

# Programa para Mejorar la Calidad del Aire en León 2008-2012



**Programa para Mejorar la  
Calidad del Aire en León  
2008 -2012**

Gobierno del Estado de Guanajuato  
Paseo de la presa 103, CP 36000  
Guanajuato, Gto

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209  
Jardines en la Montaña, Tlalpan 14210  
México, D.F.

Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato  
Ébano 700 esq. Poza Rica  
Col. Bella Vista  
Salamanca, Gto

Presidencia Municipal de León  
Plaza Principal s/n  
Zona Centro  
León, Gto.

Colaboración Especial  
Universidad de Guanajuato

Primera Edición: Julio de 2008

Instituto de Ecología del Estado  
Ébano 700 esq. Poza Rica. Colonia Bellavista  
C.P. 36730. Salamanca, Gto., México  
Tel. (473) 7352600

Dirección electrónica:  
[ecologia.guanajuato.gob.mx](http://ecologia.guanajuato.gob.mx)



## Acciones integrales para mejorar la Calidad del Aire

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 identifica como uno de sus ejes rectores la sustentabilidad ambiental, de esta forma el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012, tiene como uno de sus objetivos prevenir, reducir y controlar la emisión de contaminantes a la atmósfera para garantizar una adecuada calidad del aire que proteja la salud de la población y de los ecosistemas.

Debido a que el municipio de León es uno de los más grandes del estado de Guanajuato y cuenta con la ciudad más poblada y la mayor flota vehicular de la entidad, se ubica como uno de los municipios claves para la economía del estado, pero también como el principal generador de monóxido de carbono (CO) y de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de dicha demarcación.

Es importante destacar que, si bien León aún no presenta graves problemas de contaminación atmosférica de manera generalizada, en los últimos dos años algunas zonas del municipio han superado los valores normados para partículas menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y para el ozono (O<sub>3</sub>).

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en León 2008-2012 establece acciones integrales para prevenir y controlar la contaminación atmosférica causada por la actividad del transporte, de la industria, los comercios y los servicios; así como acciones para contar con desarrollo urbano, rural y ecológico que, mediante la incorporación de criterios claros para la uso y la conservación de los recursos naturales, favorezca el progreso de la región.

Debido a que más del 90% de la población del municipio se concentra en la zona urbana, el Programa buscará reforzar el sistema de vigilancia epidemiológica municipal, con el propósito de generar información que permita sustentar y fortalecer la toma de decisiones en materia de control de la contaminación atmosférica y la protección de la salud de la población.

Las estrategias, medidas y acciones que integran este Programa han sido desarrolladas por las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, quienes han contado con la colaboración y apoyo de las autoridades estatales y municipales del sector transporte, salud, desarrollo social y desarrollo urbano y rural. Asimismo, la participación del sector académico y de la sociedad civil ha sido de gran valor para su conformación.

De manera conjunta hemos integrado este instrumento y del mismo modo lo pondremos en marcha, llevando a buen término las medidas que lo integran. Sólo trabajando de esta forma lograremos generar las condiciones de crecimiento económico, de prosperidad social y de cuidado de nuestros recursos naturales, para que la población leonesa y todos los mexicanos tengamos una mejor calidad de vida.

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**



## **Guanajuato, a la cabeza en Programas para Mejorar la Calidad del Aire**

La calidad del aire es un tema prioritario en el Plan de Gobierno de Guanajuato; reconociendo que las emisiones contaminantes a la atmósfera impactan a nivel de cuencas atmosféricas, y considerando que Guanajuato es la primera entidad federativa que establece una Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, se tomó la iniciativa de promover desde 2007 ante el Gobierno Municipal de León el establecimiento del segundo Programa para Mejorar la Calidad del Aire después del que se ha venido trabajando exitosamente en Salamanca.

Dicha iniciativa fue aceptada y trabajada vigorosamente por ambos Gobiernos, con el concurso de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, dando como resultado este instrumento que pretende mejorar paulatinamente la calidad del aire en León.

El **Programa para mejorar la Calidad del Aire en León 2008-2012** se construyó a base de consensos y algunas de las medidas que se plasman en él, ya han comenzado a implementarse aún antes de su difusión: se trabaja activamente en este momento para elaborar un Plan de Educación Ambiental específico para el Municipio, destinado a formar conciencia de la importancia de las acciones individuales a favor de una mejor calidad del aire.

En materia de verificación vehicular y con el compromiso claro y decidido del Municipio, este año 2008 se han elevado sensiblemente los índices de verificación vehicular. El sistema de monitoreo automático de la Ciudad, adquirido y operado por el Gobierno del Estado, incrementó en septiembre de 2007 a tres el número de unidades fijas de monitoreo. El corredor industrial del Bajío cuenta ahora con 13 unidades fijas de monitoreo automático y dos móviles, además de una red de 18 unidades de muestreo manual.

Con el arranque formal de este instrumento, Guanajuato también se coloca a la cabeza de las entidades federativas al ser la única que cuenta con Programas para Mejorar la Calidad del Aire en dos ciudades con características de contaminación muy diferentes.

La pujanza y larga historia de León, el carácter trabajador de sus habitantes, ameritan todos los esfuerzos para que Sociedad y Gobierno juntos nos permitan decir a sus pobladores que, por una mejor calidad del aire, León Contigo Vamos.





## **Mejorar la calidad del aire, un reto de la sociedad**

El Municipio de León ha tenido un desarrollo acelerado en la última década, reflejado en una exaltada dinámica urbana, demográfica industrial y empresarial, lo cual le ha posicionado como una de las ciudades y municipios más importantes del centro del país, con todos los beneficios que ello representa pero también con una serie de retos a resolver.

Ese desarrollo ha traído como inevitable consecuencia el deterioro del medio ambiente, en particular la calidad del aire, por lo que es indispensable la formulación de estrategias y acciones específicas y coordinadas orientadas a mejorar la calidad del aire, y que necesariamente exigen la unión de esfuerzos de los tres órdenes de gobierno y la sociedad.

La concepción del presente instrumento no hubiese sido posible sin el esfuerzo y compromiso de los gobiernos federal, estatal y municipal, además de la participación de la sociedad a través del foro de consulta y mesas de trabajo realizadas durante su elaboración. Como aspecto único y relevante de este Programa, destaca la participación de la Universidad de Guanajuato; el resultado es el establecimiento de compromisos claros y priorizados, encaminados a alcanzar paulatinamente una mejor calidad del aire en León.

Seguros de que con el compromiso adquirido, sociedad y gobierno lograremos que León ofrezca además de beneficios sociales, económicos, mejoras en la salud y en la calidad del aire. Con ello se garantiza el derecho de los Leoneses a un aire limpio, con un adecuado desarrollo y bienestar social.

Exhortamos a los diferentes sectores de la sociedad a participar activamente en este Programa, contribuyendo con su compromiso y dentro de sus posibilidades al mejoramiento de la calidad del aire en León.

**INSTITUTO DE ECOLOGÍA DEL ESTADO DE GUANAJUATO**





## Contenido

	Página
<b>Presentación</b>	<b>13</b>
<b>1. León y su entorno</b>	<b>17</b>
1.1 Localización	19
1.2 Aspectos Socioeconómicos	23
1.3 Actividades económicas	25
1.4 Indicadores Económicos Locales	27
1.5 Actividades Sectoriales	27
1.6 Uso de Suelo	28
<b>2. Calidad del aire</b>	<b>31</b>
2.1 Introducción	33
2.2 Contaminantes criterio	35
2.3 Red Estatal de Monitoreo de la Calidad del Aire	37
2.4 Análisis de Contaminantes	51
<b>3. Inventario de emisiones</b>	<b>71</b>
3.1 Introducción	73
3.2 Metodología	73
3.3 Emisión anual de contaminantes en león	74
3.4 Inventario de emisiones	76
<b>4. Efectos de los contaminantes del aire sobre la salud</b>	<b>85</b>
4.1 Efectos en la salud debido al ozono	88
4.1.1 Efectos a la salud por las PM10 y PM 2.5	88
<b>5. Objetivos y estrategias</b>	<b>91</b>
5.1 Objetivos	93
5.2 Metas	93
5.3 Estrategias	94

<b>6. Medidas a implementar</b>	<b>95</b>
6.1 Reducción de emisiones generadas por vehículos automotores	97
6.2 Reducir las emisiones provenientes del sector industrial	104
6.3 Reducir las emisiones generadas por las fuentes de área	108
6.4 Proteger la salud de la población	112
6.5 Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico en León.	114
6.6 Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano	118
6.7 Obtención del financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas para el mejoramiento de la calidad del aire	125
6.8 Medidas para el fortalecimiento institucional	126
6.9 Resumen de medidas	131
<b>7. Seguimiento y evaluación</b>	<b>133</b>
7.1 Estrategias	135
7.2 Desarrollo de indicadores de desempeño	136
<b>8. Financiamiento</b>	<b>137</b>
8.1 Oportunidades de financiamiento	137
<b>Anexos</b>	<b>139</b>
Anexo I. Glosario de términos y acrónimos	141
Anexo II. Figuras, tablas y gráficas	146
<b>Bibliografía</b>	<b>148</b>

# Presentación





## Presentación

El Gobierno del Estado de Guanajuato en busca de trascender la temporalidad de los gobiernos para la prevención del deterioro ambiental y calidad de vida de sus habitantes, establece dentro del Plan de Desarrollo 2025<sup>1</sup>, un marco de políticas públicas. Con esta perspectiva dentro del Plan de Gobierno 2006-2012<sup>2</sup>, define como una de sus líneas estratégicas, la de Comunidad Sustentable, buscando fortalecer las comunidades como ámbito natural de desarrollo de las familias y del ser humano, teniendo como objetivo preservar el medio ambiente y los recursos naturales.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en León: 2008 - 2012, surge como una necesidad a partir del análisis de datos registrados en el monitoreo de calidad del aire y de del Inventario de Emisiones, que permitieron contar con un diagnóstico de la calidad del aire que impera en el municipio, así como conocer las principales fuentes de emisión y las concentraciones de contaminantes atmosféricos presentes en la zona.

Por ello, el Municipio de León, el Gobierno del Estado de Guanajuato y el Gobierno Federal, han adquirido el compromiso de llevar a cabo acciones de corto, mediano y largo plazo, que permitan a León ser un lugar atractivo por la limpieza del aire.

Los compromisos adquiridos requieren de esfuerzos en los diferentes sectores y la sociedad en general, por lo que este programa no sólo plantea medidas para un sector específico, sino que expone la necesidad de involucrar a la sociedad a través de una cultura ambiental, que permita su participación activa.

El Presente programa, propone ocho estrategias que permitirán disminuir las emisiones a la atmósfera generadas en el municipio de León. Para su integración, se contó con la participación de las autoridades municipales, estatales, federales y con la colaboración de la Universidad de Guanajuato, así como de la sociedad. El Programa propone constituirse en una guía de acciones a ejecutar, cuyo beneficio se vera reflejado en una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio de León.

---

1 Publicado en marzo del 2002 en el Periódico Oficial del Estado.

2 Publicado el 27 de marzo de 2007 en el Periódico Oficial del Estado, cuarta parte.

Este documento está organizado en dos partes. La primera integra los apartados del uno al tres, en los que se presenta un panorama general del municipio, un diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire, el inventario de emisiones y los efectos de los contaminantes del aire a la salud. La segunda parte plantea los objetivos, metas, medidas y acciones concretas del programa, así como las estrategias de seguimiento y evaluación. Finalmente, se incluye la sección bibliográfica y los anexos técnicos. A continuación se describe brevemente el contenido de cada apartado:

Apartado 1, presenta un panorama general del municipio de León, conteniendo información sobre población, usos de suelo, desarrollo urbano y económico, así como actividades comerciales y recursos naturales.

Apartado 2, en este apartado se presenta el análisis estadístico y tendencias de los contaminantes y variables meteorológicas monitoreados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de León.

Apartado 3, presenta el inventario de emisiones, que identifica la contribución generada por cada una de las fuentes: fijas, de área, biogénicas y móviles, así como el análisis de la aportación por los diferentes sectores.

Apartado 4, se presenta el diagnóstico de los efectos en la salud ocasionados por los contaminantes.

En el apartado 5 se plantean los objetivos, metas y estrategias, los cuales están enfocados a la reducción de emisiones por fuente.

El apartado 6, describe las medidas y acciones planteadas para el cumplimiento de las estrategias establecidas, en donde se define un objetivo para cada una de las medidas así como las instancias responsables de su ejecución.

El Apartado 7, establece los lineamientos para el seguimiento y evaluación de las medidas planteadas lo cual permitirá medir su cumplimiento y orientar en su caso, el rumbo.

Finalmente en el apartado 8, se presentan los aspectos relativos al financiamiento del programa.

# 1. León y su entorno





# 1. León y su entorno.

## 1.1 Localización.

León de los Aldama forma parte de uno de los 46 municipios que integran al estado de Guanajuato, cuenta con una extensión territorial de 1,883.20 Km, abarcando el 3.96 % del territorio del estado y el 0.062% del país; mientras que el espacio urbano municipal comprende 1,219.67km equivalente al 64.7% de la superficie del municipio, colinda al norte con los municipios de San Felipe y Lagos de Moreno, al sur con San Francisco del Rincón y Romita, al este con Guanajuato y Silao y al oeste con Purísima del Rincón.

Su posición geográfica está indicada por las siguientes coordenadas extremas:

Límite Municipal	Coordenadas geográficas	
	Longitud	Latitud
Norte	O101° 38' 11"	N 21° 18' 26"
Oeste	O 101° 48' 36"	N 21° 02' 59"
Este	O 101° 23' 24"	N 21° 09' 25"
sur	O 101° 40' 33"	N 21° 53' 23"

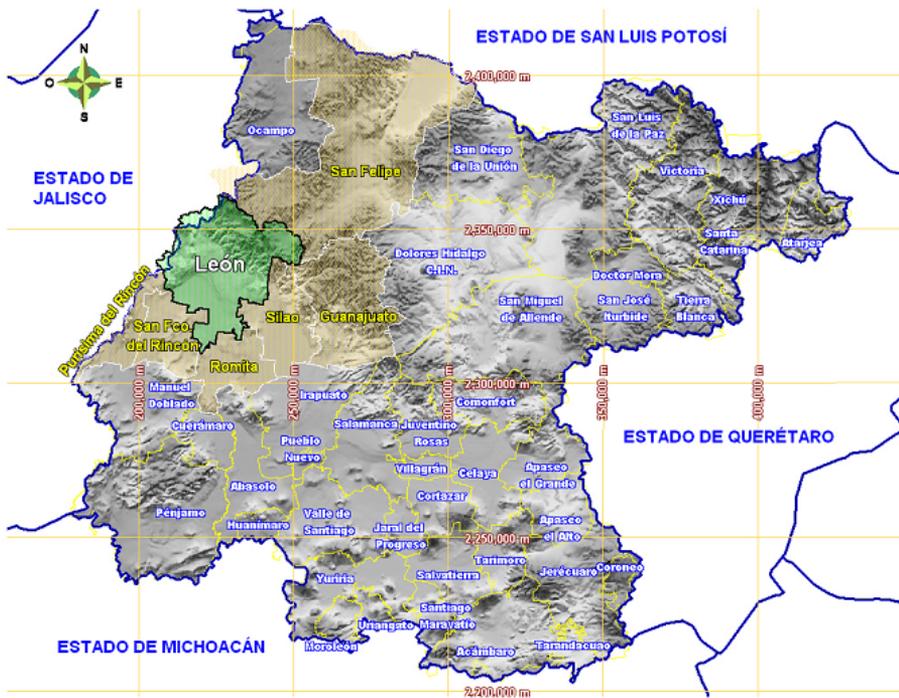
Tabla 1.1 Coordenadas geográficas del municipio de León

La altitud media es de 1800 msnm.

Las principales vías de acceso son la carretera 45 hacia el estado de Jalisco, la 45 de cuota hacia Aguascalientes, la carretera estatal libre hacia San Francisco del rincón, San Felipe y Silao; por ferrocarril está el acceso de la ruta México - Cd. Juárez.

El Municipio de León está ubicado principalmente entre el paisaje terrestre, planicies del Valle de León, así como en el paisaje terrestre Flancos Guanajuatenses de los Altos de Jalisco y el paisaje terrestre de la Sierra de Guanajuato.

# I.- León y su entorno



Fuente: Sistema de Información Ambiental, Instituto de Ecología del Estado.

Figura 1.1 Localización del municipio de León

## 1.1.2 Aspectos del medio natural.

El comportamiento de contaminantes en suspensión sobre la atmósfera está afectado por complejos factores naturales. Las variaciones meteorológicas globales y regionales así como las condiciones topográficas locales afectan el transporte y dispersión de los contaminantes de manera diferente a lo largo del año. En consecuencia se describen a continuación los aspectos naturales que prevalecen sobre el área de estudio a fin de comprender el ciclo dinámico que se desarrolla sobre el mismo.

## 1.1.3 Clima.

Los tipos climáticos (según Kopen, modificado por E. García) identifican cinco tipos de mesoclimas en el municipio de León.

**(A)C(W0) Semicálido subhúmedo.**- con lluvia de verano, al más seco de este grupo con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 y temperatura anual mayor de 18 °C . Cociente P/T menor de 43.2, oscilación térmica extremosa ya que fluctúa de 7 a 14 °C. el mes más caliente se presenta en junio.

**Bs1hw semiseco.**- el menos seco de este grupo, con temperatura anual entre 18 y 20 °C, precipitación de 557 a 615 mm.

**Cw0 Templado subhúmedo.**- el más seco de los templados con un cociente p/t menor de 43.2. Precipitación pluvial de 700 mm y temperatura promedio anual de 18 °C. Frecuencia de granizadas de 0 a 2 días.



**Cw0 Templado subhúmedo.**- intermedio en cuanto al contenido de humedad, con un cociente P/T entre 43.2 y 55 precipitación promedio de 800 mm y temperatura anual de 16 °C.

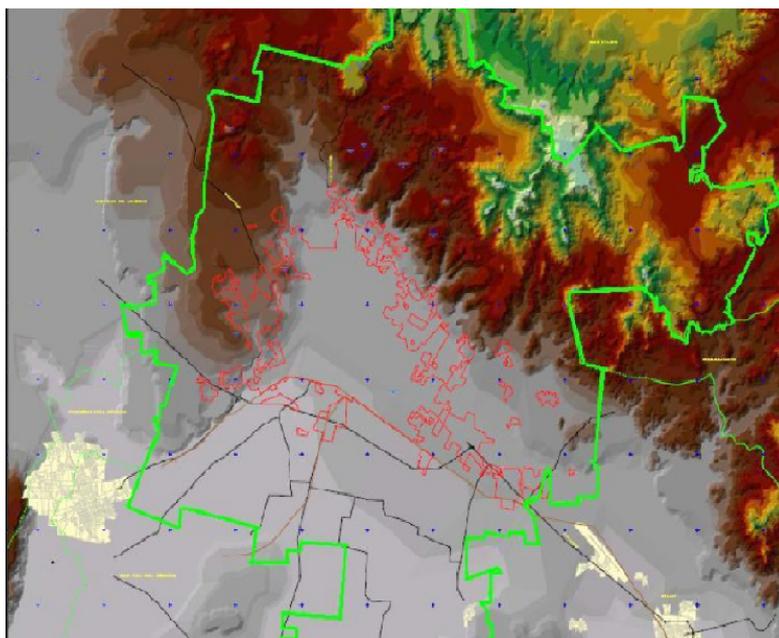
**Cw0 Templado subhúmedo.**- el más húmedo de este grupo con un cociente P/T mayor de 55 y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Precipitación de 800 a 1000 mm y temperatura anual entre 16 y 18 °C.

El clima predominante es semiseco, aunque la zona sur y parte del norte es semicálido, mientras que en la otra parte de la zona norte se presenta un clima templado subhúmedo. La temperatura máxima es de 37 °C y la mínima de -6 °C, la temperatura media histórica es de 19.3 °C y la precipitación promedio anual es de 697.6 mm.

Estos factores determinan tres áreas diferentes de temperaturas la más amplia corresponde al centro y sur del municipio con temperaturas mayores a los 18 °C, la segunda en la porción media de la sierra con temperaturas entre los 16 y 18 °C y la última correspondiente a la porción alta de la sierra con temperaturas menores a los 16 °C.

