicionales en la estructura tradicional básica de factores de emisión, lo que exige distintos tipos de información específica, no siempre disponible para la modelación. Ejemplos de ello son la incorporación de emisiones evaporativas y partida en frío, que requiere conocimiento sobre temperaturas, zonas residenciales y lugares de estacionamiento (Cabierta, 2001).

En las ciudades las principales causantes de la contaminación del aire son las industrias, las mineras y el parque automotor. Las fuentes de contaminación del aire comúnmente son: móvil y estacionaria. Las fuentes móviles incluyen formas de transporte tales como automóviles, camiones y aviones. La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de dióxido de carbono y monóxido de carbono. Las emisiones de los automóviles en el México todavía contienen plomo. Los autos son la principal fuente móvil de contaminación del aire (Salvemos al mundo, 2010).

Los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, atrapan el calor en la atmósfera de la Tierra lo que contribuye al cambio climático global. Entre los gases de efecto invernadero emitidos por las actividades humanas se encuentran el dióxido de carbono a través de la quema de combustibles fósiles, el metano, a través de transporte de gas natural y petróleo y el óxido nitroso a través de las actividades industriales. Las fuentes móviles contribuyen significativamente a la formación de ozono troposférico, responsable de al menos del 39% de los contaminantes en el aire. Los funcionarios locales suelen medir la calidad del aire

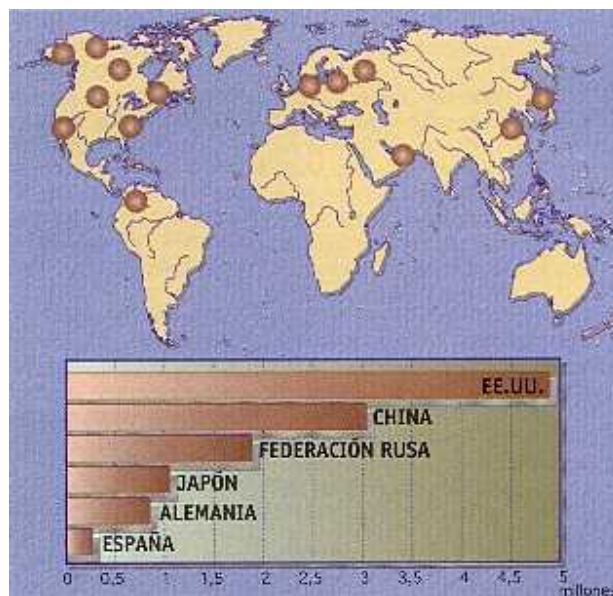
local de conformidad con los Estándares Nacionales de Calidad del Aire y Ambiente (NAAQS) de acuerdo a la Ley del Aire Limpio (CAA) de los criterios contaminantes(Wichita, 2010).

La contaminación atmosférica cambia el clima de la Tierra, pero no todos los agentes contaminantes de la atmósfera ejercen el mismo efecto. Hay diversos tipos de contaminación atmosférica. Algunos tipos hacen que nuestro planeta se caliente a un más rápido. Otros hacen que el índice de calentamiento del planeta desacelere, generando un enfriamiento temporal.La contaminación atmosférica incluye gases de efecto invernadero. Uno de ellos es el dióxido de carbono, proveniente de la emisión de vehículos y camiones. Los gases de efecto invernadero causan el calentamiento del planeta atrapando calor del sol en la atmósfera de la Tierra. Los gases de efecto invernadero son una parte natural de la atmósfera de la Tierra, pero en los últimos 150 años ha aumentado la cantidad en nuestra atmósfera. Este aumento proviene de la gran cantidad de emisiones de vehículos automotores y de contaminantes emitidos por las fábricas y centrales eléctricas. Durante este último siglo, el aumento de gases de efecto invernadero es el mayor causante del calentamiento global. Los científicos predicen que probablemente habrá más calentamiento en el próximo siglo (Ventanas al Universo, 2010).

El planeta se está calentando y este calentamiento global es el resultado de las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, procedentes de actividades humanas incluyendo los procesos industriales, la combustión mediante gasolina y los cambios en el uso de la tierra, como por ejemplo, la deforestación.Pero, en el momento en el que se encuentra la Tierra, no podemos echarle la culpa del cambio climático a las causas naturales. Si bien es cierto, que algunos fenómenos naturales están siendo más intensos e inusuales que en el pasado, no siguen un patrón normal. Este incremento no forma parte del ciclo natural, sino que las emisiones causadas por el hombre están modificando de forma significativa las concentraciones de algunos gases en la atmósfera y algunos de estos gases están afectando al clima.Los gases de efecto invernadero,

tienen un efecto global, calientan la superficie de la tierra absorbiendo algunas de las radiaciones infrarrojas que emiten. Como el Dióxido de Carbono, el metano, el óxido nitroso, los aerosoles, etc., son algunos de estos gases que provocan el calentamiento global de la tierra.

Figura No. 1 Emisiones de bióxido de carbono (CO₂) en toneladas, procedentes de combustibles fósiles y de la industria cementera.



El dióxido de carbono es, sin duda, el más importante en cuanto al efecto invernadero en la atmósfera. Otras actividades como la deforestación, el cambio en el uso de las tierras, la agricultura y otras actividades similares, han aumentado las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. El metano es otro gas de efecto invernadero muy importante que aumentado con la ganadería. Así como la quema de basura al aire libre, genera dióxido de carbono.