#### 1.1.4 Orografía.

En la parte norte del municipio existen estribaciones montañosas pertenecientes a la Sierra de Guanajuato, las cuales son: Sierra de Ibarra, Comanja y de Lobos. La parte sur pertenece a una serie de valles del Bajío (Figura 1.2). Por lo anterior se infiere que la orientación de los vientos puede verse modificada en la parte norte del municipio, debido a la presencia de la barrera montañosa. Asimismo, la estabilidad atmosférica y la precipitación pluvial podrán verse afectadas en las regiones cercanas a dicha zona montañosa.



Fuente: Dirección de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable de León.

Figura 1.2 Orografía del Municipio de León

### 1.1.5 Tipos de suelo.

El clima, la geomorfología, la vegetación, así como el origen del sustrato geológico, precisan las características físicas y químicas de los suelos, lo cual define los usos del suelo en actividades productivas y su manejo apropiado.

Los suelos más abundantes del municipio son los vertisoles y los phaeozems. Los vertisoles se encuentran comúnmente en los valles, mientras que los phaeozems se distribuyen tanto en los valles como en las sierras y lomeríos.

El municipio agrupa varias unidades de suelo, siendo la más abundante la de tipo Phaeozem (H) con un 41% de la superficie y se localiza desde la zona de la Sierra de Guanajuato y la porción central del municipio de León, hasta el sur, en los límites con el municipio de Romita; mientras que un 35.08% de la superficie la ocupa subunidades de suelo vertisol pélico (Vp).

Excepto los litosoles (I), planosoles (W) y regosoles (R), las demás unidades, respecto de la superficie que ocupan con relación al total del territorio municipal, son de menor importancia.

### 1.1.6 Erosión<sup>1</sup>.

Por las características fisiográficas del municipio, la erosión hídrica no constituye una problemática en su región centro-sur con un índice menor a 10 t/ha/a, mientras que en la zona centro-norte se considera que se eleva de 10 a 50 t/ha/a, y sólo en una pequeña porción del norte del municipio, en la colindancia con el municipio de San Felipe, se pueden presentar problemas de erosión con un índice de 50 a 200 t/ha/a. Este fenómeno se ve reflejado en las mesetas de la Sierra La Cuatralba<sup>2</sup>.

En el nororiente del municipio, así como en la zona cercana a la comunidad de Duarte, se presentan problemas por erosión eólica, debido a la pérdida de la cubierta vegetal.

### 1.1.7 Áreas naturales protegidas.

El gobierno del estado de Guanajuato, por medio del Instituto de Ecología, ha integrado el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato (SANPEG), el cual contiene el conjunto de áreas de importancia estatal que se consideren prioritarias para la conservación y uso racional de sus recursos naturales.

El área de Sierra de Lobos se ubica en la confluencia de los límites de los Municipios de Ocampo, León y San Felipe. Existen diversos tipos de vegetación desde bosque de pino encino hasta pastizal. En la zona se identifican diversas actividades productivas del sector primario.

1 Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación (Vectorial). Esc. 1: 1 000 000. Sistema Nacional de Información Geográfica.

2 Datos 2004 proporcionados por el Centro de Investigación y Análisis Económicos. COFOCE



La Sierra de Lobos ha sido identificada para ser integrada al SANPEG, en la categoría de Área de Uso Sustentable, debido a que en ella se encuentran zonas forestales, flora y fauna silvestres, zonas de desarrollo agropecuario y potencial recreativo que aún conservan rasgos y funciones de importancia ecológica.

## 1.2 Aspectos socioeconómicos.

### 1.2.1 Población.

De acuerdo a las Proyecciones de la Población 2005-2050 (CONAPO, 2006) en el 2005 la población de León era de 1'283,143 habitantes que representa el 26% de la población estatal. Asimismo, se estima que en el año 2012 la población alcance 1'484,326 habitantes lo que representará un incremento de 15.7%.

La población está compuesta por 632,803 hombres, que corresponde al 49.3% de la población y 650,340 son mujeres, que es el 50.7% de la población. En su mayor parte, este municipio esta habitado por jóvenes y personas de edad madura, que oscilan entre los 15 y los 64 años de edad, con un aproximado del 62.7% de la población.

Actualmente el 93% de la población del Municipio de León se concentra en la zona urbana.

### 1.2.2 Distribución de la población.

La estructura de edades incide en muchos aspectos de la vida social y económica como consecuencia sobre el medio ambiente, conformando patrones de consumo específicos ejerciendo presión sobre ciertos recursos estratégicos. La susceptibilidad a la exposición de contaminantes del aire varía persona a persona. El riesgo individual está determinado, entre otros, por el estado de nutrición, salud, características genéticas y la edad. En este sentido, en personas de 0 a 13 años y de más de 65 años, el riesgo es mayor a padecer enfermedades respiratorias.

La población se puede distribuir en tres grandes grupos que se señalan en la tabla siguiente:

Grupo de población	Población	Porcentajes
0 a 14 años	429,836	33.5%
15 a 65 años	804,660	62.7%
más de 65 años	48,647	3.8%
<b>Suma</b>	<b>1'283,143</b>	<b>100%</b>

Tabla 1.2 Distribución de la población sensible

## I.- León y su entorno

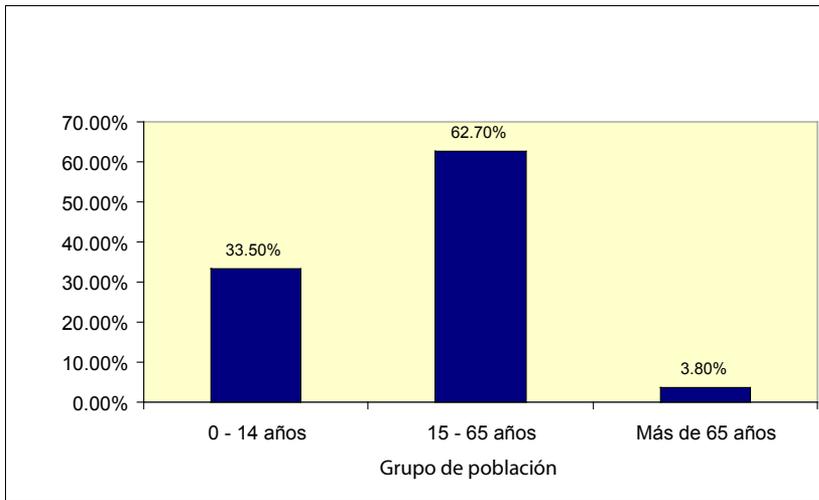


Figura 1.3 Distribución porcentual de la población sensible en el municipio de León

El grupo de población de 15 años o más es el más representativo sobre todo en el paisaje terrestre de las Lomas y Mesetas de León y las Planicies del Valle de León.

### 1.2.3 Tasa de crecimiento de la población.

Las tasas de crecimiento nos permiten estructurar y detectar el nivel de presión demográfica que está ejerciendo la población en relación con los recursos naturales, económicos y sociales, así como prever las necesidades básicas de la población en educación, salud, empleo, servicios, suelo, infraestructura, etc.

En el periodo 1995 al 2000 la tasa de crecimiento de la población para León fue del 2.7%; con dinámicas de crecimiento diferenciales.

Se ha observado que los paisajes terrestres tienen más fuerte demanda de crecimiento de población, lo que indica un fenómeno de explosión demográfica en la localidad. Como consecuencia, la demanda del acelerado crecimiento en la zona urbana se ejerce sobre las localidades aledañas, que son absorbidas poco a poco por la mancha urbana.

La mancha urbana registra un crecimiento de población del 3% mientras que la tasa del municipio es del 2.7%, lo que indica que la zona urbana está creciendo a un ritmo mayor que el resto del Municipio.

### 1.2.4 Población migrante.

El 10.2% de la población total del municipio de León es migrante nacida en otra entidad o país. La mayoría de esta población migrante se asienta en la zona urbana de León.



### 1.2.5 Población económicamente activa.

El examen de las diferencias económicas y regionales se observa por medio de un análisis comparativo de la estructura económica. El municipio de León tiene una población económicamente activa (PEA) del 54.7% y una población inactiva de 45.3%.

### 1.2.6 Población Ocupada por sectores económicos.

La población ocupada por sector económico y sus porcentajes se presentan en la siguiente tabla:

Sector Económico	Porcentaje de población ocupada
Primario	1.6%
Secundario	44.6%
Terciario	51.2%
Otras actividades	2.6%

Tabla 1.3 Población por sectores económicos

## 1.3 Actividades económicas.

El municipio de León, es el más poblado del Estado. Desde hace varias décadas León ha sido un centro de atracción de población e inversión. En las últimas dos décadas, se ha presentado una clara transformación de las actividades económicas, existe un claro proceso donde el sector terciario (comercio y servicios) emerge como el sector que cuenta con un mayor incremento en el número de establecimientos y población ocupada.

La Ciudad está experimentando una transformación económica, tal que se ha convertido en una prestadora de servicios (turismo de negocios, educación, servicios hospitalarios) dejando atrás la tradicional definición económica de enclave manufactureros (industria cuero-calzado) pese que aún el sector industrial tiene un peso específico en la economía local, especialmente en el uso intensivo de población económicamente activa.

Para visualizar este proceso de transformación económica del municipio de León, es necesario mostrar las tendencias de sus indicadores económicos y su participación Estatal y Federal.

### 1.3.1 Producto Interno Bruto (PIB)

En el año 2004 el crecimiento del PIB nacional se elevó de manera importante, contribuyendo todos los renglones de la demanda agregada (consumo, inversión, gasto del gobierno) incluyendo la externa al aumentar las exportaciones de bienes y servicios.



## 1.- León y su entorno

En Guanajuato las actividades económicas con mayor participación en el Producto Interno Bruto Estatal son:

Actividad Económica	Porcentaje de participación
Industria Automotriz y Maquiladora	27%
Comercio (restaurantes y hoteles)	19%
Servicios Financieros	14%
Otros	40%

Tabla 1.4 Participación de las actividades económicas

El sector primario (actividades agropecuarias, silvicultura y pesca) tiene una baja participación en la generación de la riqueza estatal solamente del 7%, sin embargo a nivel nacional esta actividad tiene una participación importante.

Guanajuato participa con el 3.5% en el Producto Interno Bruto Nacional.

### 1.3.2 Industria manufacturera de exportación.<sup>3</sup>

El Crecimiento del PIB destacó por el aumento de la demanda de exportación de mercancías y servicios. Las exportaciones del Estado de Guanajuato representaron el 4.58% de las nacionales y contribuyeron con el 38% del PIB Estatal.

Algunos de los sectores de exportación en el Estado con mayor participación son: auto partes-automotriz, textil y de la confección, maquinaria y aparatos eléctricos.

León exporta a los cinco continentes pero los principales destinos son: Estados Unidos de América con el 87%; China 3.9% y Canadá con el 1.39%.

### 1.3.3 Inversión extranjera directa.<sup>4</sup>

En el año 2004, en Guanajuato se localizaban 538 empresas con inversión extranjera directa 1.7% del total de las empresas registradas en el país. En León se localiza el 47.8% de las empresas con inversión extranjera directa en el Estado.<sup>5</sup>

La inversión extranjera directa en Guanajuato se canaliza principalmente a la industria manufacturera, al comercio y los servicios.

3 Fuente: Centro de Investigación y Análisis Económicos, 2004. COFOCE

4 Fuente: Banco de México. Balanza de Pagos 2004

5 Fuente: Secretaría de Economía. Dirección General de Inversión Extranjera. Diciembre del 2004.



## 1.4 Indicadores Económicos Locales.

### 1.4.1 Finanzas Públicas.<sup>6</sup>

Las finanzas públicas en el Municipio de León en el 2003 estuvieron compuestas de la siguiente manera; ingresos brutos de alrededor de 1,600 millones de pesos; de ellos el 28.5% procedieron de las aportaciones del municipio, mientras que un 11.4% provinieron de los impuestos, este porcentaje es superior al captado a nivel estatal con sólo el 7.9% de la captación de impuestos. Por otro lado los egresos del municipio son canalizados principalmente a la obra pública y servicios profesionales.

La inversión pública estatal en 2003, en el municipio corresponde a un 4%, destinado principalmente a vivienda, sistemas de agua y energía y sólo una pequeña parte a rubros como el desarrollo urbano y ecología, renglones en los cuales el municipio destina una mayor cantidad de recursos en estos sectores.

### 1.4.2 Tasa de desempleo abierta.<sup>7</sup>

La tasa de desempleo abierta (TDA) muestra el porcentaje de la población económicamente activa, que estando en edad de trabajar (de 12 a 65 años) no cuenta con un empleo remunerado. La estabilidad de este indicador tiene relación directa con el dinamismo de la planta productiva del municipio y sus fluctuaciones mensuales reflejan el comportamiento cíclico de la industria local.

El promedio anual de la tasa de desempleo abierta en el municipio de León para el año 2004 fue de 3.03%

## 1.5 Actividades Sectoriales.

### 1.5.1 Sector primario.

El sector agrícola y ganadero en el municipio de León no representa una actividad sustancial. En el año 2004, seis de cada cien leoneses vivían del campo y tan sólo 1.6% del personal ocupado en el municipio se dedicaba a trabajar en el.

La caza, pesca y aprovechamiento de los bosques en León, resulta significativamente inferior al promedio nacional, en donde 16 de cada 100 mexicanos se dedican a labores agropecuarias y a nivel estatal 13 de cada cien guanajuatenses se ocupan en este sector.

### 1.5.2 Sector secundario.

El sector secundario está compuesto por cuatro grandes grupos de producción: minería, manufactura, sector energía y agua y la industria de la construcción.

<sup>6</sup> Fuente: INEGI, Estadísticas de Ingresos y Egresos Estatales y Municipales.

<sup>7</sup> Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Empleo Urbano.



## 1.- León y su entorno

El Sector industrial es muy importante en el municipio, debido a que es una de las principales fuentes generadoras de empleos; en el 2004 la población ocupada en este sector representaba casi el 40%, mientras que a nivel nacional sólo el 25% y a nivel estatal el 29%.

La industria manufacturera predominante es la del sector cuero y calzado. El Sistema de Información Empresarial Mexicano SIEM registró la existencia de 8 mil 164 empresas en el municipio de las cuales sólo el 20% de estas corresponden al sector industrial.

La mayoría de las empresas son de tamaño micro. Las empresas que destacan en el sector industrial son las de calzado, construcción, cuero y plásticos, las empresas relacionadas con la industria cuero - calzado son las principales generadoras de empleo.

### 1.5.3 Sector terciario.

El crecimiento del sector terciario está altamente relacionado con el cambio al modelo económico, en las últimas décadas, el sector comercio y servicios gana participación en las economías, llegando a absorber casi la mitad de las mismas.

El sector terciario está integrado por tres grandes ramas: comercio, comunicaciones y transportes y servicios.

Debido al número de establecimientos con los que cuenta León, la actividad más importante es el comercio al menudeo.

Con datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano SIEM, muestran que el 69% de las empresas de León se encuentran en el sector terciario.

### 1.6 Uso de suelo.

El territorio estatal, y en particular, sitios con una gran dinámica de crecimiento como el municipio de León, no se explotan con la misma intensidad ni con los mismos propósitos en toda su superficie.

Desde el punto de vista ambiental, el uso del suelo está muy relacionado con el tema de la sustentabilidad, ya que la forma en que cambia la cubierta vegetal determina la persistencia de bosques, pastizales y suelos en el futuro, así como de los recursos que estos proporcionan. Asimismo, tiene una serie de implicaciones ecológicas como por ejemplo: la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la disminución en recarga de mantos acuíferos, alteraciones en el microclima y la pérdida de hábitat tanto en especies de flora como de fauna y por consiguiente de biodiversidad.

En el municipio se presentan las siguientes asociaciones: bosque de encino, bosque de encino-pino, matorral crasicaule, selva baja caducifolia, agricultura de riego, agricultura de temporal, pastizal, matorral espinoso. Notándose que la tendencia de la vegetación o lo que predominancia es el matorral crasicaule.



El pastizal inducido se ha desarrollado debido al abandono de tierras agrícolas y a que se encuentran sometidos a un sobre pastoreo. El matorral espinoso presenta dos orígenes: el natural y el inducido, éste último como consecuencia de diversos procesos de perturbación por la agricultura y el pastoreo.

El bosque de encino se encuentra principalmente en la parte norte del municipio, en la Sierra de Cuatralba. Por último, la asociación de bosque encino-pino representa una variante del bosque más puro de encino, donde la dominancia se comparte con *Pinus cembroides* (pinos piñoneros) principalmente, siendo más abundantes en la región de la Sierra de Cuatralba y una parte de la Sierra de Guanajuato.

De acuerdo al estado de conservación de la vegetación originaria, la principal zona en donde se tiene el mayor porcentaje de superficie cubierta es la Sierra Cuatralba, le sigue la Sierra de Guanajuato y en mucha menor proporción los Flancos Guanajuatenses de los Altos de Jalisco. En la Planicies del Valle de León y en las Lomas y Mesetas de León y Silao no se detectó debido a que la mayor parte de la vegetación natural ha sido sustituida por otras actividades agropecuarias y de desarrollo urbano.

USO DE SUELO EN EL MUNICIPIO DE LEÓN	
USO	%
Agricultura de riego (incluye riego eventual).	29.210
Agricultura de temporal con cultivos anuales.	23.840
Asentamiento humano.	8.070
Bosque de encino.	5.270
Bosque de encino con vegetación secundaria, arbustiva y herbácea.	3.111
Bosque de encino -pino	0.029
Cuerpo de agua	0.370
Matorral crasicaule	0.180
Matorral crasicaule con vegetación secundaria.	0.920
Matorral subtropical	3.570
Matorral subtropical con vegetación secundaria y herbácea.	2.900
Mezquital (incluye huizachal)	0.110
Pastizal inducido	8.520
Pastizal natural (incluye pastizal-huizachal)	13.900

Tabla 1.5 Uso de suelo del municipio de León



## 2. Calidad del aire





## 2. Calidad del aire.

### 2.1 Introducción.

El aire es fundamental para la vida en nuestro planeta. En estado puro, el aire está compuesto por proporciones ligeramente variables de nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y algunos gases nobles como el criptón o el argón. Sin embargo, esta composición se altera cuando ingresan a la atmósfera sustancias no deseadas. Esto es lo que se conoce como contaminación del aire. En general, el aumento de la población, la industrialización y algunas otras actividades del hombre contemporáneo, han demandado un incremento significativo en el uso de energía, bienes y servicios y una sobreexplotación de los recursos naturales. Dichas acciones han contribuido en gran medida a aumentar las emisiones de compuestos químicos y de partículas suspendidas a la atmósfera, con el consecuente deterioro de la calidad del aire. Se entiende por calidad del aire la condición en la cual se encuentra el aire que nos rodea.

Los contaminantes atmosféricos se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios son aquellos que provienen directamente de las fuentes emisoras. Por otro lado, los secundarios se forman cuando los primarios reaccionan ya sea entre sí, o bien con otros componentes de la atmósfera en presencia o ausencia de luz solar. La Figura 2.1 muestra de forma general que la emisión de contaminantes a la atmósfera y su remoción por diversas causas son procesos continuos que forman un ciclo, en el cual los ecosistemas se ven afectados de diferentes formas. La concentración de los contaminantes depende de las fuentes emisoras, de la geografía de la región, de la luz solar, humedad, precipitación pluvial, presencia de nubes y el clima local o regional.

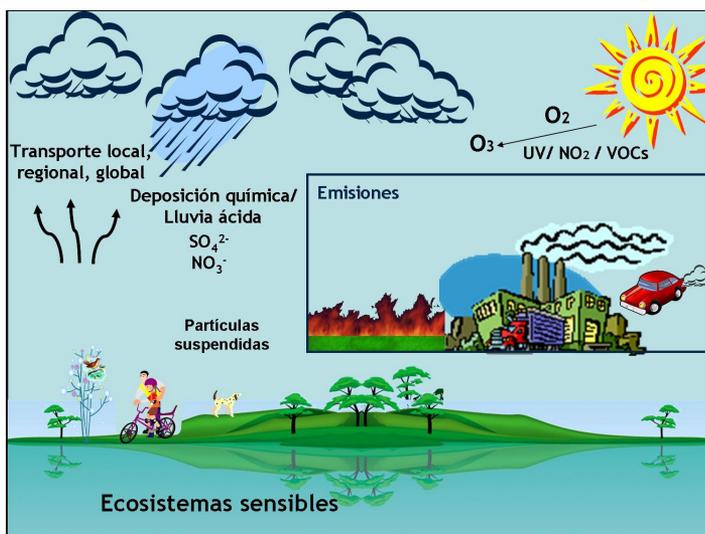


Figura 2.1 Ciclo de la contaminación atmosférica.