3.5 Los gases de efecto invernadero.

La siguiente tabla muestra los gases de efecto invernadero más importantes que han contribuido al calentamiento global. El vapor del agua no está incluido en la

tabla, pues aunque tiene uno de los mayores efectos, no parece estar afectado, de forma considerable, por la actividad humana.

Tabla No.2.- En la siguiente tabla se presenta una relación de los gases de efecto invernadero más importantes, los cuales por su acción contribuyen al calentamiento global.

Gas	Ppm	Tiempo medio que permanece en la atmósfera (años)	Fuente	¿Causas del aumentado en la atmósfera?
CO ₂ - Dióxido de Carbono	360	100	Combustión de combustibles fósiles	Aumento la demanda de combustibles fósiles. Destrucción de bosques. Disminución de fotosíntesis Quema de zonas verdes
CH ₄ Metano	1,7	10	Pérdidas de gas y petróleo Cultivos de arroz Tratamiento de Residuos Desperdicios de animales	Aumento de animales en la ganadería Aumento de terreno cultivable Cambios en la orografía del terreno
N ₂ O Óxido Nitroso	0,3	130	Quema de combustibles fósiles	Creciente demanda de combustibles fósiles Mayor uso de fertilizantes Mayor uso de tierra cultivable
O ₃ Ozono	0,01-0,05	Se desconoce	Tubos de escape de vehículos	Aumento de combustibles fósiles de medios de transporte
CFCs Carbonos Clorofluorados	0,003	55-116	Propulsores de refrigerantes	Más refrigerantes, etc.

ppm = partes por millón

Todos contribuimos en nuestro día a día al cambio climático. Utilizamos un sistema de electricidad que procede de energías no renovables. Nos desplazamos en vehículos, autobuses, coches, motocicletas que utilizan

combustibles procedentes de energías no renovables y que emiten gases de efecto invernadero. Generamos grandes cantidades de basura que permanecen en nuestro medio ambiente durante años y dañan el medio. Derribamos árboles para usar papel y contribuimos a la deforestación. Cada vez hace falta más tierra cultivable porque el mundo está densamente poblado y se necesita más comida para abastecer a tanta población. El incremento de los gases de efecto invernadero afecta al clima, aunque no sabemos exactamente hasta qué punto. Pero, es que incluso si comprendiéramos mejor el cambio climático, sin duda, nos encontraríamos con sorpresas. El clima no sigue un patrón lineal y no veremos todas las consecuencias de nuestras acciones hasta que sea irreversible. Además, el clima no responde de forma inmediata a las emisiones de los gases, sino que muchos gases de efecto invernadero suelen permanecer en la atmósfera durante décadas, influyendo en el clima durante mucho tiempo. Esta tardanza en los efectos, incrementa el riesgo de que cuando sea demasiado evidente, ya sea demasiado tarde (Alerta Tierra, 2010).

3.5.1.- Contaminación Atmosférica

Desde el descubrimiento del fuego el hombre ha contaminado la atmósfera con gases perniciosos. Y fue Cuando se empezó a utilizar el carbón como combustible en el siglo XIX este problema comenzó a ser una preocupación general. El aumento de consumo de los combustibles por la industria, por las grandes concentraciones humanas en las áreas urbanas y por la aparición del motor de explosión, ha empeorado el problema año tras año, debemos tener en cuenta que la principal causa de contaminación atmosférica es, producida por los motores de gasolina. Ya que cualquier sustancia que añadida a la atmósfera produzca un efecto apreciable sobre las personas o al medio ambiente puede ser clasificado como contaminante.

Tabla No. 3.- En la presente tabla se observa la relación de gases contaminantes presentes en la atmósfera así como la concentración de dichos contaminantes.

Gases	Aire limpio (ppm)	Aire contaminado (ppm)
CO ₂	320	400
CO	0.1	40/70
CH ₄	1.5	2.5
N ₂ O	0.25	?
NO _x	0.001	0.2
O ₃	0.02	0.5
SO ₂	0.0002	0.2
NH ₃	0.01	0.02

(Valera, 2010).

3.5.2.- Consecuencias de la Contaminación del aire por fuentes móviles sobre las personas

La contaminación del aire se produce como consecuencia de la descarga de sustancias contaminantes por todo tipo de fuentes emisoras móviles, estacionarias, dispersas y naturales. El efecto de estos contaminantes sobre las personas se manifiesta en enfermedades graves, como el cáncer y malformaciones congénitas, daños al sistema inmunológico, problemas neurológicos, reproductivos, de desarrollo, respiratorios, entre otros. Los efectos de las sustancias tóxicas en el medio se manifiestan en 3 grandes fenómenos: lluvia ácida, smog y efecto invernadero.

3.5.3.- Formación de los contaminantes

Los vehículos contribuyen aproximadamente en un 80% de monóxido de Carbono, 40% de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos del total de las emisiones de una ciudad. Las emisiones en vehículos automotores contienen un gran número de contaminantes resultantes de diferentes procesos: así como los productos secundarios del proceso de combustión que son emitidos por el tubo del escape y evaporación del combustible.

3.5.4.- Clasificación los contaminantes.

Los contaminantes más representativos que afectan la calidad del aire se dividen en: contaminantes por criterio, contaminantes tóxicos y contaminantes de efecto invernadero como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 4.- En la siguiente tabla se presenta la clasificación de las especies de contaminantes, por su peligrosidad al ser humano y al medio ambiente.

Contaminantes		
Criterio	Tóxicos	Efecto invernadero
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	Plomo (pb)	Dióxido de carbono (CO ₂)
Compuestos orgánicos Volátiles(COV)	Benceno (C ₆ H ₆)	Metano (CH ₄)
Monóxido de carbono (CO)	Amoniaco (NH ₃)	Óxido Nitroso (N ₂ O)
Material Particulado (PM)	Butadieno	
Óxidos de azufre (SO ₂)		

(Redalyc, 2007).

La contaminación del aire causada por los automóviles es una de las fuerzas más difícil que los ambientalistas de la contaminación atmosférica está tratando de encontrar alternativas que ayuden a disminuir la contaminación causada por el transporte. La contaminación del aire de los automóviles sigue siendo uno de los mayores contribuyentes al problema. La contaminación del aire de los automóviles se debe, en parte significativa, por las emisiones de combustible. Este es un término muy familiar, aunque pocos de nosotros podemos decir a sus amigos y vecinos lo que significa. Una emisión de combustible es una partícula de la misma cantidad de combustible que usted pone en su coche. Esta partícula de

combustible ha pasado por el proceso de combustión sin quemar en su totalidad y al soltar esta partícula en el aire, contribuye a la contaminación del aire causada por los automóviles. El dióxido de carbono se libera durante la combustión del gas, que es uno de los factores constantes en la lucha contra el calentamiento global. El dióxido de carbono es un gas de captura, lo que significa que permanece en la atmósfera superior y atrapa el calor del planeta. Esto naturalmente lleva a más problemas con la salud del planeta. La contaminación del aire causada por los automóviles es un problema serio, y hay muchos planes que pueden o no pueden llegar a buen término en los próximos años. Los coches híbridos es una de las alternativas que pueden ayudar a la reducción de gases de combustión de combustible, pero su elevado precio y su falta de poder que se percibe reduce el interés del consumidor. La bicicleta es otra de las alternativas que hay, pero pocos son los que están dispuestos a hacer frente al problema. (Noticias y artículos sobre el aire, tierra y la contaminación hace que el agua, efectos y soluciones, 2009).

3.5.5.- PROBLEMÁTICA REGIONAL

La contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero por vehículos particulares contribuye con la mayor parte de la deteriorada calidad del aire. Ya somos muchas personas las que necesitamos desplazarnos en vehículo por toda la comarca Lagunera, de una orilla a otra lo cual se hace por que hoy en día es muy usual que la persona que vive en Matamoros, labore en Lerdo, es por esto que por comodidad la gente utiliza su carro sin tener conciencia del nivel de gases contaminantes que puede producir. Es por esto que es muy importante que se realicen verificaciones vehiculares con regularidad, para así contribuir a la mejora de la situación que se vive actualmente. Y aunque el gobierno de Coahuila implemento en el presente año un programa para esto, no se tuvo la participación esperada, a pesar de que se le dio difusión a este proyecto, la mayoría de la gente, por desgracia, aún no está consciente de lo importante que es realizar este tipo de acciones para que entre todos podamos mejorar el medio ambiente de la región lagunera (Monografías, 2010).

En México en los últimos años el rendimiento promedio de los automóviles decayó de 12.2 kilómetros por litro en promedio a 10.8 kilómetros por litro de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Ecología. Mientras que en Europa y Japón se han establecido la meta para 2012 de que sus automóviles en promedio liberen 130 gramos de dióxido de carbono a la atmósfera, y en nuestro país la flota vehicular emite más de 350 gramos de dióxido de carbono. El 18 por ciento de las emisiones en México de gases de efecto invernadero provienen del transporte. En gran medida, esto se debe al desconocimiento de los consumidores a la hora de comprar un vehículo. Por ello la Profeco, el INE y la CONAE pusieron a disposición del público en Internet toda la información sobre consumo de combustible y contaminación generada por los vehículos. Sin embargo esto no es suficiente, y con la idea de acercar más esta información a los consumidores la asociación civil, el poder del consumidor está trabajando porque se etiqueten los vehículos en venta con los datos de consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero por kilómetro. Así mismo, El poder del consumidor está pidiendo una Norma Oficial Mexicana que establezca condiciones de eficiencia cercanas a los de los estándares internacionales: de un rendimiento de 16 kilómetros por litro de combustible y un máximo de 130 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido. Quienes adquieran un automóvil y no respeten estos parámetros encontrarán limitaciones de uso o deberán pagar sanciones económicas (México haz algo, 2010).

Martínez Rangel opina que a partir de la revolución industrial a nivel mundial se empezó a contaminar el medio ambiente de una manera exagerada. Asegura que los automóviles son los principales contaminantes de la atmósfera porque los gases provocan un efecto de invernadero que genera el calentamiento de la atmósfera y con ello una serie de cambios climáticos. “El automóvil produce el bióxido de carbono, óxido de nitrógeno y otros gases que producen el efecto invernadero, esto calienta más la tierra y hay cambios de temperatura, el calentamiento global provoca la fusión de los glaciares y suben las mareas, cada vez más el mar crece y las playas pierden terreno. Además con el calentamiento

de la tierra muchos organismos mueren”, dice el ecologista. El Ayuntamiento de Torreón es el único de la Comarca Lagunera que cuenta con un programa de verificación vehicular para tratar de disminuir la contaminación ambiental, Rodolfo WalssAuriolles, director de Medio Ambiente, reconoce que no han tenido buena respuesta por parte de la ciudadanía. “Aunque tenemos un trabajo muy intenso con el transporte público, el año pasado alcanzamos a verificar al 85 por ciento de las unidades de todas las rutas, en el Municipio el padrón de vehículos es de cerca de 120 mil camiones que el 85 por ciento que alcanzamos, si lo vemos con los vehículos particulares no llega ni al diez por ciento” (El siglo de Torreón, 2004).