## 2.- Calidad del Aire

Una gran cantidad de contaminantes permanecen en el aire por largos periodos de tiempo. Algunos de ellos se mantienen en las capas más bajas de la atmósfera, otros son transportados hasta las capas más externas y otros más se dispersan de forma global en el planeta. En estos procesos, dichos componentes pueden incluso afectar ecosistemas de regiones distintas a aquéllas en donde fueron originalmente emitidos. Tal es el caso de la formación del agujero de ozono en la Antártica<sup>1</sup> ocasionado principalmente por los Clorofluorocarbonos, o bien de la identificación de algunos compuestos orgánicos volátiles en lugares como el Ártico y ciertas regiones lejanas del Océano Atlántico. En ambos casos, los compuestos fueron emitidos en diferentes regiones del mundo y por difusión alcanzaron éstas y otras áreas.

El conocimiento cada vez más profundo de los efectos de este tipo de contaminación sobre el medio ambiente y la salud, han motivado la implementación de sistemas de monitoreo atmosférico, lo que permite:

- Determinar las zonas en donde se rebasen las normas recomendadas para la identificación de las fuentes de los contaminantes.
- Fundamentar la toma de decisiones políticas en materia de aire.
- Prevenir a la población sobre periodos de exposición.
- Determinar la dispersión de contaminantes a nivel local y regional.
- Predecir las tendencias a largo plazo.

En lo que refiere a nuestro país, en el Valle de México desde hace ya más de 20 años se detectó la presencia de contaminantes atmosféricos que han dado lugar a políticas importantes para prevenir la contaminación. Programas como el hoy no circula y el uso de gasolinas con menos plomo han contribuido a su control. Más recientemente el Centro Mario Molina, en colaboración con investigadores mexicanos y de otras partes del mundo, iniciaron el proyecto MILAGRO, en el que se realizaron mediciones de contaminantes atmosféricos con la finalidad de realizar estudios sobre su transformación y transporte a una escala global. Dichos estudios han apoyado en la evaluación y diseño de políticas en materia de calidad del aire para la Zona Metropolitana del Valle de México.

En el estado de Guanajuato, municipios como León, Salamanca, Silao, Celaya e Irapuato, cuentan ya con sistemas de monitoreo atmosférico. Estas redes son parte de la Red Estatal de Monitoreo de la Calidad del Aire supervisada por el Instituto de Ecología del Estado.

---

1 Chubachi S., in Atmospheric Ozone (reidel, Dordrecht) 1984,



## 2.2 Contaminantes criterio.

Los contaminantes criterio son aquellos considerados como de mayor impacto en la salud humana y para los cuales se cuenta con normatividad específica, en donde se establecen límites permisibles, los cuales son referidos como concentraciones sobre cierto periodo de tiempo y que se consideran aceptables de acuerdo a sus efectos sobre la salud humana. El monitoreo de estos contaminantes permite determinar el comportamiento de la calidad del aire. Los contaminantes criterio son: partículas suspendidas (PM), ozono ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y plomo (Pb).

### 2.2.1 Características de los contaminantes criterio.

#### 2.2.1.1 Ozono troposférico.

Las dos primeras capas de la atmósfera terrestre son la tropósfera y la estratósfera (Figura 2.2). La primera se extiende desde la superficie de la tierra hasta una altitud de 15 km; la segunda corresponde a la región entre los 15 y 50 km de altitud. El ozono se encuentra tanto en la tropósfera (ozono troposférico) como en la estratósfera (ozono estratosférico). El ozono estratosférico nos protege de la radiación ultravioleta dañina proveniente del sol. A diferencia de éste, el ozono troposférico es un componente importante de la contaminación y es perjudicial para la salud humana y el medio ambiente. Este se puede formar cuando los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) reaccionan con los compuestos orgánicos volátiles (COVs) en presencia de la luz, sin embargo su generación y transporte dependen en gran medida de las condiciones meteorológicas.

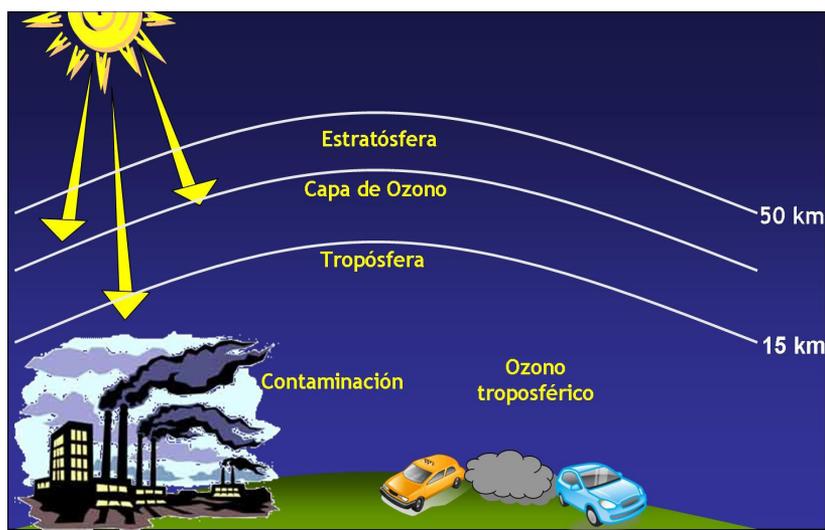


Figura 2.2 Localización del ozono troposférico y ozono estratosférico

### 2.2.1.2 Partículas suspendidas (PM).

Las partículas suspendidas (PM por sus siglas en inglés: particulate matter) pueden ser líquidas o sólidas y se encuentran en el aire como contaminantes. De forma individual pasan desapercibidas al ojo humano; sin embargo, de forma colectiva pueden formar estratos que restringen la visibilidad. Esta fracción de contaminantes está compuesta principalmente por aerosoles, humo, polvo, cenizas y polen. No todas las PM tienen ni la misma masa ni la misma composición química. Las más pequeñas miden alrededor de 0.002 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), mientras que las más grandes tienen alrededor de 100  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las PM de interés atmosférico son aquellas con tamaños entre 0.1 y 10  $\mu\text{m}$ . Todas las partículas mayores a 2.5 y menores a 10  $\mu\text{m}$  se conocen como la fracción gruesa, mientras que las menores a 2.5 ( $\text{PM}_{2.5}$ ) se conocen como la fracción fina. La composición química de las PM varía dependiendo de diversos factores; sin embargo, en las partículas menores a 10  $\mu\text{m}$ ,  $\text{PM}_{10}$ , y  $\text{PM}_{2.5}$  usualmente se encuentran compuestos como el benceno, 1-3 butadieno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas, sulfatos y nitratos, entre otros.

Estudios recientes indican que en ciertas áreas el origen primario de las partículas gruesas es la erosión y los caminos sin pavimentar o sin cobertura vegetal, mientras que el de las partículas finas es principalmente la combustión y por formación indirecta en la atmósfera a través de una serie de reacciones complejas.

### 2.2.1.2 Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ).

El dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) en estado gaseoso es café rojizo con un olor picante. Este reacciona con componentes del aire para formar ácido nítrico gaseoso y nitratos, los cuales son responsables de la formación de partículas suspendidas. El  $\text{NO}_2$  también está involucrado en la formación del ozono troposférico. Existen otros óxidos de nitrógeno de acuerdo al número de átomos de nitrógeno y oxígeno por molécula, sin embargo para propósitos de calidad del aire se consideran el NO (monóxido de nitrógeno) y el  $\text{NO}_2$ , conocidos como  $\text{NO}_x$ . Los  $\text{NO}_x$  son principalmente emitidos como NO, el cual reacciona relativamente rápido para formar el  $\text{NO}_2$ . La fuente primaria de  $\text{NO}_x$  es la combustión, y en mucha menor proporción existen, de forma natural, emisiones del suelo, volcanes y tormentas eléctricas.



### 2.2.1.3 Monóxido de Carbono (CO).

El monóxido de carbono (CO) en estado gaseoso es incoloro, inodoro e insípido se forma cuando las sustancias que contienen carbono son quemadas con una fuente insuficiente de oxígeno. La combustión inadecuada de petróleo, gas natural, gasolina, madera, etc., puede generar CO. Sin embargo, los vehículos de combustible son la fuente principal de este gas en aires urbanos.

### 2.2.1.4 Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro con un olor irritante. Este se produce por la quema de combustibles fósiles (carbón y combustóleo) y en el procesamiento de minerales que contienen azufre. Las erupciones de volcanes son una fuente natural de emisiones de SO<sub>2</sub>. Este gas también puede oxidarse para formar aerosoles ácidos (ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y posteriormente sulfatos que forman parte de las PM.

## 2.3 Red Estatal de Monitoreo de la Calidad del Aire.

La Red de Monitoreo de León, que cuenta actualmente con tres estaciones, forma parte de la Red Estatal, misma que es coordinada y supervisada por el gobierno del Estado de Guanajuato, a través del Instituto de Ecología (IEE). En el caso de la Red de León, ésta es operada por la Universidad Tecnológica de León, y las estaciones cumplen con los lineamientos de operación de la Red Estatal.

El Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA), del Instituto Nacional de Ecología (INE), realiza evaluaciones técnicas periódicas a la Red Estatal, para garantizar el buen funcionamiento de las estaciones. Los datos de la red de monitoreo se pueden consultar en tiempo real tanto en el sitio Web del Gobierno de Guanajuato: <http://calidadaire.guanajuato.gob.mx>, como en el sitio Web del INE: <http://sinaica.ine.gob.mx>.

En las Figuras siguientes se presenta la ubicación de las tres estaciones, clínica IMSS T-21 (inició operaciones en abril del año 2006), CICEG (inició operaciones en el año 2005), Facultad de Medicina de la Universidad de Guanajuato (inició actividades en el segundo semestre del año 2007). Para tener una referencia de la ubicación conjunta de las tres estaciones de monitoreo, en la Figura 2.6 se muestra la posición relativa de éstas en la mancha urbana de la ciudad de León.

## 2.- Calidad del Aire

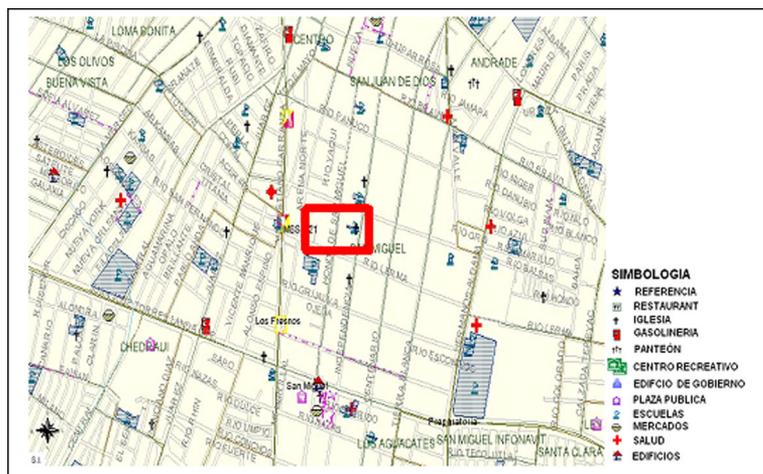


Figura 2.3 Estación de monitoreo IMSS T21.

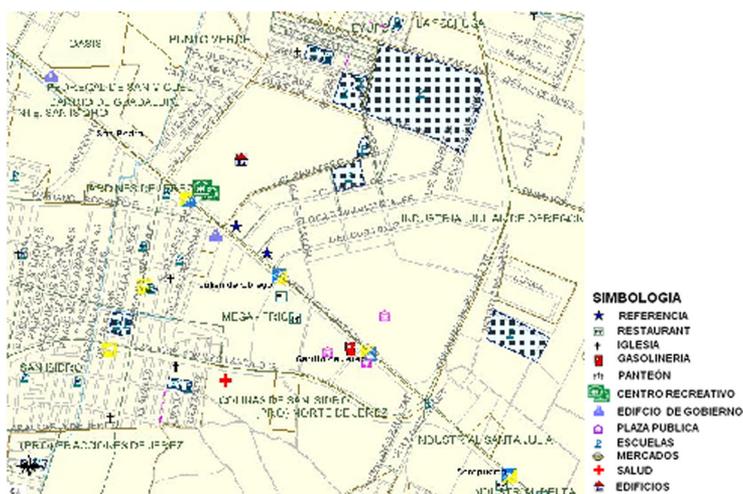


Figura 2.4 Estación de monitoreo CICEG.

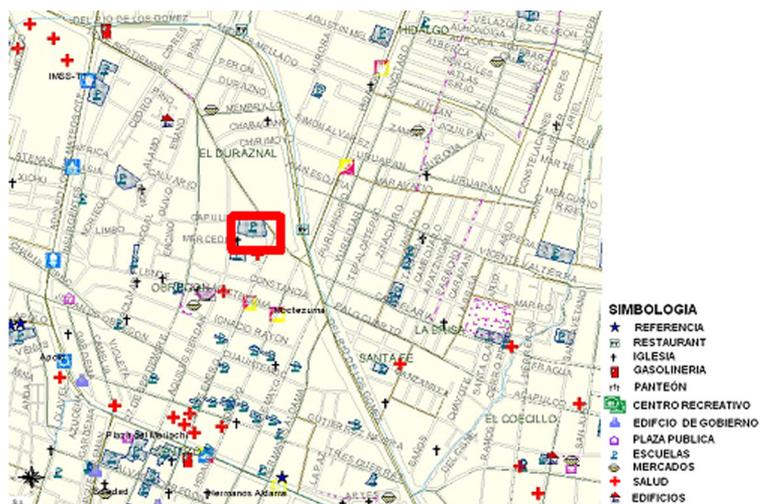


Figura 2.5 Estación de monitoreo Facultad de Medicina.



En estas estaciones se pueden monitorear los contaminantes y las condiciones meteorológicas que se ilustran en la Tabla 2.1.

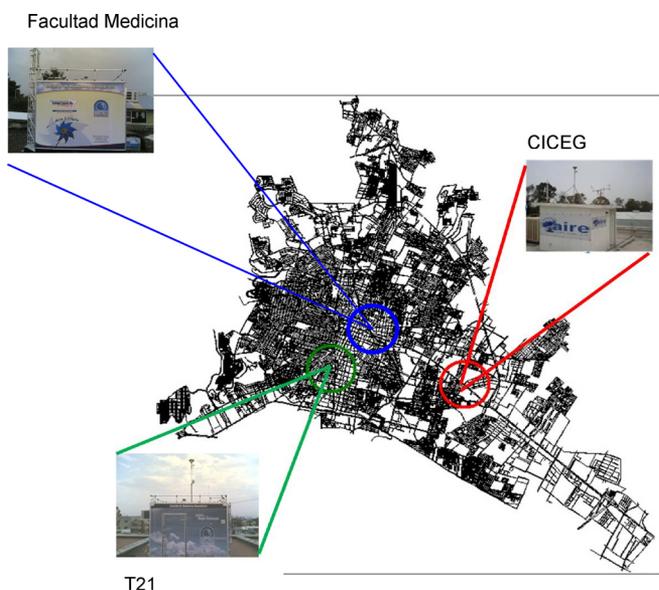


Figura 2.6 Estaciones de monitoreo León, Guanajuato.

Tabla 2.1 Contaminantes y condiciones meteorológicas monitoreados<sup>a</sup>

O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	T	WS	WD	P. BAR	RAD	HR
ppb	ppb	ppm	ppb	ppb	ppb	µg/m <sup>3</sup>	°C	m/s	°	mm Hg	W/m <sup>2</sup>	%

<sup>a</sup> T = temperatura ambiente, WS = velocidad del viento, WD = dirección del viento, P. BAR = presión barométrica, RAD = radiación solar, HR = humedad relativa, ppb: partes por billón (una parte por mil millones), ppm: partes por millón, µg/m<sup>3</sup>: microgramos por metro cúbico, °C: grados Celsius, m/s: metros por segundo, °: grados sexagesimales, mm Hg: milímetros de mercurio, W/m<sup>2</sup>: watts por metro cuadrado, %: por ciento.

La importancia del monitoreo de variables meteorológicas radica en que en la dispersión y concentración de los contaminantes atmosféricos influyen de manera directa las condiciones meteorológicas y topográficas.

## 2.- Calidad del Aire

### 2.3.1 Meteorología.

El transporte, dispersión y concentración de los contaminantes atmosféricos es afectado por las condiciones meteorológicas y topográficas. El proceso inicia cuando los contaminantes son emitidos, seguidos por su transporte y difusión a la atmósfera.

Por ello las condiciones meteorológicas y topográficas no solo influyen en el modo de contaminación presente en un sistema, sino que también determinan la dirección de estos contaminantes, las velocidades de transportación, la permanencia de los contaminantes en cada ciclo.

Para el análisis de la meteorología señalada en este rubro se emplearon datos exclusivamente de la estación CICEG, considerando que es la estación más representativa dada su antigüedad e información disponible.

En la siguiente tabla se presenta una clasificación de las dos variables aleatorias señaladas y de la temperatura.

Tabla 2.2 Parámetros meteorológicos y nomenclatura.

Parámetro	Parámetro	Escala
Temperatura °C	Helada	TMP<2.5
	Frío	2.5<=TMP<10
	Fresco	10<=TMP<10
	Templado	20<=TMP<30
	Caluroso	30<=TMP<40
	Bochornoso	TMP>=40
Velocidad del Viento (m/s) Escala de Beaufort	Calma	0.0<=WSP<0.3
	Ventolina	0.3<=WSP<1.6
	Brisa Débil	1.6<=WSP<5.5
	Brisa Moderada	5.5<=WSP<10.8
	Viento fuerte	10.8<=WSP<17.2
	Viento duro	17.2<=WSP<24.5
	Temporal	WSP>=24.5
Dirección del Viento (Grados Azimut)	N	348.75<=WDR<11.25
	NNE	11.25<=WDR<33.75
	NE	33.75<=WDR<56.25
	ENE	56.25<=WDR<78.75
	E	78.75<=WDR<101.25
	ESE	101.25<=WDR<123.75
	SE	123.75<=WDR<146.25
	SSE	146.25<=WDR<168.75
	S	168.75<=WDR<191.25
	SSO	191.25<=WDR<213.75
	SO	213.75<=WDR<236.25
	OSO	236.25<=WDR<258.75
	O	258.75<=WDR<281.25
	ONO	281.25<=WDR<303.75
NO	303.75<=WDR<326.25	
NNO	326.25<=WDR<348.75	

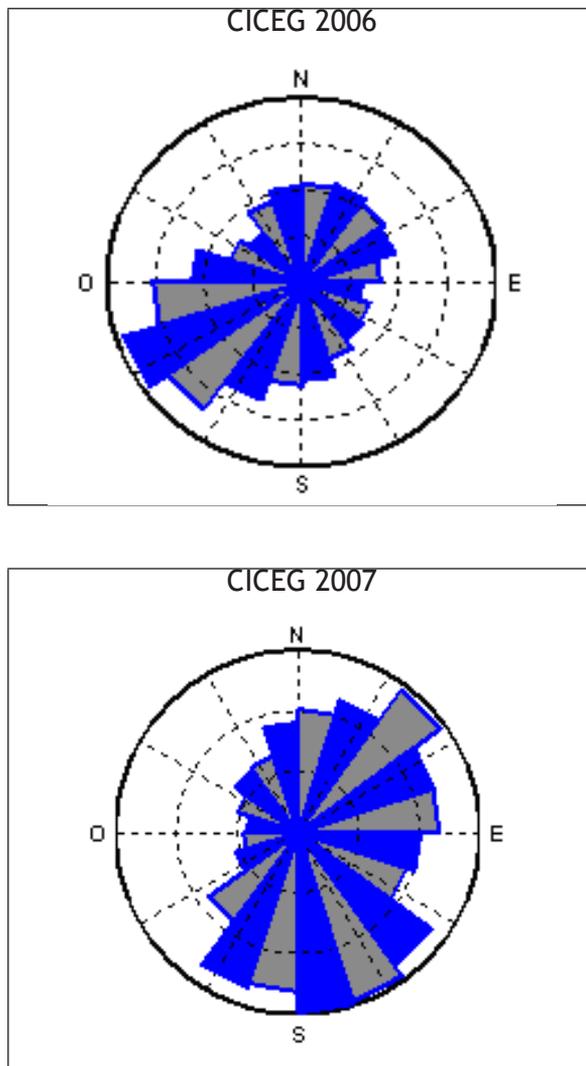


### 2.3.2 Dirección del viento.

La forma común de presentar la dirección del viento, es por medio de una gráfica de rosas de vientos, en la cual se representa la frecuencia de los vientos en un determinado lugar.

Normalmente se habla de un viento, y se traza la gráfica de él, en términos de la dirección de la cual viene. Por ejemplo un viento del oeste sopla al este.

A continuación se presentan las rosas de vientos de los años 2006 y 2007 en la estación de monitoreo CICEG, en las cuales podemos observar que el año 2007 tiene una mayor frecuencia de vientos provenientes del sur, en cambio, la dirección predominante en año 2006 fue el sur-oeste.



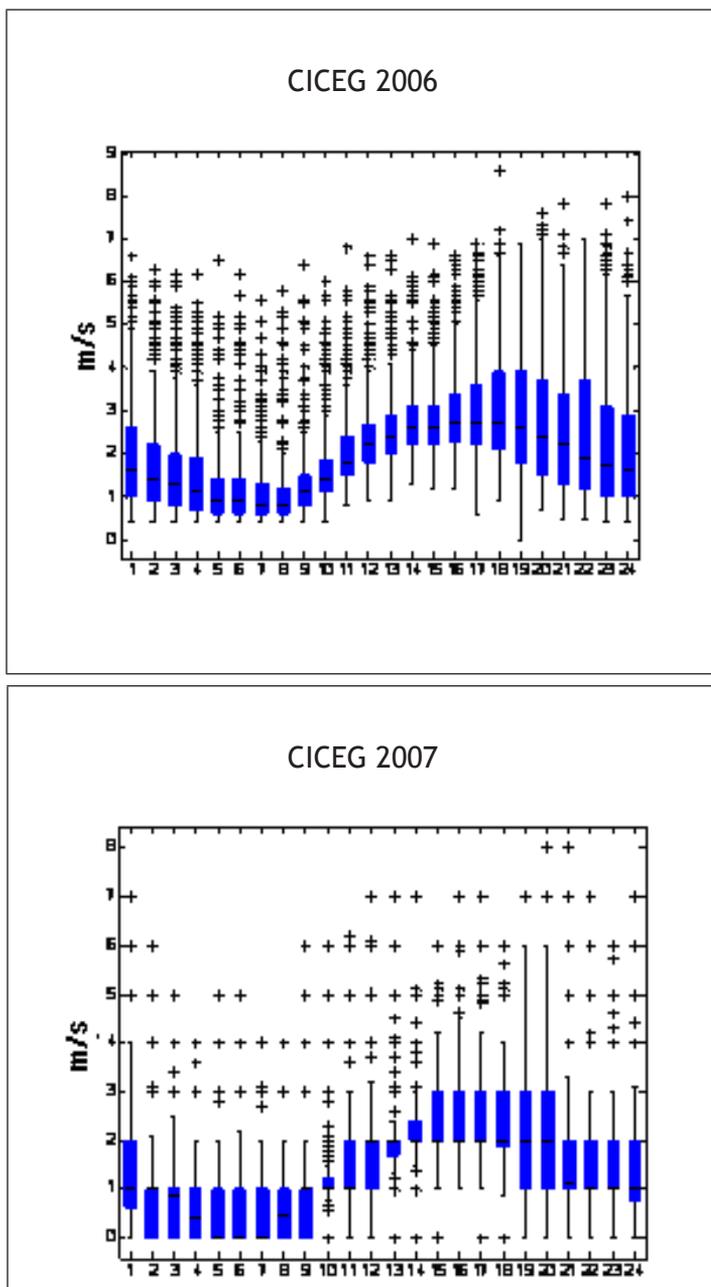
Gráfica 2.7 Rosa de vientos estación CICEG

## 2.- Calidad del Aire

### 2.3.4 Velocidad del viento.

De acuerdo a la distribución vertical de la temperatura en diversos momentos de un día sin nubes, con vientos bajos o promedio, en un clima seco, es de esperar vientos más fuertes al nivel de suelo a principios de la tarde que en la mañana o a finales de tarde o noche en promedio.

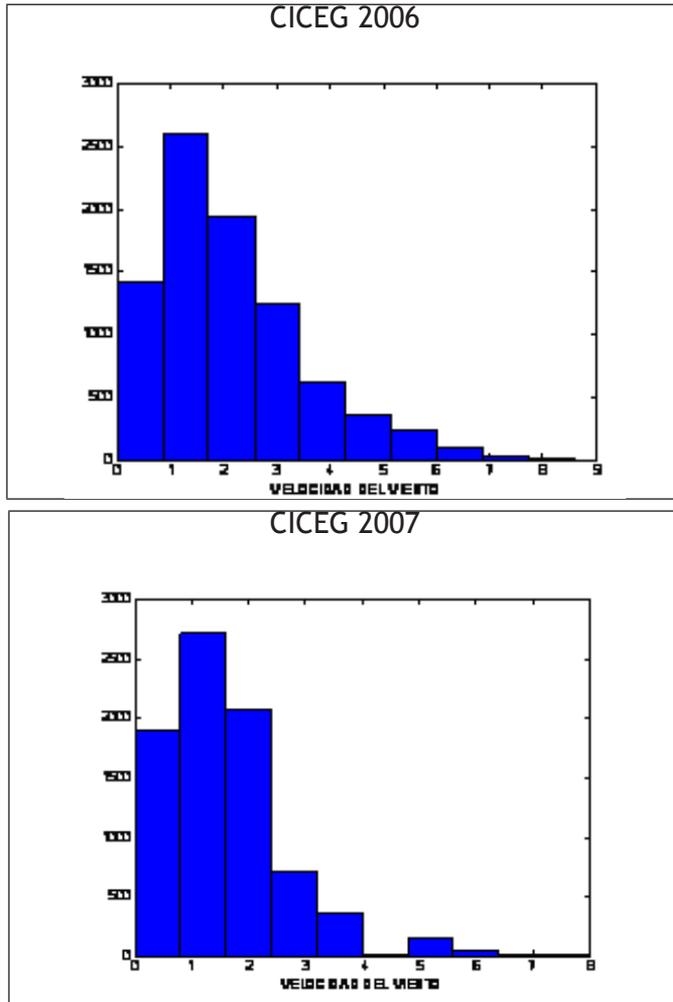
Este comportamiento se observa en las siguientes gráficas.



Gráfica 2.8 Comportamiento horario de estación CICEG



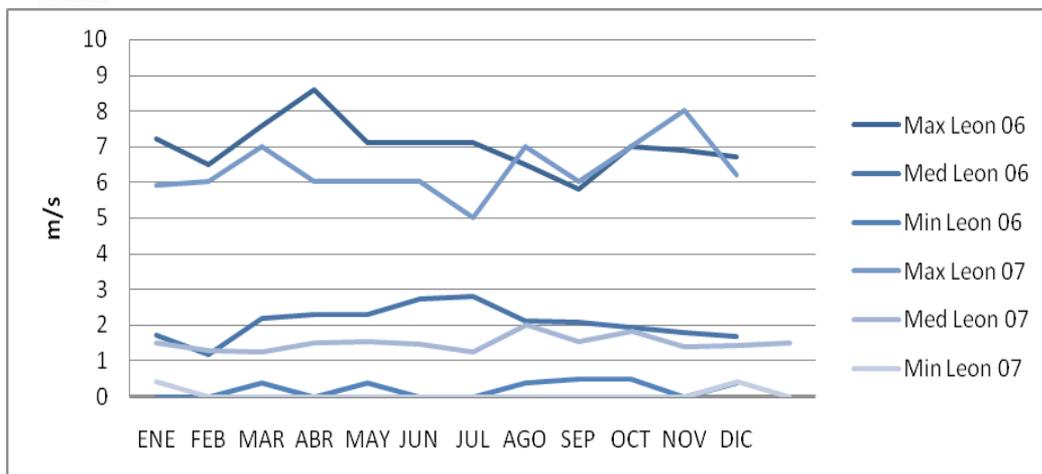
A continuación se muestra histogramas donde se observa que en los dos años estudiados se tienen vientos de mayor frecuencia con velocidades menores a 3 m/s, sin embargo los vientos mayores a esta velocidad son también “verosímiles”, lo cual es característico de esta variable aleatoria.



Gráfica 2.9 Histograma de velocidades de viento estación CICEG

Se puede observar que por la velocidad del viento obtenido de los dos años examinados el resultado nos indica que en el Municipio de León se presenta una “brisa débil”, de acuerdo a nuestra clasificación.

## 2.- Calidad del Aire

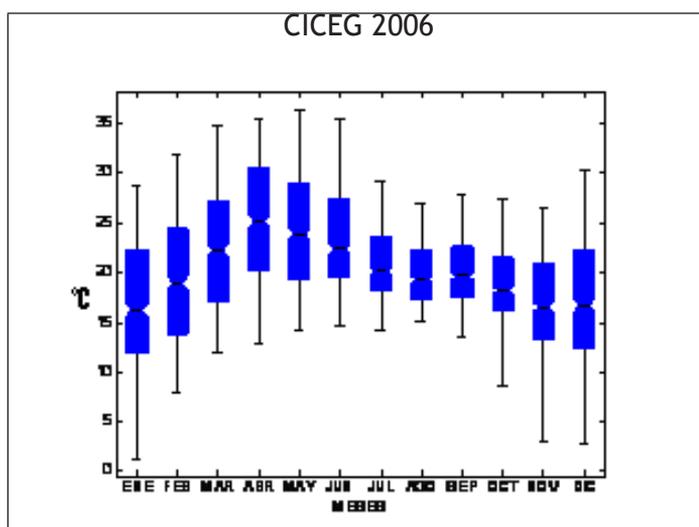


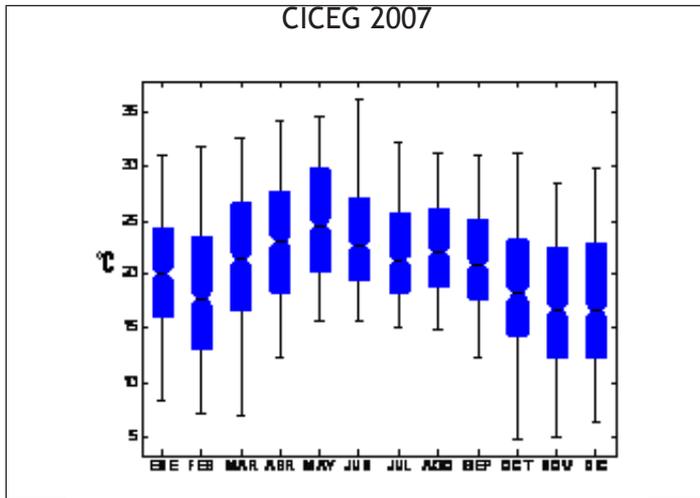
Gráfica 2.10 Máximas y medias mensuales de velocidad de viento

### 2.3.5 Temperatura.

El análisis de esta variable es esencial cuando se estudia el comportamiento de los contaminantes, basta mencionar la estrecha correlación que guarda esta variable con el ozono.

En la siguiente gráfica se presenta el comportamiento mensual de esta variable meteorológica para 2006 y 2007.

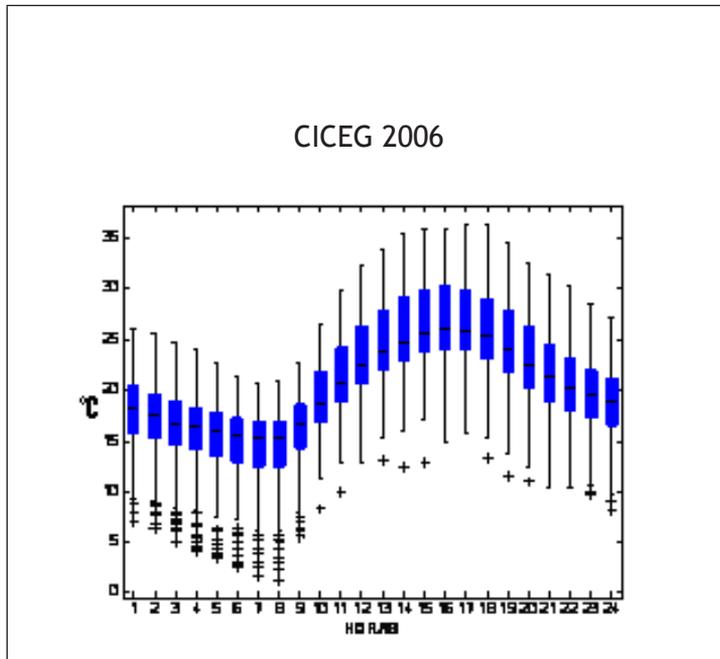




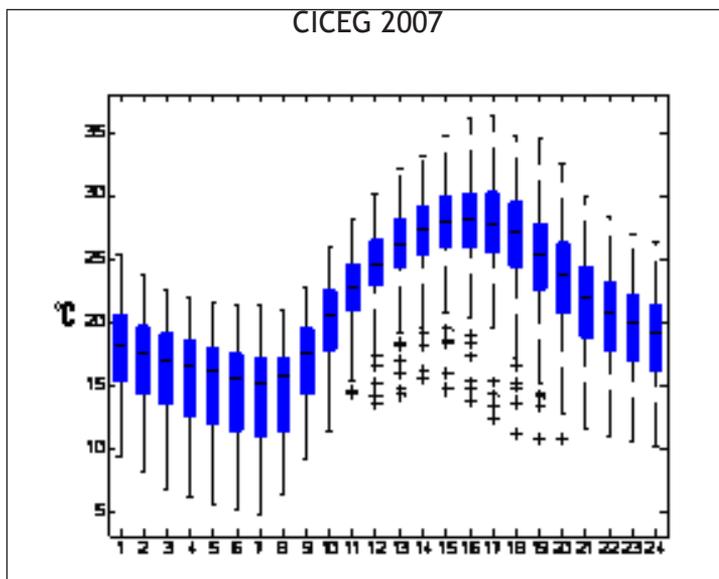
Gráfica 2.11 Comportamiento mensual de temperatura estación CICEG

En la gráfica 2.11 observamos que en el periodo de marzo a septiembre se presenta una mayor temperatura, alcanzando sus niveles más altos en los meses de abril y mayo. Se observa una disminución considerable de la temperatura en los meses de enero y diciembre.

A continuación se presenta el comportamiento horario de la temperatura, en las cuales podemos concluir que las temperaturas más elevadas se presentan entre las 15 y 16 horas del día e inversamente las temperaturas más bajas se presentan entre las 7 y 8 horas.

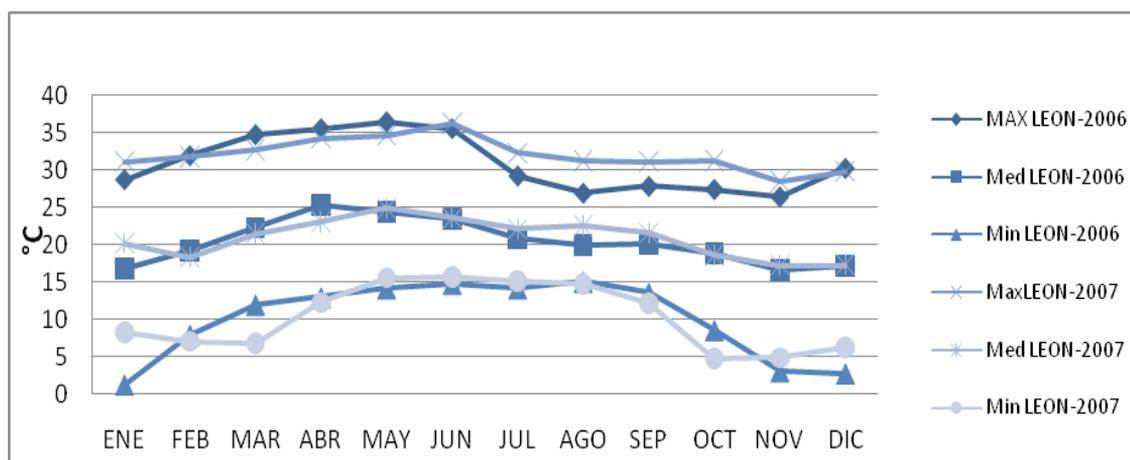


## 2.- Calidad del Aire



Gráfica 2.12 Comportamiento Horario de temperatura estación CICEG

Realizando la comparación de las principales cantidades descriptivas (máximos, medias y mínimos). De esta gráfica podemos observar que el año 2007 mostro temperaturas más altas que el 2006, ya que la media anual fue de 20.9 °C, que de acuerdo a nuestra clasificación es de un clima templado y el año 2006 es de un clima fresco con una media anual de 19.9 °C



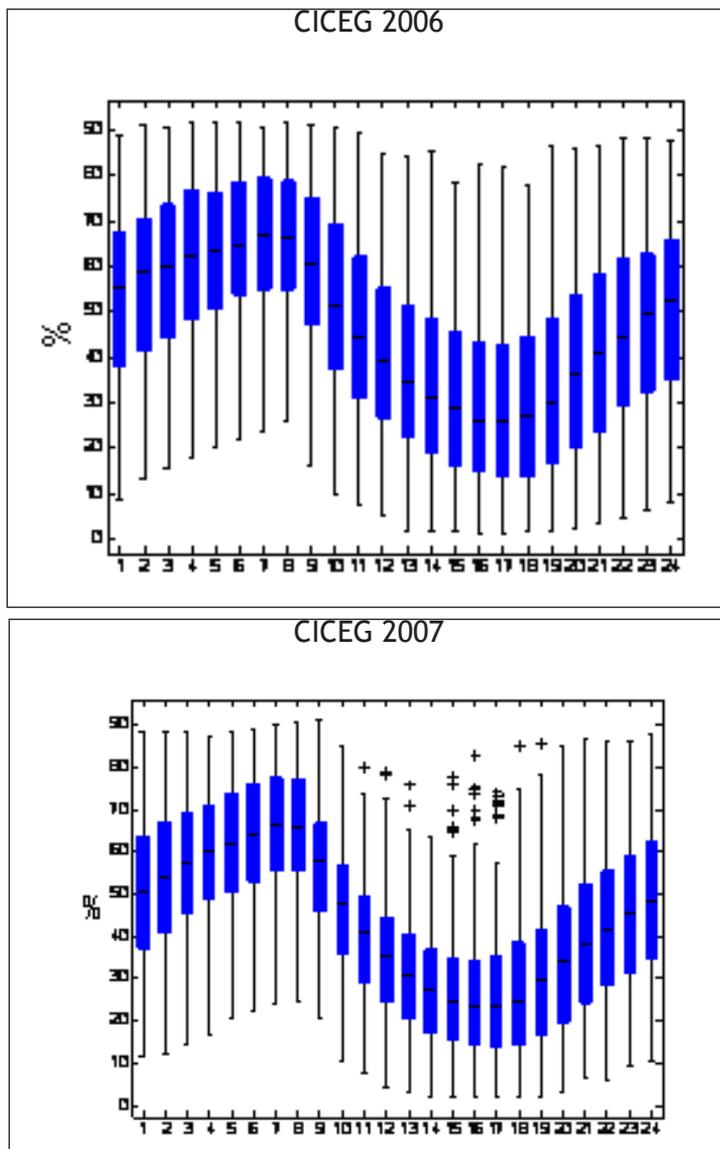
Gráfica 2.13 Máximos y medias mensuales de temperatura



### 2.3.6 Humedad relativa.

La humedad relativa es el cociente en la humedad absoluta y *la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen*. Se mide en porcentaje y está normalizada de forma que la humedad relativa máxima posible es el 100%.