El coordinador de la asociación En Defensa del Ambiente A.C., señala que los gases emitidos por los automóviles provocan el efecto invernadero, que genera el calentamiento de la atmósfera y con ello una serie de cambios climáticos. México es el país de Latinoamérica con mayor emisiones de CO₂, el cual contribuye con el 1.0% de las emisiones mundiales. Se indica también que las principales causas de emisiones de CO₂ a la atmósfera son la quema de combustibles fósiles para generar electricidad, también el transporte, la producción de cemento, la quema de biomasa debida a la deforestación y al cambio de uso del suelo. Entre 1994 y 1998 se incrementaron en el país estas emisiones de gases de efecto invernadero, resaltando por su importancia en volumen las de CO₂, que aumentaron un 12.3% y las de metano con un 22.2% (El siglo de Torreón, 2004)

Después de los fuertes problemas originados por el deterioro de la calidad del aire en la ciudad de México y sus efectos negativos en la salud de la población, se han impuesto normas y medidas que, en principio, han disminuido las concentraciones de algunos de los contaminantes de criterio. Dentro de estas medidas se encuentran el “Hoy no Circula”, la utilización de gasolinas reformadas, el programa de verificación vehicular y el cierre de la refinería de Azcapotzalco, entre otras. La necesidad de medir la calidad del aire en la Comarca Lagunera (Torreón, Gómez Palacio y Lerdo), se hace cada vez más apremiante. No debemos esperar a que nos alcancen niveles de contaminación que sean costosos de remediar y, peor aún, que deterioren la salud de los laguneros. Contando con una red de monitoreo

atmosférico y trabajar en una norma que regirá para la Región Lagunera, por eso necesario tomar medidas preventivas para mejorar la calidad del aire. Considerando la experiencia existente en otras ciudades del país con relación a la prevención de contaminantes atmosféricos, es necesario atender los siguientes aspectos: el parque vehicular, la industria y de servicios, disminución de las emisiones y reordenamiento urbano (semanario, 2010).

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó tomando en consideración el parque vehicular oficial con que cuenta el municipio de la ciudad de Torreón, en el estado de Coahuila. También se consideró el parque vehicular particular, que circula por el área urbana de la ciudad. El total del parque vehicular, oficial más particular, es de aproximadamente 205,000 vehículos, de los cuales circulan diariamente alrededor de 195,000 vehículos automotores.

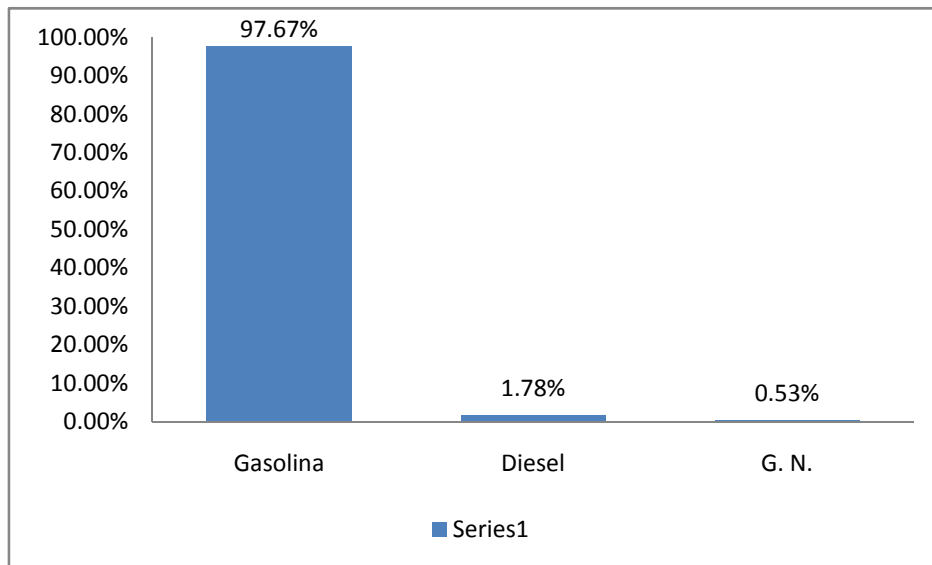
De acuerdo a los datos obtenidos de los registros de los vehículos verificados, el municipio de Torreón cuenta con un total de 559 vehículos que se verificaron durante el periodo evaluado, de los cuales 163 son oficiales, los que comprenden las siguientes categorías, 32 son camiones, 76 camionetas, 15 máquinas de bomba, 40 automóviles y particulares son, 396 vehículos, de los cuales, 196 son camionetas de usos múltiples, 108 corresponde a camionetas, entre 35 pequeñas y, 66 medianas, 7 grandes y 92 automóviles.

Los combustibles comúnmente empleados por el parque vehicular, tanto del municipio como de los particulares son; Diesel en un 1.78%, gasolina en un 97.67% y gas natural en otro 0.53%.

Los porcentajes anteriores, corresponden a un total de 559 vehículos verificados de los cuales 546 emplean gasolina como combustible, 3 vehículos utilizan gas natural y 10 corresponden al empleo de diesel.

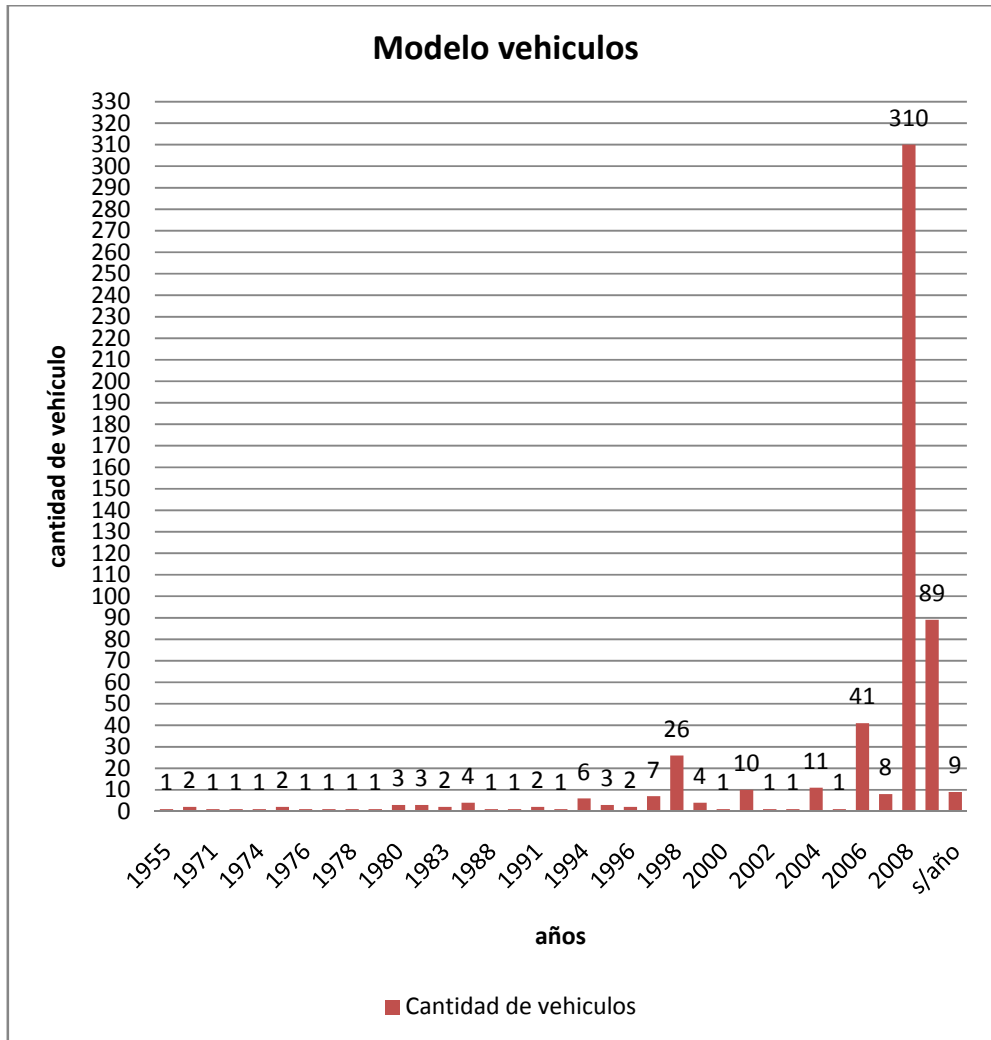
V.- RESULTADOS Y DISCUSION

GraficaNo. 3. Porcentaje de vehículos verificados, por el departamento de ecología del municipio de Torreón, por tipo de combustible empleado.