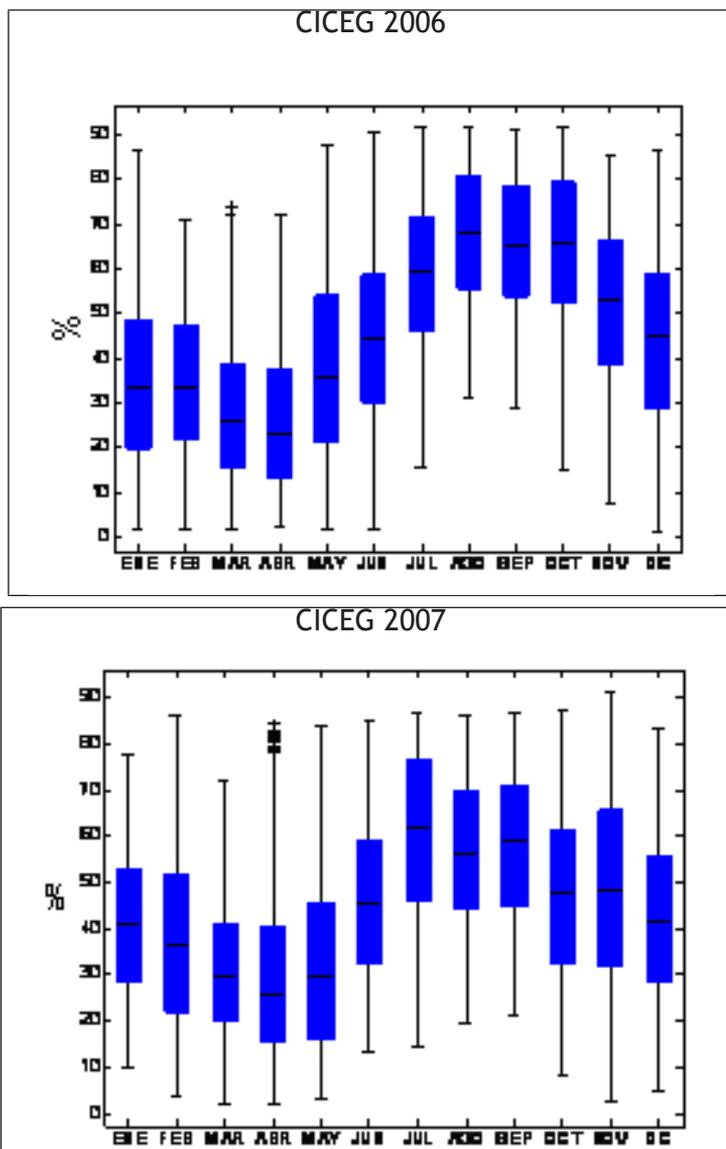
La humedad relativa es una medida del contenido de humedad del aire y, en esta forma, es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento, esto se puede observar en la siguiente gráfica.



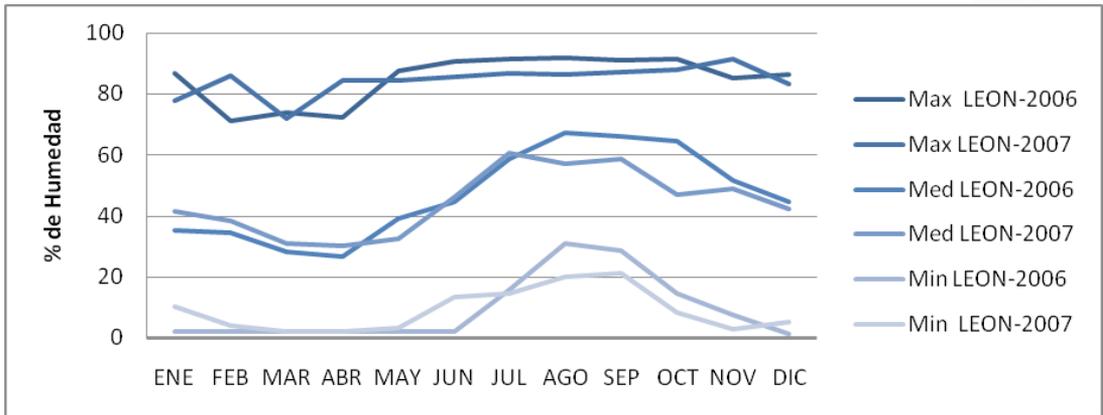
Gráfica 2.14 Comportamiento horario de humedad relativa estación CICEG

## 2.- Calidad del Aire

En la siguiente gráfica se presenta el diagrama de caja y bigote de forma mensual donde se observan los máximos en los meses de julio-agosto, que coincide con la temporada de lluvias y mínimos en los meses de marzo-abril.



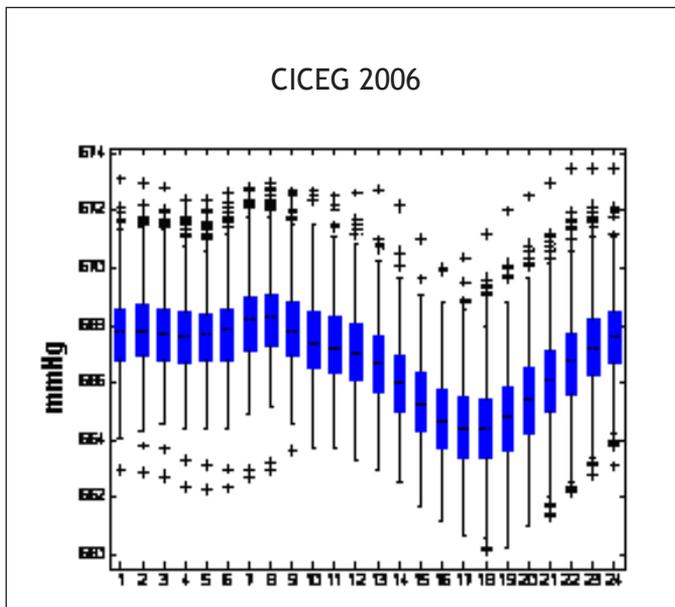
Gráfica 2.15 Comportamiento mensual de humedad relativa estación CICEG



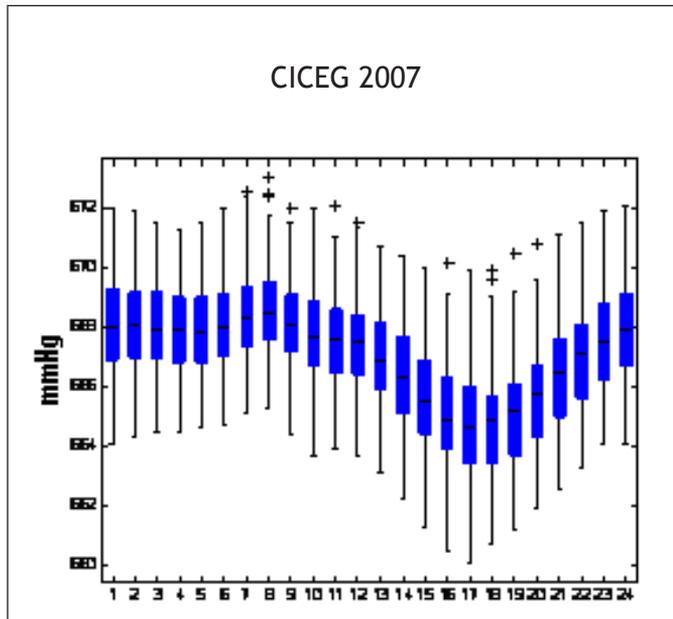
Gráfica 2.16 Máximos y medias mensuales de humedad relativa

### 2.3.7 Presión barométrica.

La presión barométrica, se define como la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado. Las unidades en este caso para esta variable son los milímetros de mercurio.



## 2.- Calidad del Aire



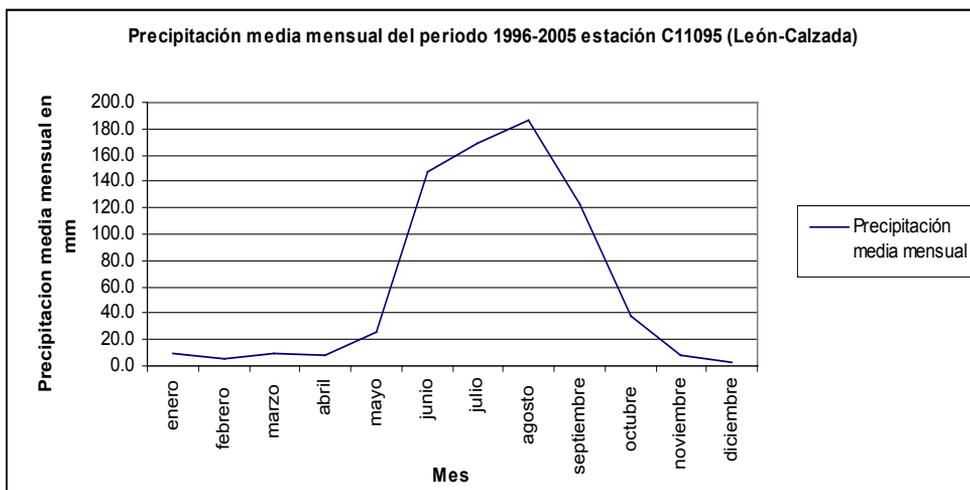
Gráfica 2.17 Comportamiento horario de presión barométrica estación CICEG

Conocer la meteorología ayuda a modelar sistemas de dispersión y transporte de los contaminantes, así como las horas probables de aumento de concentraciones. Un buen ejemplo de esto, es la formación ozono, que se incrementa en las horas de mayor temperatura del día.

La meteorología no sólo influye en el modo de contaminación presente en un sistema, sino que también determina la dirección de estos contaminantes, las velocidades de transportación y la permanencia de los contaminantes en cada ciclo.

### 2.3.8 Precipitación Pluvial.

La precipitación se rige por tres isoyetas que cruzan su extensión, la primera en la sierra correspondiente a los 800 mm; la segunda en la parte baja de la sierra correspondiente a 700 mm; y la última en la parte sur del municipio correspondiente a 700 mm.



Gráfica 2.18 Precipitación media mensual estación C11095 (León - Calzada) periodo 1996-2005

La temporada de lluvias coincide con la temporada de ciclones en el Golfo de México, del mes de mayo a octubre. El mes de julio es el de mayores precipitaciones pluviales. En promedio, en la cabecera municipal se registran 600 mm de lluvia al año. La obtención de agua es a través de presas como la del Palote, la de San Antonio, Bordos, la Cinco de Mayo, Ciudad Aurora; también hay bordos como el Mastranzo, Trinidad y el Verde. León pertenece en su gran mayoría a la cuenca Lerma - Santiago y otra pequeña parte al Río Verde - Santiago. El Río Turbio es la principal corriente del municipio, con diversos arroyos y pequeños ríos tributarios, tal como el Río Los Gómez que cruza la ciudad y hace años fue integrado y canalizado dentro de la urbanización.

## 2.4 Análisis de los Contaminantes.

### 2.4.1 Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental.

#### Criterios para evaluar la calidad del Aire Ambiente.

Con el propósito de analizar la calidad del aire en el municipio de León, en la Tabla 2.3 se muestran las NOM vigentes de los contaminantes atmosféricos criterio.

## 2.- Calidad del Aire

Tabla 2.3 Valores límite normados de los contaminantes criterio del aire en México.

Contaminante	Norma oficial mexicana	Límites
Ozono	NOM-020-SSA1-1993 <sup>2</sup>	<p><b>Criterio 1:</b> Un sitio cumplirá la norma cuando cada uno de los valores horarios sea menor o igual a 110 ppb;</p> <p><b>Criterio 2:</b> El valor del quinto máximo del año, de máximos diarios de promedios móviles de 8 horas, sea menor o igual a 80 ppb.</p>
Monóxido de carbono	NOM-021-SSA1-1993 <sup>1</sup>	La concentración no debe rebasar el valor permisible de 11 ppm en promedio móvil de ocho horas una vez al año.
Dióxido de azufre	NOM-022-SSA1-1993 <sup>1</sup>	<p><b>Criterio 1:</b> La concentración no debe rebasar el límite máximo normado de 130 ppb en 24 horas una vez al año;</p> <p><b>Criterio 2:</b> La concentración no debe rebasar el límite máximo de 30 ppb en una media aritmética anual.</p>
Dióxido de nitrógeno	NOM-023-SSA1-1993 <sup>1</sup>	La concentración no debe rebasar el límite máximo normado de 210 ppb en una hora, una vez al año.
Partículas con diámetro menor a 10 µm	NOM-025-SSA1-1993 <sup>3</sup>	<p><b>Criterio 1:</b> Un sitio cumple con la norma para el promedio de 24 horas cuando el valor del percentil 98 es menor o igual a 120 µg/m<sup>3</sup>;</p> <p><b>Criterio 2:</b> Un sitio cumple con la norma anual cuando el promedio anual de los valores diarios es menor o igual a 50 µg/m<sup>3</sup>.</p>

Fuentes:

- (1) Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994.
- (2) Diario Oficial de la Federación del 30 de octubre del 2002.
- (3) Diario Oficial de la Federación del 26 de septiembre del 2005.

Estas normas serán las utilizadas más adelante para analizar el comportamiento de los contaminantes durante los años de referencia.

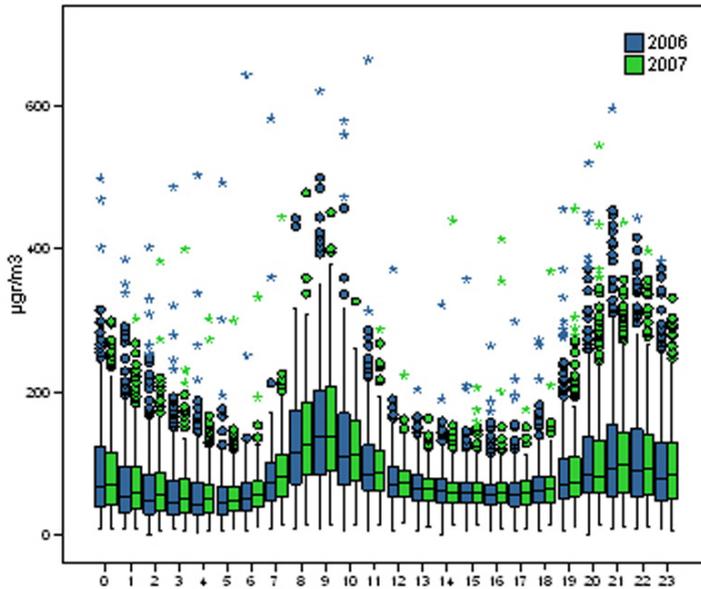
A continuación se presenta un análisis descriptivo de los contaminantes criterio registrados en las estaciones CICEG, años 2006 y 2007, y T21, 2007, dado que se tienen datos completos de los años que se mencionan, para estas estaciones, el caso de la estación ubicada en la Facultad de Medicina comenzó a operar en el segundo semestre del año 2007 por lo que no se cuenta con información completa para 2007, por ello no se presenta el análisis de la misma.



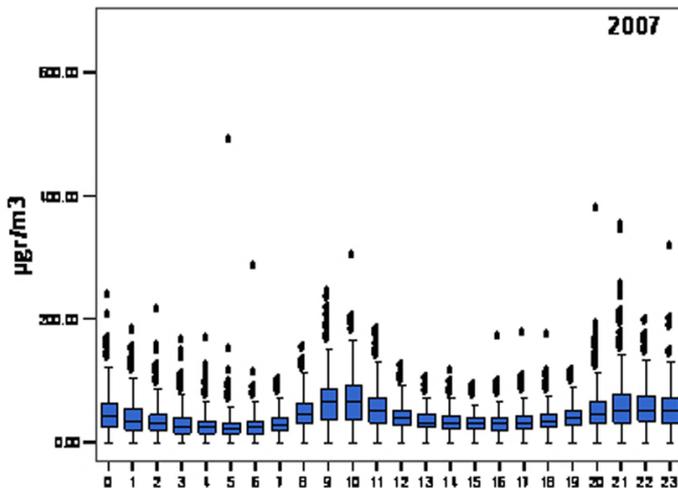
### 2.4.2 Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros, PM<sub>10</sub>.

Antes de comparar el comportamiento anual del contaminante con respecto a su norma, primero se puede observar el comportamiento horario de las concentraciones registradas por las estaciones de monitoreo.

En la Gráfica 2.19 se aprecia dicho comportamiento horario para la estación CICEG. En esta figura se puede observar que las mayores concentraciones se presentan en promedio alrededor de las 9:00 hrs. También hay un pico, de menor magnitud, en las concentraciones promedio alrededor de las 21 horas. De forma similar, en la Gráfica 2.20 podemos visualizar comportamiento horario para la estación T21. En esta estación el comportamiento horario promedio es similar a la estación CICEG pero con menores valores en las concentraciones promedio.



Gráfica 2.19 Comportamiento horario de las PM<sub>10</sub> en la estación CICEG



Gráfica 2.20 Comportamiento horario de las PM<sub>10</sub> en la estación T21

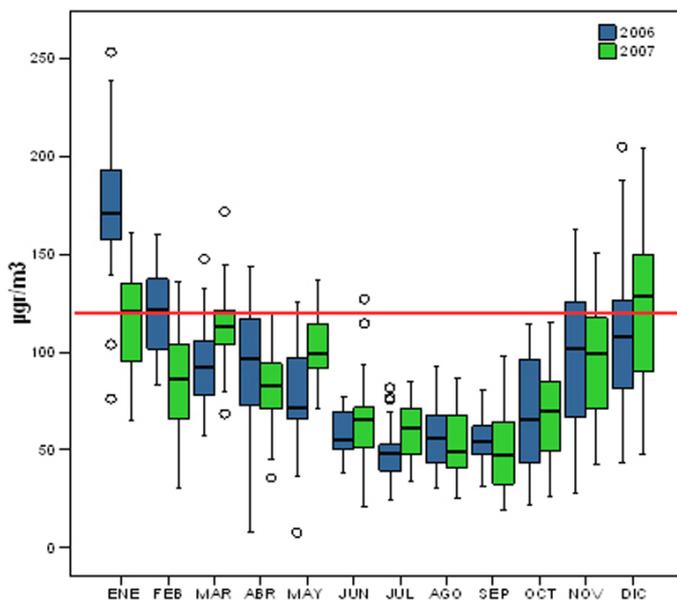
## 2.- Calidad del Aire

Es importante recordar que un sitio de monitoreo cumple con la norma NOM-025-SSA1-1993 para  $PM_{10}$  si:

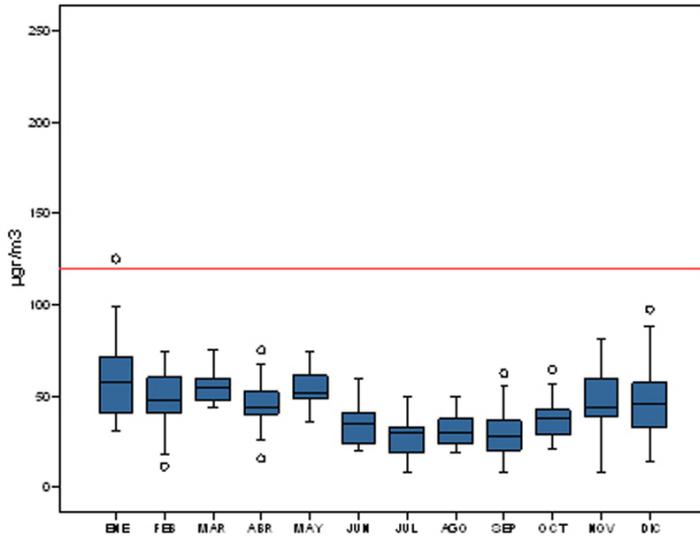
1. El percentil del 98% de los promedios diarios es menor o igual a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
2. El promedio anual de los promedios diarios es menor o igual a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Antes de ilustrar el comportamiento del contaminante con respecto al numeral uno de la norma, se presenta en la Gráfica 2.21 el desarrollo mensual de los promedios diarios de las concentraciones de  $PM_{10}$  para la estación CICEG. Como se puede observar de dicha gráfica, los promedios diarios están por debajo del valor  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante los meses de junio a octubre, posiblemente influenciados por la precipitación pluvial en estos meses (ver gráfica 3.19). El resto de los meses tienen algunos promedios diarios por arriba del valor citado, siendo enero y febrero del 2006 y diciembre del 2007 los meses más marcados por esto, más del 50% de los promedios diarios están por arriba del valor de referencia.

El comportamiento mes a mes de los promedios diarios de este contaminante para la estación T21 se puede visualizar en la gráfica 2.22 salvo un promedio diario en el mes del año 2007, todos los promedios diarios están por debajo del valor que marca el numeral uno de la norma.