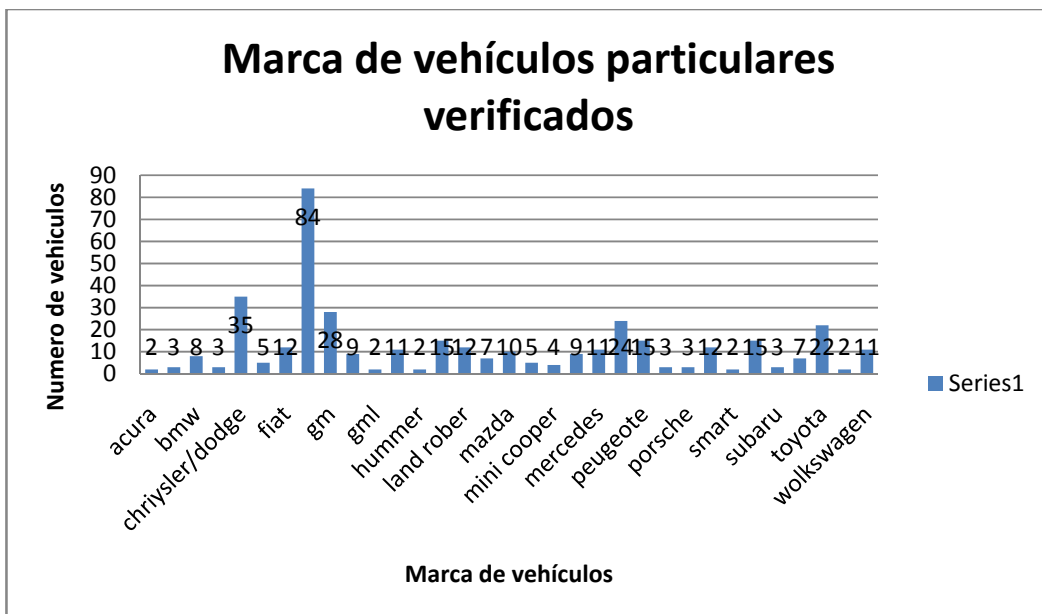
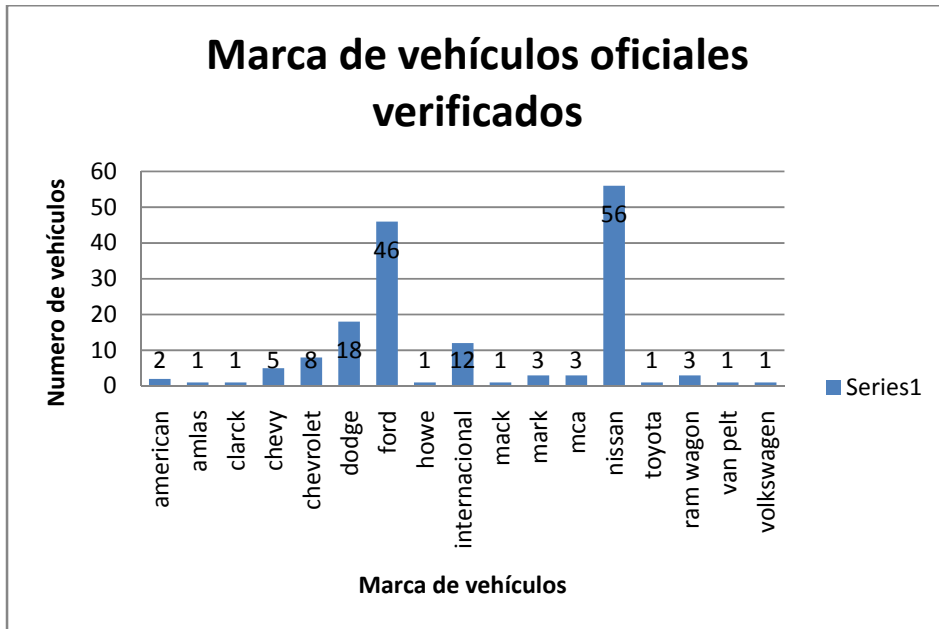


Para poder determinar y conocer la concentración de la contaminación atmosférica por el parque vehicular en la ciudad de Torreón y, específicamente, las emisiones de bióxido de carbono, se tomaron en cuenta la verificación vehicular realizada por el Departamento de Ecología del municipio, durante el periodo comprendido del 2 de Enero al 31 de Diciembre del año 2009.

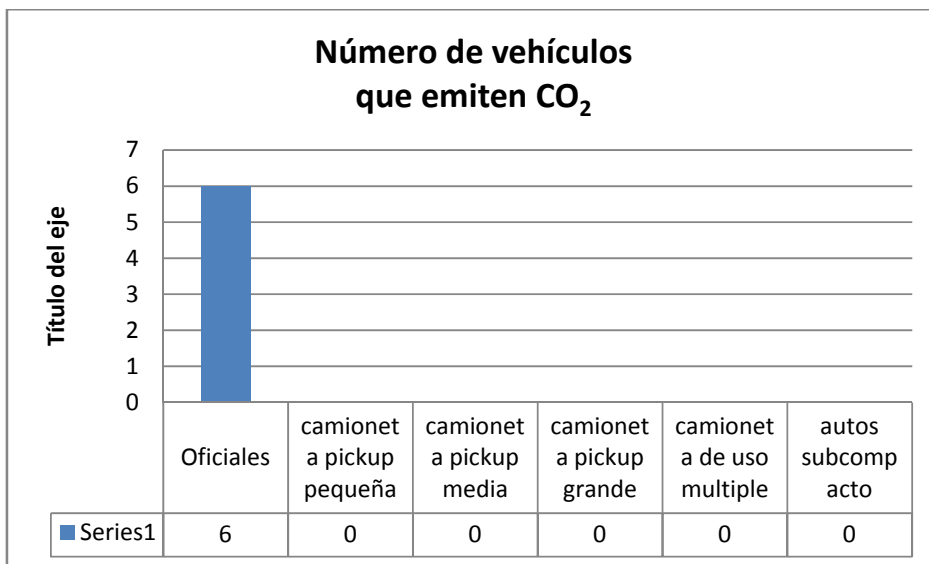
Gráfica No. 4.- En la siguiente grafica se presenta el número de vehículos verificados dependiendo del año y modelo del automóvil.



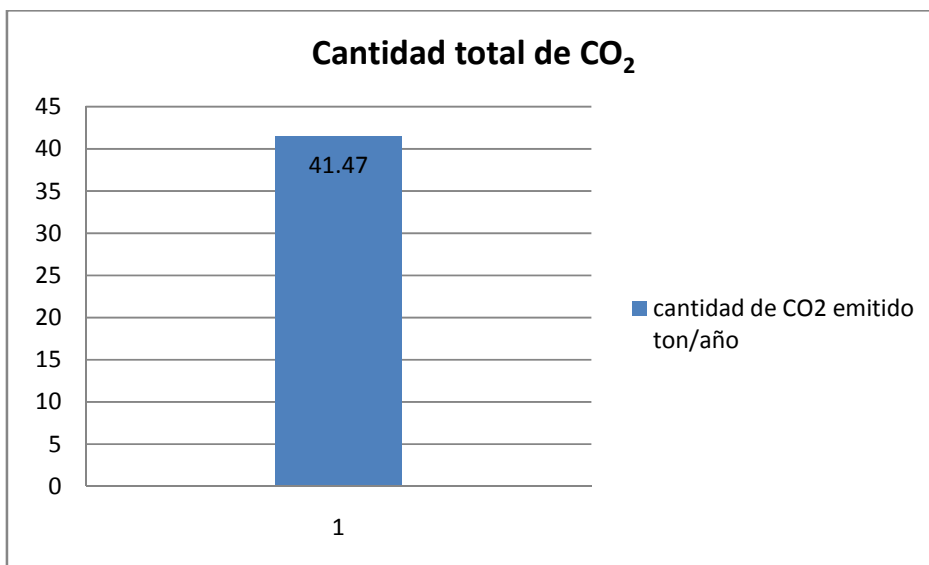
Gráfica No. 5.- En estas graficas se describen las marcas de vehículos verificados tanto oficiales como particulares.



Gráfica No. 6.- En la presente grafica se describe el número de vehículos que emiten CO₂, tanto oficiales como particulares que transitan en la ciudad de Torreón, Coah.



Gráfica No. 7.- En esta grafica se presenta la cantidad total de bióxido de carbono que emiten los vehículos que se verificaron por el municipio de Torreón, Coah.



VI.- CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, del análisis de la verificación vehicular, sobre la contaminación atmosférica en la ciudad de Torreón, por bióxido de carbono (CO₂), emitido por los vehículos automotores existentes en la ciudad, así como del análisis de los datos proporcionados por el departamento de ecología del municipio, se concluye lo siguiente:

1.- En virtud de que el parque vehicular con que cuenta la ciudad de Torreón es de 205,000 vehículos, de los cuales transitan día a día, un aproximado de 195,000 vehículos. Del total de vehículos que circulan por la ciudad, únicamente se verificaron 559 vehículos; Por lo que estadísticamente se puede determinar que el porcentaje de vehículos verificados, no llega al 1% del total de vehículos que circulan por la ciudad de Torreón.

2.- Dada la poca cantidad de vehículos verificados, podemos determinar que no es posible obtener datos reales de las emisiones de los gases emitidos por el parque vehicular, específicamente el contaminante que nos interesa.

3.- Por lo tanto, en el presente caso, no se pudo comprobar la hipótesis antes mencionada, debido principalmente a que no se cuenta con datos reales sobre la cantidad total del contaminante de interés, ya que se requería que por lo menos y estadísticamente se requiera que se verifique un porcentaje mayor al 50% del parque vehicular existente en la ciudad de Torreón.

4.- Por otro lado y en virtud de que las Normas Oficiales Mexicanas y específicamente la NOM-041-SEMARNAT-1999, la cual regula las emisiones de gases contaminantes de los escapes de los vehículos en circulación, dicha norma no establece un límite máximo permisible de este tipo de contaminante. Por lo que no se cuenta con un parámetro real, que nos permite la comparación del contaminante denominado bióxido de carbono (CO₂)

5.- Si bien la cantidad de bióxido de carbono (CO₂) total emitido, por los 6 vehículos, que fueron los que emitieron este contaminante, fue de 41.47 toneladas anuales, podemos considerar que esta es una cantidad elevada, para la poca cantidad de vehículos verificación.

VII. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de dar seguimiento a la presente tesis, sobre la cantidad de bióxido de carbono emitido por el parque vehicular en la ciudad de Torreón, se recomienda lo siguiente:

- Promover la renovación del parque vehicular, del transporte público y particular, mediante incentivos de carácter fiscal.
- Instalar sistemas para controlar y agilizar el tráfico de vehículos, incorporando adelantos tecnológicos con mayor eficiencia, como instalando semáforos sincronizados en las principales avenidas donde exista una mayor carga vehicular.
- Promover la planeación y reorganización de las rutas de autobuses para reducir el uso de vehículos privados.
- Reforzar el programa de verificación vehicular, incluyendo su renovación técnica y administrativa de los equipo de medición.
- Implementar programas permanentes para la detección de vehículos con emisiones altamente contaminantes.
- Realizar y diseñar campañas de monitoreo de emisiones vehiculares con el fin de controlar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Alhaurín el grande, 2010 (en línea) todo lo que deseas saber sobre el dióxido de carbono (CO₂) <http://www.alhaurinelgrande.net/alhauPortal/alhaurin/medioambiente/sostenibilidad/co2.pdf> (consulta 9 agosto 2010).

Air InfoNow, 2010 (en línea) ¿De dónde viene la mayoría de la contaminación atmosférica en México? <http://www.airinfonow.org/espanol/html/preguntas.html> (consulta 16 julio 2010).

Biodiversityreportingaward, 2008 (en línea) vientos de cambio(<http://www.biodiversityreporting.org/article.sub?docId=27858&c=Colombia&cRef=Colombia&year=2008&date=September%202007>) (consulta 13 de agosto 2010).

Cabierta.Uchile.Cl, 2001 (en línea) modelo de emisión de contaminantes atmosféricos producidos por transporte urbano <http://cabierta.uchile.cl/revista/15/articulos/pdf/paper3.pdf> (consulta 22 septiembre 2010).

CEPAL, 2003 (en línea) Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/12530/lcg2201p_e.pdf (consulta 22 septiembre 2010).

Cepis, 2010 (en línea) las fuentes de contaminación del aire ambiental <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta/cap5c.pdf> (consulta 25 agosto 2010).

Diccionario de la naturaleza, 1987 (en línea) contaminación por automóviles (<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamAut.htm>) (consulta 11 de agosto 2010).