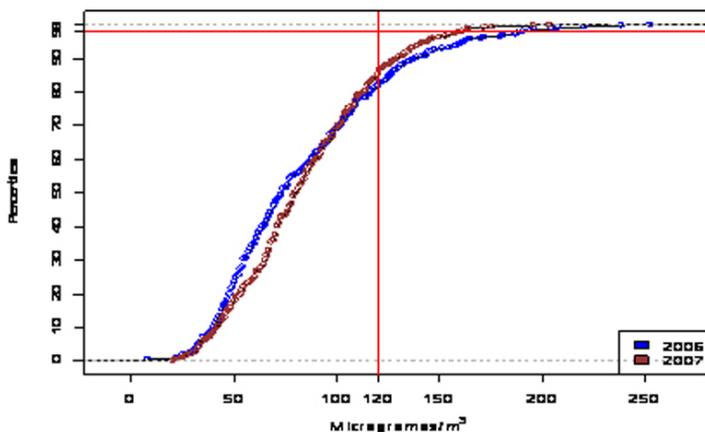


Gráfica 2.21 Comportamiento mensual de promedios diarios de  $PM_{10}$  estación CICEG



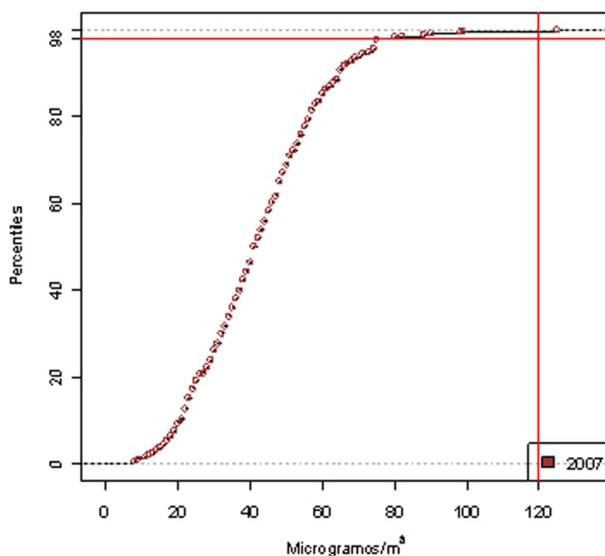
Gráfica 2.22 Comportamiento mensual de Promedios diarios de  $PM_{10}$ , estación T21

Para mostrar el comportamiento del contaminante con respecto al numeral uno de la norma, se presentan en la gráfica 2.23 los percentiles de los promedios diarios de las concentraciones de  $PM_{10}$  para la estación CICEG. Se observa que el percentil del 98% está por arriba del valor de referencia:  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De acuerdo con dicha gráfica, aproximadamente el 20% de los promedios diarios están por arriba del mencionado valor de referencia en el año 2006 y alrededor del 15% en el año 2007, contrario a la norma que deberían de ser a lo más 2%. Lo correspondiente para estación T21 se muestra en la gráfica 2.24 Aquí se puede apreciar que solamente un promedio diario está por arriba de los  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , el cual representa menos del 2% de los valores.



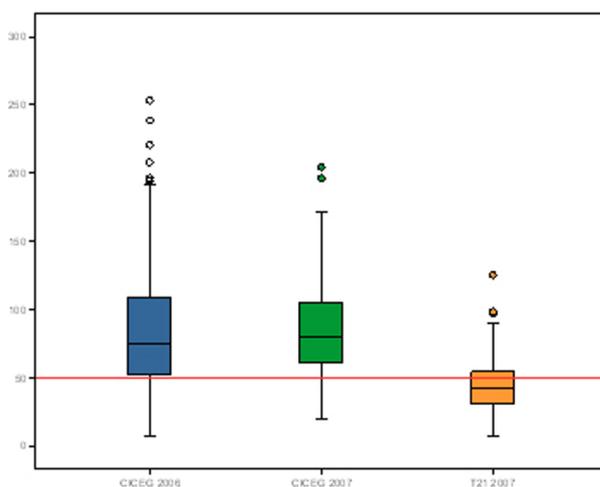
Gráfica 2.23 Percentiles de las concentraciones de  $PM_{10}$  estación CICEG

## 2.- Calidad del Aire



Gráfica 2.24 Percentiles de las concentraciones de  $PM_{10}$  estación T21

Con respecto al numeral dos de la norma, en la gráfica 2.25 se muestra el promedio anual de la concentración con respecto a los promedios diarios de la estación CICEG y T21. Dicho promedio fue de  $83.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año 2006 y de  $84.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el año 2007 para la estación CICEG, ambos por arriba del valor de la norma de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Esto no se presenta en el caso de la estación T21 con un promedio de  $42.7$ . Se puede observar que el promedio anual está por debajo del valor normado.



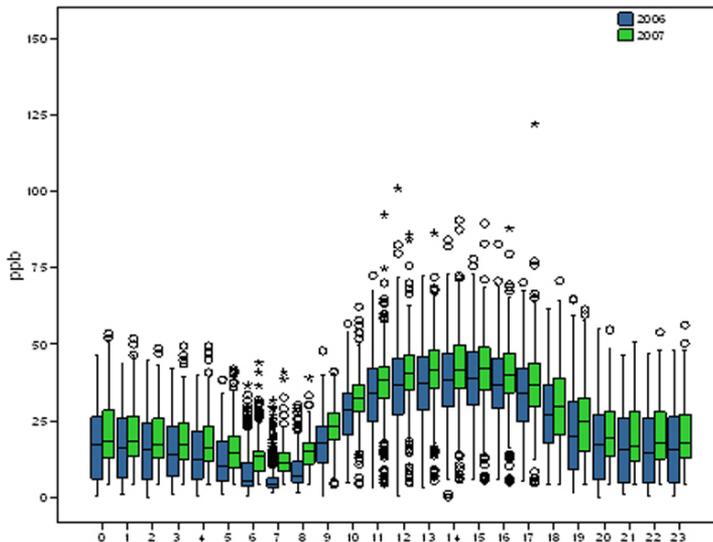
Gráfica 2.25 Promedios diarios anuales de  $PM_{10}$  estaciones CICEG y T21



De acuerdo al análisis descriptivo hecho anteriormente, este contaminante presenta un comportamiento anual por arriba de la norma en la estación CICEG. Esto sugiere la necesidad de realizar acciones tendientes a reducir las emisiones de  $PM_{10}$  primarias, así como de precursores de  $PM_{10}$  secundarias, al menos en la región de influencia de la estación CICEG. Adicionalmente, es necesario estudiar la composición de estas partículas suspendidas, lo que ayudaría a identificar las posibles fuentes de emisión del material particulado (como la erosión, la industria o el transporte) y de los precursores de partículas secundarias (entre los que se pueden contar los  $NO_x$ ,  $SO_2$ , COV y otros).

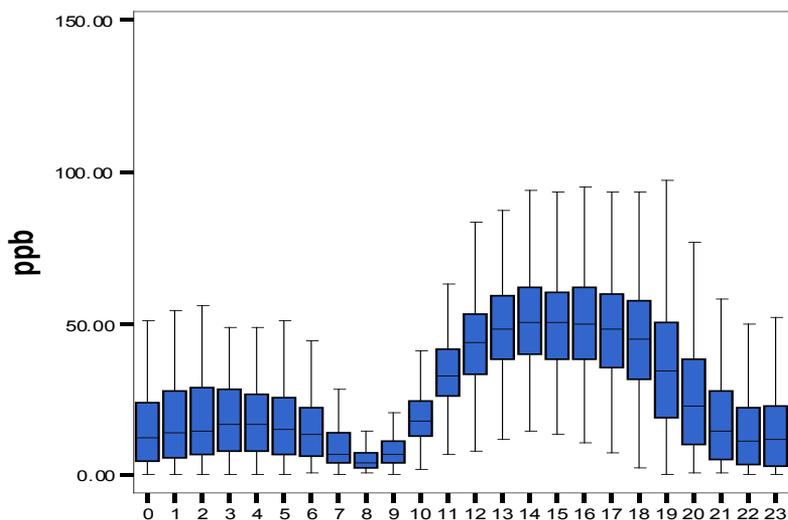
### 2.4.3 Ozono, $O_3$ .

El perfil horario de las concentraciones registradas por las estaciones de monitoreo. En las gráficas 2.26 y 2.27 se presentan el comportamiento horario para las dos estaciones. Ahí puede observarse que las mayores concentraciones se presentan en promedio alrededor de las 15 horas; comenzando el ascenso en las concentraciones alrededor de las 9 horas. Este comportamiento está asociado directamente con la abundancia de  $NO_x$  y COV, que son los principales precursores de  $O_3$  y que en presencia de la radiación solar, reaccionan para formar este gas.



Gráfica 2.26 Comportamiento horario de  $O_3$  estación CICEG

## 2.- Calidad del Aire

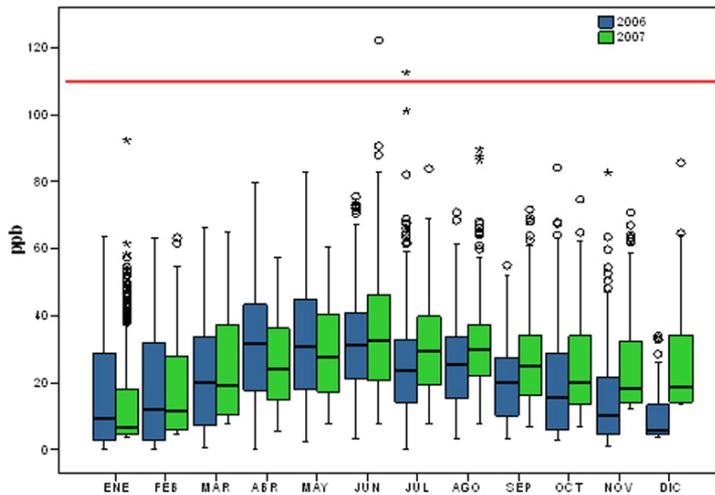


Gráfica 2.27 Comportamiento horario de O<sub>3</sub> estación T21

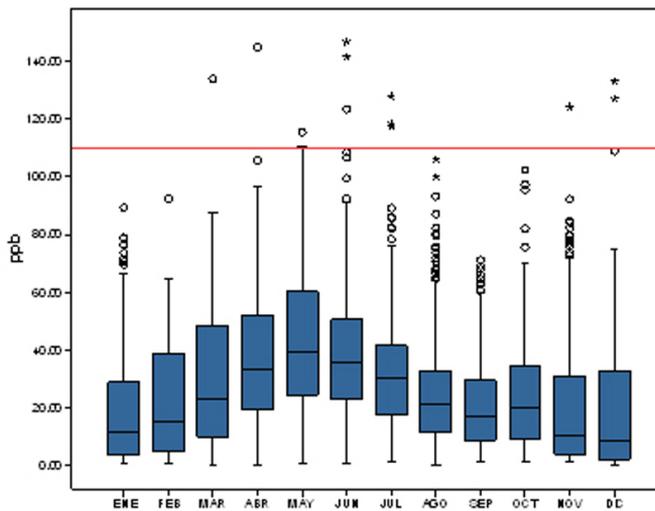
La norma NOM-020-SSA1-1993 para O<sub>3</sub> establece:

1. Los promedios horarios deben ser menores o iguales a 110 ppb a lo largo del año;
2. El quinto valor máximo de los máximos diarios de promedios móviles de 8 horas debe ser menor o igual a 80 ppb.

Para verificar el numeral uno de la norma, en la gráfica 2.28 puede observarse el comportamiento mensual de los promedios horarios del contaminante para la estación CICEG. Durante el mes de julio del año 2006 hubo un promedio horario que estuvo sobre el valor normado y de igual forma para un promedio horario del mes de junio del año 2007. Lo referente a la estación T21 se puede ver en la gráfica 2.29 Aquí la contaminación por este compuesto parece más marcada. Durante los meses de marzo a julio, noviembre y diciembre del año 2007 algunos promedios horarios estuvieron por arriba de la norma.



Gráfica 2.28 Comportamiento mensual de valores horarios de O<sub>3</sub> estación CICEG

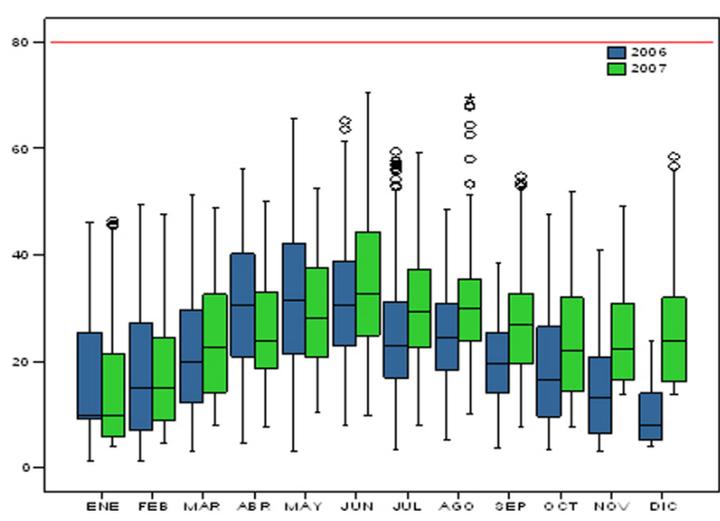


Gráfica 2.29 Comportamiento mensual de valores horarios de O<sub>3</sub> estación T21

Para comparar el comportamiento del contaminante en la estación CICEG contra el numeral dos de la norma, se puede observar la gráfica 2.30. En ella se muestran, mes a mes, los máximos diarios de promedios móviles de 8 horas. De esta figura se puede observar que durante el año 2006 y 2007 no hubo promedios móviles por arriba de las 80 ppb. Como consecuencia, el quinto valor máximo de los promedios móviles de 8 horas, en los dos años mencionados, estuvo por debajo del valor normado, ver gráfica 2.31.

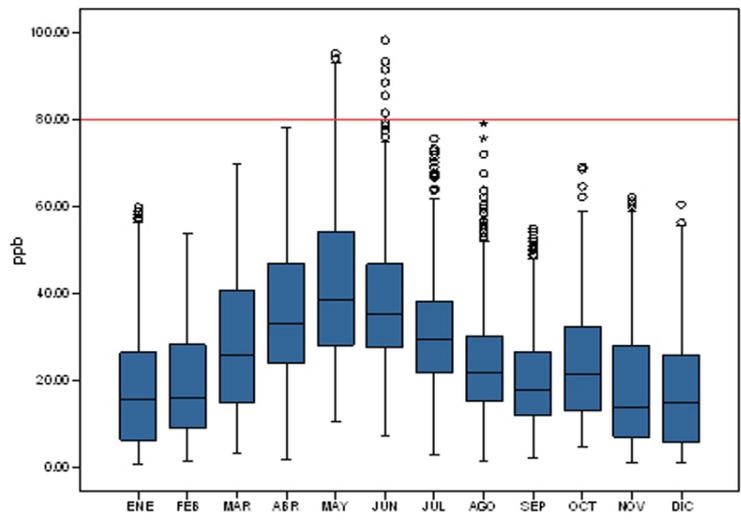


## 2.- Calidad del Aire

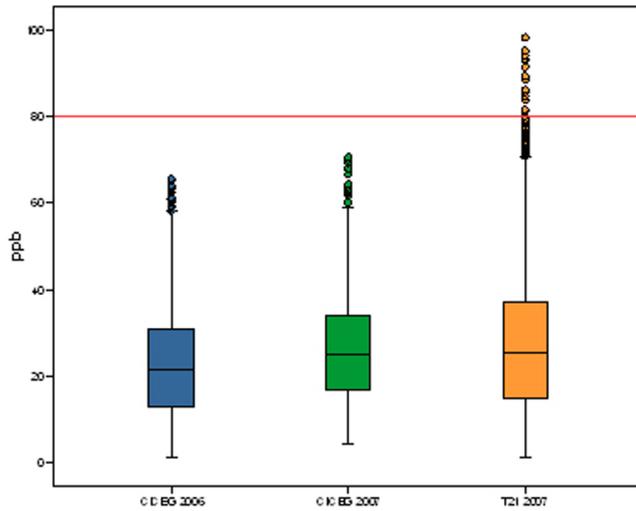


Gráfica 2.30 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de O<sub>3</sub> estación CICEG

Por otro lado, para la estación T21 (gráfica 2.31) hubo más de cinco promedios móviles por arriba del valor de las 80 ppb. Como consecuencia el quinto valor máximo (93.1 ppb) de estos estuvo por arriba del valor normado, ver gráfica 2.32.



Gráfica 2.31 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de O<sub>3</sub> estación T21



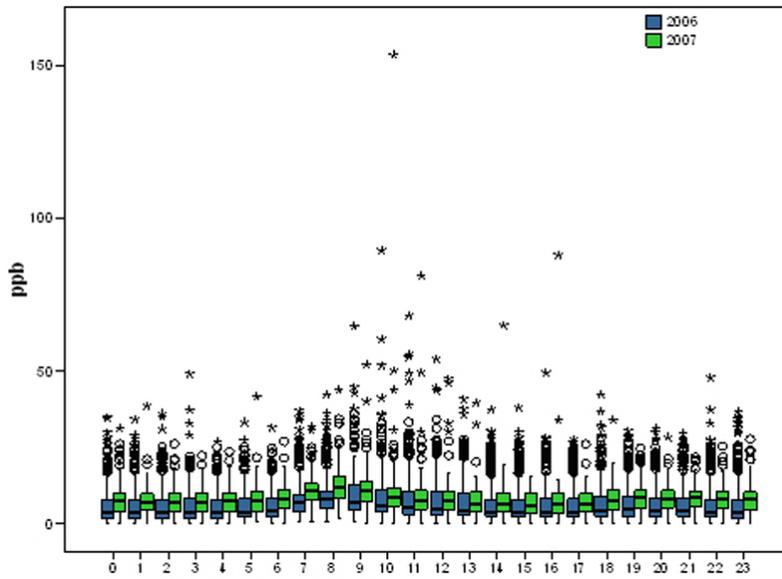
Gráfica 2.32 Promedios móviles (8 horas) anuales de O<sub>3</sub> estaciones CICEG y T21

A partir del análisis descriptivo anterior se puede observar que las dos estaciones están detectando contaminación por ozono, en sus zonas de influencia, y de forma más evidente en la Estación T21, misma que no cumplió el año 2007 con la norma mexicana correspondiente. En particular, varios de sus promedios horarios excedieron el límite superior de las 110 ppb, valor establecido en la norma NOM-020-SSA1-1993. Esto se puede observar en la gráfica 2.31, donde los meses de marzo a julio, noviembre y diciembre presentan varios de estos promedios horarios por arriba del valor mencionado.

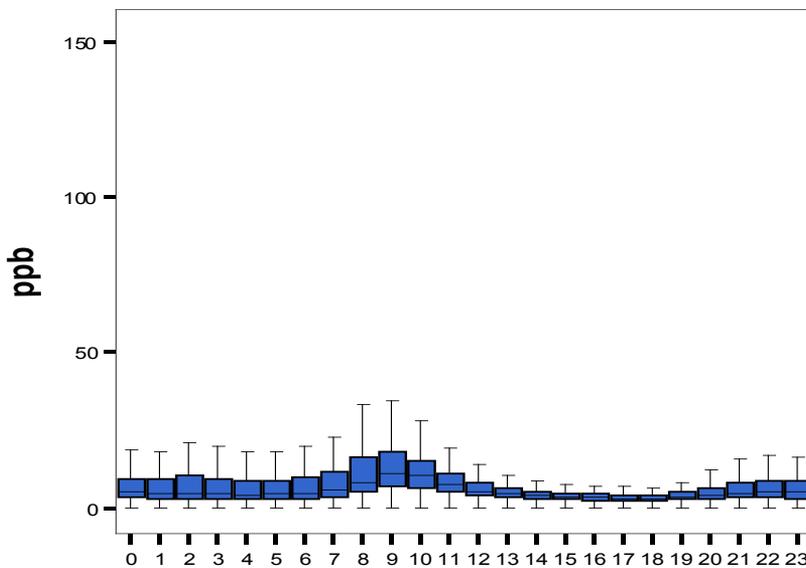
#### 2.4.4 Dióxido de Azufre, SO<sub>2</sub>.