Ecología verde, 2010 (en línea) medio ambiente, ecología y desarrollo sostenible <http://www.ecologiaverde.com/tag/dioxido-de-carbono/>(consulta 3 septiembre 2010).

Cryoinfra, 2010(en línea) Bióxido de Carbono (CO₂) <http://www.cryoinfra.com/productos-y-servicios/gases/bioxido-de-carbono-co2> (Consulta 2 septiembre 2010).

El siglo de Torreón, 2004 (en línea) Día Mundial del Medio Ambiente G:\Día Mundial del Medio Ambiente Hay poco qué festejar.mht (consulta 30 agosto 2010).

El siglo de Torreón, 2004 (en línea) aumentan males por contaminación <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/83804.ecologia-aumentan-males-por-contaminacion.html>(consulta 30 Agosto 2010).

En buenas manos, 2010 (en línea) contaminación del aire <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=231> (consulta 5 Mayo 2010).

Estrucplan, 2010 (en línea) Monitoreos Atmosféricos de la Ciudad de México <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1218> (consulta 5 mayo 2010).

Estrucplan, 2010(en línea) normatividad mexicana de calidad del aire <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=1220> (consulta 4 septiembre 2010).

EnvironmentalProtection Agency, 2010) (en línea) Datos de emisión: Promedio de dióxido de carbono de las emisiones resultantes de la gasolina <http://www.epa.gov/otaq/climate/420f05001.htm>) (consulta 17 de julio 2010).

Greenfacts, 2009 (en línea) consenso científico sobre captura y almacenamiento de CO₂ <http://www.greenfacts.org/es/captura-almacenamiento-co2/index.htm> (consulta 29 agosto 2010).

INE, 2010 (en línea) Fuentes de contaminación del aire <http://www.ine.gob.mx/calair-informacion-basica/537-calair-fuentes> (consulta 2 agosto).

International Development, 2010 Reducion de la contaminación del aire (G:\El gran reto urbano, PopulationReports, Serie M, Número 16.mht) (consulta 10 de agosto 2010).

Méxicohazalgo, 2010 (en línea) Proponen etiquetar automóviles con su consumo de gasolina y con el dióxido de carbono que generan (<http://www.mexicohazalgo.org.mx/2009/03/proponen-etiquetar-automviles-con-su-consumo-de-gasolina-y-con-el-dixido-de-carbono-que-generan/>) (consulta 25 julio 2010).

Milenio, 2010 (en línea) La contaminación del aire crece 3% al año <http://www.milenio.com/node/465491> (consulta 30 agosto 2010).

Milenio, 2010 (en línea) Por ley, será una obligación verificar <http://www.milenio.com/node/450972> (consulta 30 agosto 2010).

Monografías, 2010 (en línea) contaminación ambiental G:\Contaminación Ambiental - Monografias_com.mht (consulta 30 agosto 2010).

Noticias y artículos sobre el aire, tierra y la contaminación hace que el agua, efectos y soluciones (en línea) contaminación atmosférica de los vehículos automóviles(<http://scipeeps.com/air-pollution-from-cars/>)consulta(22 de julio 2010).

Pereira M. Roberto, 2001 (en línea) Transporte y medio ambiente. Políticas para reducir la contaminación del aire <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/reducir.pdf> (consulta 16 julio 2010).

Redalyc, 2007 (en línea) estimación de factores que inciden sobre la contaminación ambiental generada por fuentes móviles<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/849/84903745/84903745.html> (consulta 22 septiembre 2010).

Salvemos al mundo, 2010 (en línea) el aire, soplo de vida <http://www.salvemosalmundo.net/articulo%207%20el%20aire%20soplo%20de%20vida.html> (consulta 22 agosto 2010).

Semanario, 2010 (en línea) Más del 50% de la contaminación proviene de automotores y del transporte G:\Semanario Contexto - Javier Carmona - Torreón, Coahuila, México - Periodismo de Investigación.htm (consulta 30 agosto 2010).

SMACC 2010 Por qué es importante reducir la emisión de Contaminantes a la Atmósfera (http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=53,3840659&_dad=portal&_schema=PORTAL) (consulta 18 de julio 2010).

Starmedia 2009 (en línea) Contaminación del aire (http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-aire_6.html) (consulta 03 de mayo 2010).

Tecnozono, 2010 (en línea) dióxido de carbono <http://www.tecnazono.com/CO2-dioxido-de-carbono.htm> (consulta 29 agosto 2010).

Todoambiente, 2001 (en línea) ambiente y salud (G:\todoambiente_com.mht) (consulta 6 de agosto 2010).

Usaidfromtheamericanpeople 2003 (en línea) Reducción de la contaminación del aire (http://info.k4health.org/pr/prs/sm16/m16chap5_4.shtml) (consulta 5 de mayo 2010).

Valera S. J. 2010 Evaluación de la emisión de contaminantes atmosféricos. San José de Costa Rica.

Ventanas al universo, 2010 (en línea) Contaminación Atmosférica y Cambios Climáticos

http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/pollution_climate_change.html&lang=sp (consulta 6 mayo 2010).

Ventanas al universo 2008 (en línea) contaminación atmosférica (http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/pollution_climate_change.html&lang=sp) (consulta 20 julio 2010).

World Resources 1999 (en línea) las emisiones de CO₂ de los vehículos de motor (<http://www.wri.org/publication/content/8468>) (consulta 9 de mayo 2010).