Como se ha hecho anteriormente, primero se puede analizar el perfil horario del contaminante. Este perfil se muestra en al gráfica 2.33 para la estación CICEG y 2.34 para la estación T21. De estas figuras se puede ver que las mayores concentraciones se presentan alrededor de las 9 horas.

## 2.- Calidad del Aire



Gráfica 2.33 Comportamiento horario de  $\text{SO}_2$  estación CICEG



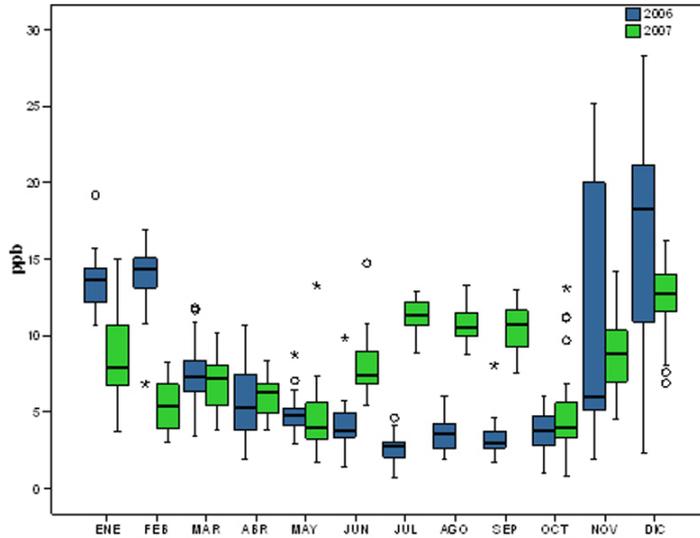
Gráfica 2.34 Comportamiento horario de  $\text{SO}_2$  estación T21

La norma NOM-022-SSA1-1993 establece para el  $\text{SO}_2$  que:

1. Los promedios diarios deben ser menores o iguales a 130 ppb;
2. La media anual deber ser menor o igual a 30 ppb.

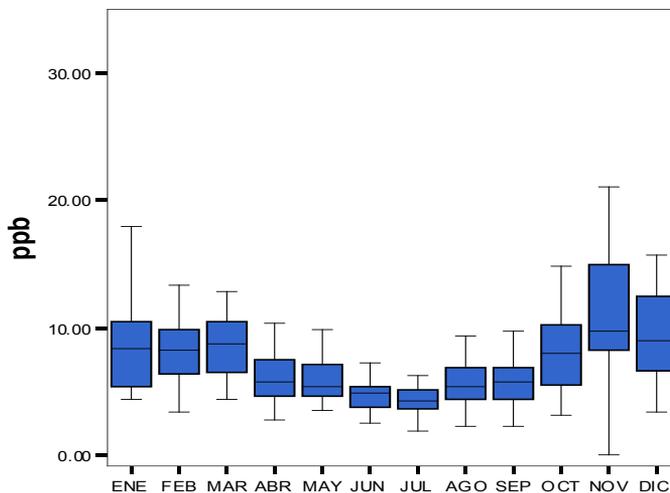


La gráfica 2.35 ilustra que los promedios diarios de este contaminante cumplen con la especificación de la norma; puede observarse que mes a mes los promedios diarios están por debajo de 130 ppb, tanto para el año 2006 como para el 2007.



Gráfica 2.35 Comportamiento mensual de promedios diarios de SO<sub>2</sub> estación CICEG

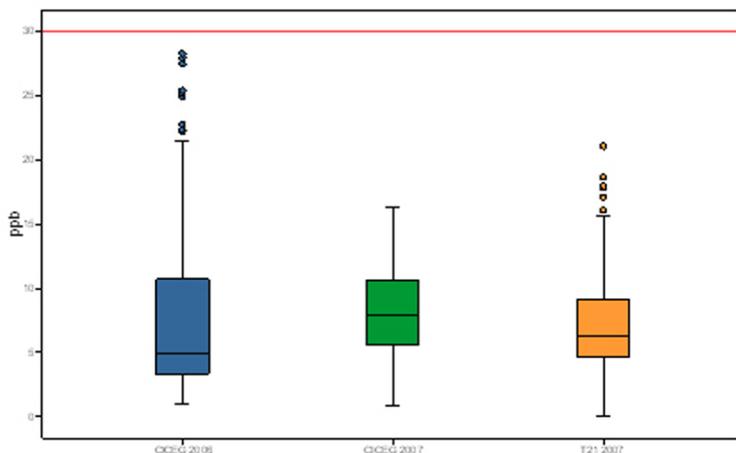
De forma similar, en la gráfica 2.36 se muestra el comportamiento diario del SO<sub>2</sub> para la estación T21 durante el año 2007. Se puede observar de esta figura que los valores diarios están por debajo del valor normado.



Gráfica 2.36 Comportamiento mensual de promedios diarios de SO<sub>2</sub> estación T21

## 2.- Calidad del Aire

En la gráfica 2.37 se puede observar que el promedio anual de los promedios diarios fue de 7.9 ppb para el año 2006 y de 8.12 para el 2007 en la estación CICEG, por debajo también del valor que marca la norma. Esto también se presenta para el año de 2007 en la estación T21.



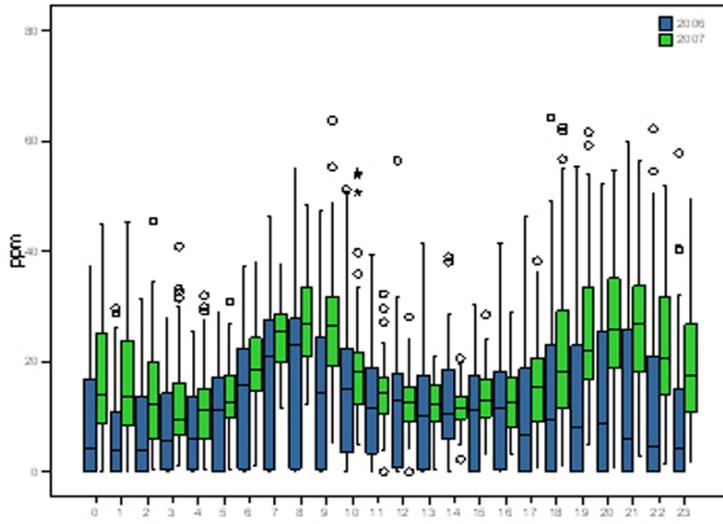
Gráfica 2.37 Promedios diarios anuales de  $\text{SO}_2$  estaciones CICEG y T21

### 2.4.5 Dióxido de Nitrógeno, $\text{NO}_2$ .

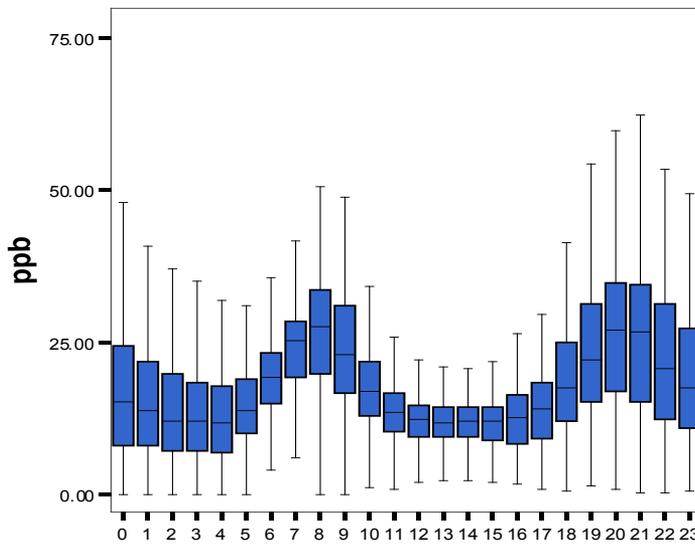
Para este contaminante cabe mencionar que sólo se tiene aproximadamente el 25% de la información del año 2006 y 66% del 2007 en la estación CICEG. Para la estación T21 se tiene el 92% de la información para el año 2007.

La falta de información de la estación CICEG se debe a que el equipo utilizado para realizar las mediciones de  $\text{NO}_2$  se encontró en mantenimiento correctivo durante los meses de marzo a mayo de 2006, y de septiembre de 2006 a enero de 2007, por lo que no se tiene información de los periodos referidos.

El comportamiento horario obtenido de esta información para la estación CICEG se ilustra en la gráfica 2.38 y para la estación T21 se muestra en la gráfica 2.39. De estas gráficas se puede observar que hay episodios de concentraciones altas alrededor de las 9 y de las 22 horas.



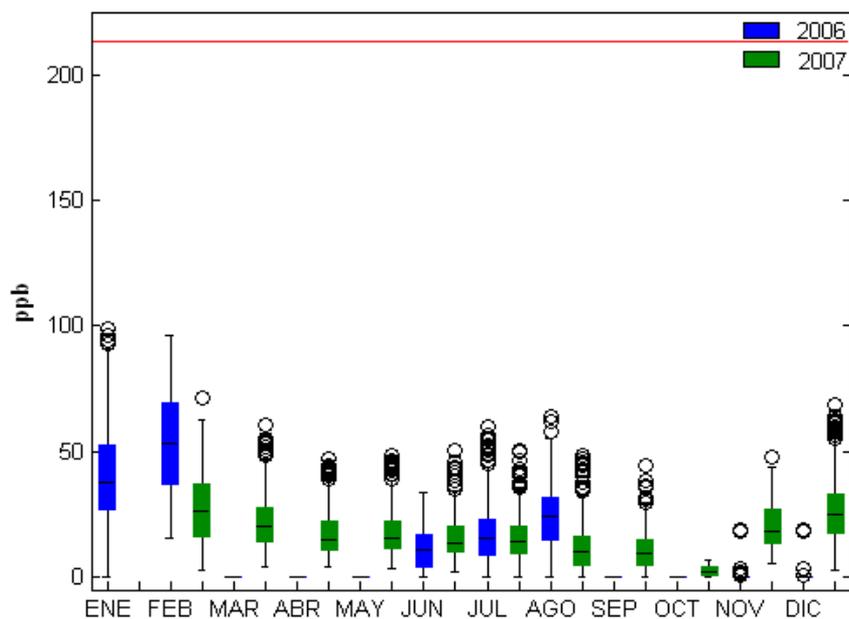
Gráfica 2.38 Comportamiento horario de NO<sub>2</sub> estación CICEG



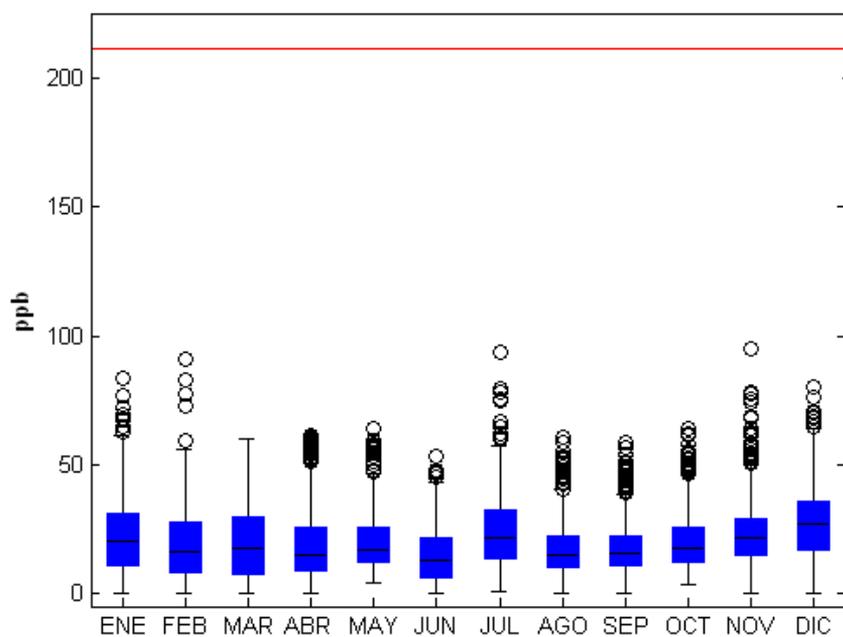
Gráfica 2.39 Comportamiento horario de NO<sub>2</sub> estación T21

Adicionalmente, el comportamiento mes a mes de los promedios horarios en la estación CICEG, mostrado en la gráfica 2.40, hace evidente la falta de información más que de algún patrón reconocido en el comportamiento de los promedios horarios.

## 2.- Calidad del Aire



Gráfica 2.40 Comportamiento mensual de valores horarios de NO<sub>2</sub> estación CICEG



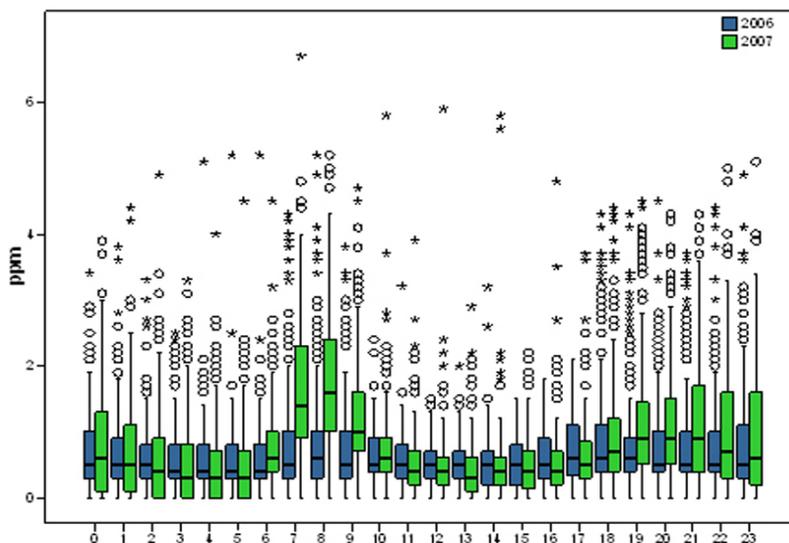
Gráfica 2.41 Comportamiento mensual de valores horarios de NO<sub>2</sub> estación T21



En la gráfica 2.41 se puede observar el comportamiento de los promedios horarios mes a mes. Como se había mencionado anteriormente, se cuenta con el 92% de la información para esta estación, lo que hace más confiable la descripción del fenómeno. Según lo marca la norma, la concentración no debe rebasar el límite máximo de 210 ppb en una hora, una vez al año, por lo que de acuerdo con la información disponible, la norma no fue rebasada durante este periodo, en la estación T21. Es importante mencionar que el NO<sub>2</sub> y el NO forman los NO<sub>x</sub> y que la relación entre ambos cambia con el tiempo y de acuerdo a las fuentes de emisión. Una vez en la atmósfera, los NO<sub>x</sub> se degradan por diversas rutas, que incluyen la formación de ozono o bien, se oxidan a nitratos inorgánicos que a su vez contribuyen a formar las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>; las reacciones subsecuentes pueden llevar incluso a la formación de compuestos como el nitrato de amonio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>).

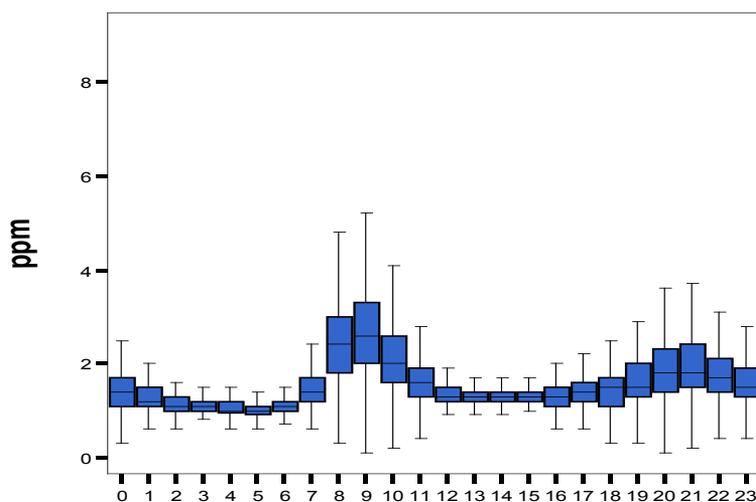
### 2.4.6 Monóxido de Carbono, CO.

Del comportamiento horario mostrado en las gráficas 2.42 y 2.43 se puede observar que las concentraciones del contaminante crecen alrededor de las 8 horas en la estación CICEG y alrededor de las 9 horas en la estación T21. En ambas estaciones hay otro episodio de crecimiento de las concentraciones alrededor de las 22 horas. El comportamiento de esta distribución horaria puede estar asociado al comportamiento vehicular en la ciudad.

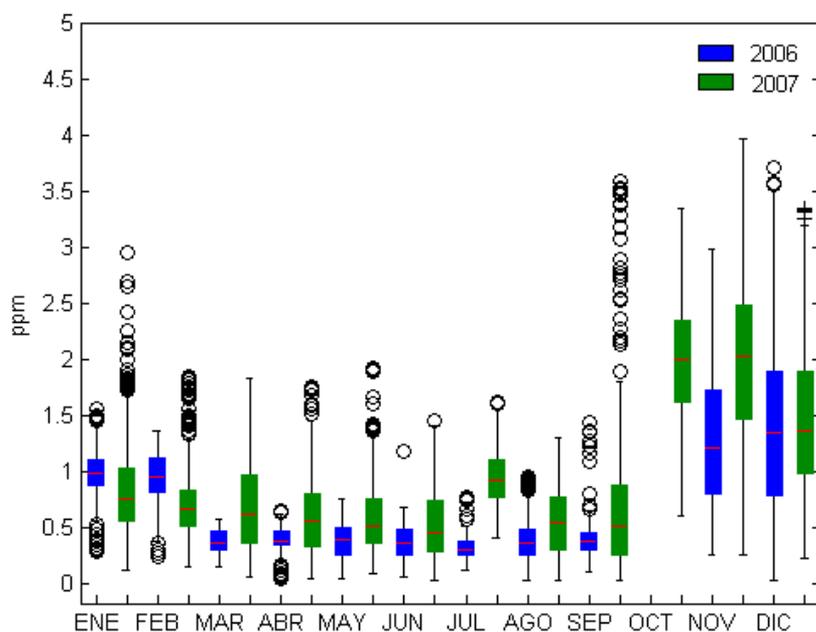


Gráfica 2.42 Comportamiento horario de CO estación CICEG

## 2.- Calidad del Aire



Gráfica 2.43 Comportamiento horario de CO estación T21

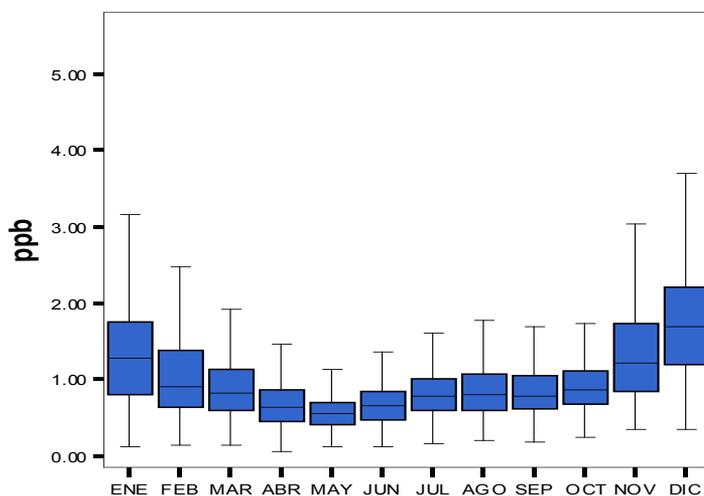


Gráfica 2.44 Comportamiento mensual de promedios móviles 8 horas de CO estación CICEG

Es importante mencionar que el equipo de medición del CO de la estación CICEG estuvo en mantenimiento durante los meses de octubre y noviembre de 2006, por lo que no se contó con información para esos meses.



Según la norma NOM-021-SSA1-1993 para CO, los promedios móviles de 8 horas deben ser menores o iguales a 11 ppm en todo el año. La gráfica 2.44 ilustra este comportamiento en la estación CICEG para los años 2006 y 2007. En ésta se muestran, mes a mes, los promedios móviles del contaminante, y puede observarse que las concentraciones de todos los meses están por debajo del valor de referencia. Los meses con mayores concentraciones son de octubre a diciembre, no obstante están por debajo del valor normado, como ya se había mencionado.



Gráfica 2.45 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de CO estación T21

Lo correspondiente para la estación T21 en el año 2007 se muestra en la gráfica 2.45 Las más altas concentraciones se pueden observar para los meses de enero, noviembre y diciembre, todas por debajo de norma.

Es conveniente reiterar que el presente análisis descriptivo, se realizó con los datos de dos estaciones de monitoreo para el año 2007 y de una para 2006; estos resultados no son representativos de toda la zona urbana, por lo que es necesario contar con información de la nueva estación ubicada en la facultad de medicina que inició operaciones a fines del año 2007 y que aumentará la cobertura del monitoreo permitiendo tener más información.

Del análisis realizado, se observa que algunos contaminantes no cumplen con las normas establecidas. Las  $PM_{10}$  y las concentraciones de Ozono han sobrepasado los valores normados durante los años 2006 y 2007. La situación aquí descrita no se extiende a toda la ciudad, limitándose a las regiones de influencia de las estaciones de monitoreo de calidad del aire. Asimismo, es de hacerse notar que los datos sobre calidad del aire que aquí se presentan, son aún insuficientes para establecer una conclusión sobre las tendencias históricas y la distribución geográfica de la calidad del aire en todo el municipio.



### 3. Inventario de emisiones





### 3. Inventario de emisiones.

#### 3.1 Introducción.

El inventario de emisiones es la base para la formulación de estrategias y medidas de control orientadas a disminuir la contaminación en una determinada región. Dichas estrategias van enfocadas hacia los sectores y actividades identificadas como las de mayor aportación de emisiones contaminantes.

Un inventario de emisiones proporciona un panorama de las emisiones y sus generadores en cuanto a emisiones arrojadas a la atmósfera, de tal manera que permite la toma de decisiones orientadas a programar medidas de prevención y control de la contaminación del aire, específicas para cada tipo de fuente y contaminante en particular. Permite, asimismo, la planeación e implementación de programas de gestión de la calidad del aire para cualquier región. Además facilita la evaluación y actualización de la normatividad aplicable, así como la revisión y análisis de metodologías y tecnologías disponibles.

En la medida en que un inventario de emisiones se desarrolle lo más desagregado posible, éste fácilmente permitirá identificar las fuentes que generan las principales emisiones y se podrán también evaluar las medidas de control específicas para cada sector en particular. Se han identificado 4 diferentes grupos importantes que se consideran en un inventario de emisiones en los que se engloban todas las fuentes contaminantes de una determinada región, éstas son: fuentes puntuales o fijas (sector industria), fuentes de área (comercios, servicios y otros, como caminos sin pavimentar y quema de esquilmos), fuentes móviles (sector transporte) y fuentes naturales (vegetación y suelos).

El Inventario de Emisiones está integrado por las estimaciones de las emisiones más representativas de los contaminantes que se generaron en el municipio de León durante el año 2006, por los 4 grandes grupos antes mencionados. Los contaminantes analizados son las partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), bióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos totales (COT).

#### 3.2 Metodología.

Los cálculos para estimar las emisiones de los contaminantes fueron realizados por el Instituto de Ecología del Estado, en colaboración con la SEMARNAT, con base en los factores de emisiones provistos en el AP-42<sup>1</sup> y por los Manuales del Programa de Inventario de Emisiones de México<sup>2</sup>.

En el caso de las fuentes fijas, la información fue recopilada de inventarios de emisiones y Cédulas de Operación Anual reportados a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, al Instituto de Ecología del Estado y a la Dirección General de Desarrollo Ambiental de León, así como a través de aplicación de encuestas a establecimientos industriales.

1 Air Chief Versión 8 y Source Classification Code AP-42 1999, U.S. EPA, 2000.

2 Methods Evaluation and Proposal for Mexico Emissions Inventory Program. Prepared for: Western Governors' Association and Binational Advisory Committee, Denver, Colorado. August 1995.

### 3.- Inventario de emisiones

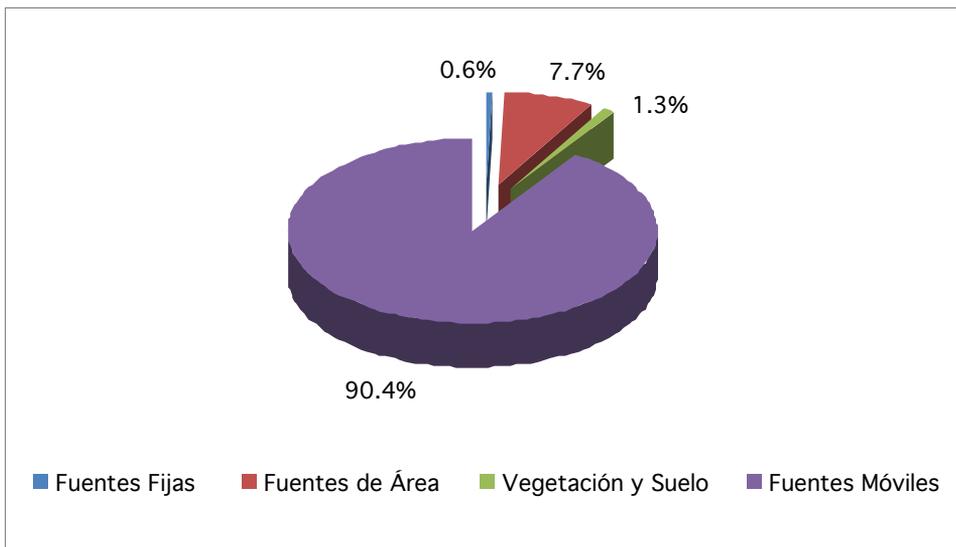
Se aplicó un balance de materia para la estimación de emisión de compuestos orgánicos volátiles por actividades de proceso y para el cálculo de las emisiones por fuentes biogénicas, se aplicó el modelo GloBEIS3 elaborado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Los factores de emisión utilizados en la estimación de las fuentes móviles fueron obtenidos a través del modelo MOBILE6.

#### 3.3 Emisión Anual de Contaminantes en León.

En el Inventario de Emisiones del municipio de León correspondiente al año 2006, se han identificado los principales contaminantes atmosféricos, las cantidades en que éstos son emitidos y las fuentes generadoras.

Considerando la información del Inventario de Emisiones, en la gráfica 3.1 se ilustra la distribución porcentual de las emisiones generadas por las diferentes fuentes presentes en el municipio de León, y se observa que la mayor contribución en la emisión de contaminantes corresponde a las fuentes móviles, que aportan el 90.4% de las emisiones generadas, lo cual revela la importancia del control de esta fuente en la ciudad. También se observa que las fuentes de área tienen el segundo lugar en importancia de emisión con un 7.7%, seguido de la vegetación y suelos con el 1.3% y finalmente, a diferencia de otras ciudades, las fuentes fijas con una baja aportación del 0.6%.



Gráfica 3.1. Contribución porcentual de emisiones por tipo de fuente<sup>3</sup>

En la Tabla 3.1 se muestran las emisiones totales de cada contaminante por tipo de fuente. De esta tabla se observa que en el año 2006 en el municipio de León se estimó una emisión de 368,820.56 toneladas de contaminantes a la atmósfera, de las cuales 7,724.85 toneladas son  $PM_{10}$ , 1,094.69 de  $SO_2$ , 273,463.93 de CO, 24,657.49 de  $NO_x$  y 61,879.60 toneladas de COT. Se observa que el contaminante que más se genera es el CO, debido principalmente a las fuentes móviles.

3 Fuente: SEMARNAT, IEE.



Tabla 3.1 Emisión total de contaminantes por fuente en 2006 (t/a)

Tipo de fuente	Emisiones totales, t/a					
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	Total
Fuentes Fijas	11.61	175.44	13.63	31.43	1,937.84	2,169.95
Fuentes de Área	7,297.05	6.05	2,591.92	679.14	17,842.12	28,416.28
Vegetación y Suelo	95.82	0.00	24.98	248.53	4,320.91	4,690.24
Fuentes Móviles	320.37	913.20	270,833.40	23,698.39	37,778.73	333,544.09
<b>Total</b>	<b>7,724.85</b>	<b>1,094.69</b>	<b>273,463.93</b>	<b>24,657.49</b>	<b>61,879.60</b>	<b>368,820.56</b>

Fuente: SEMARNAT, IEE.

En la Tabla 3.2 se muestra el inventario de emisiones porcentual de cada contaminante por fuente, Observando las fuentes de área son el principal emisor de PM<sub>10</sub>, con el 94.46%. Es importante mencionar que en estas fuente están incluidos los caminos sin pavimentar (terracerías), cuya contribución en la generación de PM<sub>10</sub> es del 94.99%, con relación a las emisiones totales de estas fuentes.

Así mismo, las fuentes móviles son el mayor emisor de CO, NO<sub>x</sub> SO<sub>2</sub>, COT, con el 99.04%, 96.11%, 83.42%, y 61.05%, respectivamente.

Tabla 3.2 Inventario de emisiones porcentual de 2006

Tipo de fuente	Emisiones totales, porcentual					
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	Total
Fuentes Fijas	0.15	16.03	0.00	0.13	3.13	0.6
Fuentes de Área	94.46	0.55	0.95	2.75	28.83	7.7
Vegetación y Suelo	1.24	0.00	0.01	1.01	6.98	1.3
Fuentes Móviles	4.15	83.42	99.04	96.11	61.05	90.4
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.0</b>

Fuente: SEMARNAT, IEE.

### 3.- Inventario de emisiones

#### 3.4 Inventario de emisiones.

En la Tabla 3.3 se muestra el inventario de emisiones desagregado por fuente y categoría de fuente en toneladas por año.

Tabla 3.3 Inventario de emisiones 2006 (t/a)

Tipo de fuente	Emisiones totales, t/a				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT
<b>Fuentes Fijas</b>	<b>11.61</b>	<b>175.44</b>	<b>13.63</b>	<b>31.43</b>	<b>1,937.84</b>
Alimenticio	6.00	104.88	2.27	13.07	0.07
Calzado	0.04	0.00	0.22	1.28	73.51
Curtiduría	0.21	0.09	1.18	6.94	879.98
Hule	1.14	20.35	0.18	1.98	21.27
Metalúrgica	0.06	0.00	0.67	0.83	0.04
Química	2.99	38.53	0.42	4.04	0.00
Otras	1.17	11.59	8.69	3.29	962.97
<b>Fuentes de Área</b>	<b>7,297.05</b>	<b>6.05</b>	<b>2,591.92</b>	<b>679.14</b>	<b>17,842.12</b>
Camino sin pavimentar	6,931.51	NA	NA	NA	NA
Quema de esquilmos	37.23	0.00	251.75	0.00	23.15
Ladrilleras	308.22	5.98	2,249.94	23.88	2,039.66
Quema de tiraderos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo de gas LP en casas habitación	17.81	0.07	80.00	580.81	21.85
Panaderías (evaporación)	0.00	0.00	0.00	0.00	178.93
Tortillerías	0.78	0.00	3.49	25.40	0.95
Hoteles	0.11	0.00	0.51	3.74	0.14
Restaurantes	1.02	0.00	4.59	33.35	1.25
Esterilización de Hospitales	NA	NA	NA	NA	0.33
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	445.29
Uso de solventes	NA	NA	NA	NA	5,853.64
Distribución y mercadeo de gas LP	NA	NA	NA	NA	0.24
Limpieza y desengrase	NA	NA	NA	NA	2,302.98
Recubrimientos Industriales	NA	NA	NA	NA	1,610.39
Distribución y mercadeo de gasolina	NA	NA	NA	NA	1,539.60
Operaciones de bacheo	NA	NA	NA	NA	0.72
Artes graficas	NA	NA	NA	NA	511.23
Pintura automotriz	NA	NA	NA	NA	175.10
Pintura de tránsito	NA	NA	NA	NA	504.84
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	1,511.98
Tratamiento de aguas	NA	NA	NA	NA	1,119.40
Panaderías (combustión)	0.37	0.00	1.64	11.96	0.45
<b>Vegetación y Suelo</b>	<b>95.82</b>	<b>0.00</b>	<b>24.98</b>	<b>248.53</b>	<b>4,320.91</b>
Erosión eólica	93.17	NA	NA	NA	NA
Incendio forestal	2.65	NE	24.98	NE	2.15
Biogénica	NA	NA	NA	248.53	4,318.76



<b>Fuentes Móviles</b>	<b>320.37</b>	<b>913.20</b>	<b>270,833.40</b>	<b>23,698.39</b>	<b>37,778.73</b>
Autos particulares	54.11	220.22	93,835.36	2,806.83	8,740.19
Taxis	13.63	58.80	30,226.68	2,925.33	1,886.31
Pick ups y vehículos ligeros de carga	33.00	141.83	73,974.52	1,412.49	7,915.71
Camiones de carga a gasolina menores a 3.5 ton	7.26	18.70	6,603.42	741.26	2,296.36
Camiones de carga a gasolina mayores a 3.5 ton	30.19	90.36	39,810.35	3,724.16	14,142.14
Autobús a gasolina	0.72	2.15	1,461.70	41.03	67.79
Camiones de carga a diesel menores a 3.5 ton	2.90	3.20	130.76	102.03	27.63
Camiones de carga a diesel mayores a 3.5 ton	98.45	186.05	12,663.56	7,280.77	1,469.08
Autobús a diesel	75.79	186.30	8,100.11	4,585.46	755.61
Motocicletas	4.32	5.58	4,026.93	79.04	477.91
<b>Total</b>	<b>7,724.85</b>	<b>1,094.69</b>	<b>273,463.93</b>	<b>24,657.49</b>	<b>61,879.60</b>

NA: No Aplica, NE: No Estimado.

Fuente: SEMARNAT, IEE.

En la Tabla 3.4 se muestra el inventario de emisiones de León, en porcentaje de cada contaminante y desagregados por fuente y categoría de fuente.

Tabla 3.4 Inventario de emisiones 2006 (porcentual)

Tipo de fuente	Emisiones totales, porcentual				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT
<b>Fuentes Fijas</b>	<b>0.15</b>	<b>16.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.13</b>	<b>3.13</b>
Alimenticio	0.08	9.58	0.00	0.05	0.00
Calzado	0.00	0.00	0.00	0.01	0.12
Curtiduría	0.00	0.01	0.00	0.03	1.42
Hule	0.01	1.86	0.00	0.01	0.03
Metalúrgica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Química	0.04	3.52	0.00	0.02	0.00
Otras	0.02	1.06	0.00	0.01	1.56
<b>Fuentes de Área</b>	<b>94.46</b>	<b>0.55</b>	<b>0.95</b>	<b>2.75</b>	<b>28.83</b>
Camino sin pavimentar	89.73	NA	NA	NA	NA
Quema de esquilmos	0.48	0.00	0.09	0.00	0.04
Ladrilleras	3.99	0.55	0.82	0.10	3.30
Quema de tiraderos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo de Gas LP en casas habitación	0.23	0.01	0.03	2.36	0.04
Panaderías (evaporación)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
Tortillerías	0.01	0.00	0.00	0.10	0.00
Hoteles	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Restaurantes	0.01	0.00	0.00	0.14	0.00
Esterilización de Hospitales	NA	NA	NA	NA	0.00
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	0.72
Uso de solventes	NA	NA	NA	NA	9.46

### 3.- Inventario de emisiones

Distribución y mercadeo de Gas LP	NA	NA	NA	NA	0.00
Limpieza y desengrase	NA	NA	NA	NA	3.72
Recubrimientos Industriales	NA	NA	NA	NA	2.60
Distribución y mercadeo de gasolinas	NA	NA	NA	NA	2.49
Operaciones de bacheo	NA	NA	NA	NA	0.00
Artes graficas	NA	NA	NA	NA	0.83
Pintura automotriz	NA	NA	NA	NA	0.28
Pintura de tránsito	NA	NA	NA	NA	0.82
Recubrimiento de Superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	2.44
Tratamiento de aguas	NA	NA	NA	NA	1.81
Panaderías (combustión)	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
<b>Vegetación y Suelo</b>	<b>1.24</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>1.01</b>	<b>6.98</b>
Erosión eólica	1.21	NA	NA	NA	NA
Incendio forestal	0.03	NE	0.01	NE	0.00
Biogénica	NA	NA	NA	1.01	6.98
<b>Fuentes Móviles</b>	<b>4.15</b>	<b>83.42</b>	<b>99.04</b>	<b>96.11</b>	<b>61.05</b>
Autos particulares	0.70	20.12	34.31	11.38	14.12
Taxis	0.18	5.37	11.05	11.86	3.05
Pick ups y vehículos ligeros de carga	0.43	12.96	27.05	5.73	12.79
Camiones de carga a gasolina menores a 3.5 ton	0.09	1.71	2.41	3.01	3.71
Camiones de carga a gasolina mayores a 3.5 ton	0.39	8.25	14.56	15.10	22.85
Autobús a gasolina	0.01	0.20	0.53	0.17	0.11
Camiones de carga a diesel menores a 3.5 ton	0.04	0.29	0.05	0.41	0.04
Camiones de carga a diesel mayores a 3.5 ton	1.27	17.00	4.63	29.53	2.37
Autobús a diesel	0.98	17.02	2.96	18.60	1.22
Motocicletas	0.06	0.51	1.47	0.32	0.77
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuentes: SEMARNAT, IEE.

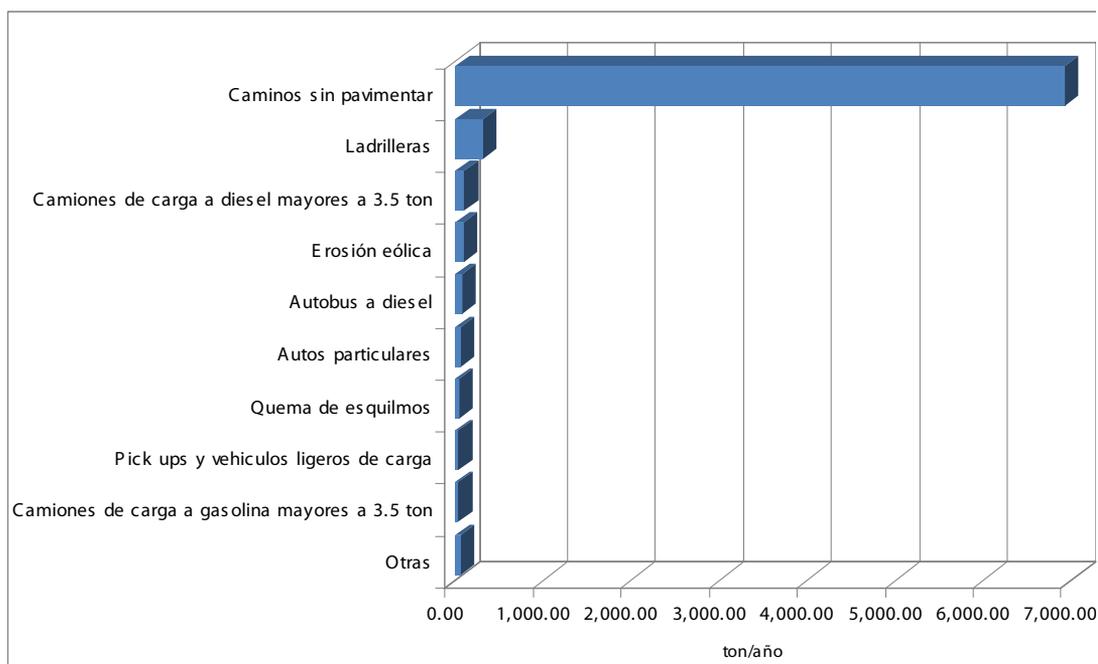
#### 3.4.1 Emisión por Contaminante.

En los siguientes apartados se muestran las principales categorías de fuente que contribuyen con la mayor cantidad de emisiones por contaminante; en la clasificación de "otros" se agrupan todos aquellos que de manera individual no contribuyen mayoritariamente a las emisiones.



### 3.4.1.1 Particula menores e iguales a 10 micrometros (PM<sub>10</sub>).

En la gráfica 3.2 se muestra la contribución de las PM<sub>10</sub> de acuerdo a la categoría de fuente correspondientes en toneladas por año. Observando que los caminos sin pavimentar (terrecerías) son el mayor generador de estas partículas, que en porcentaje representan el 89.73%.

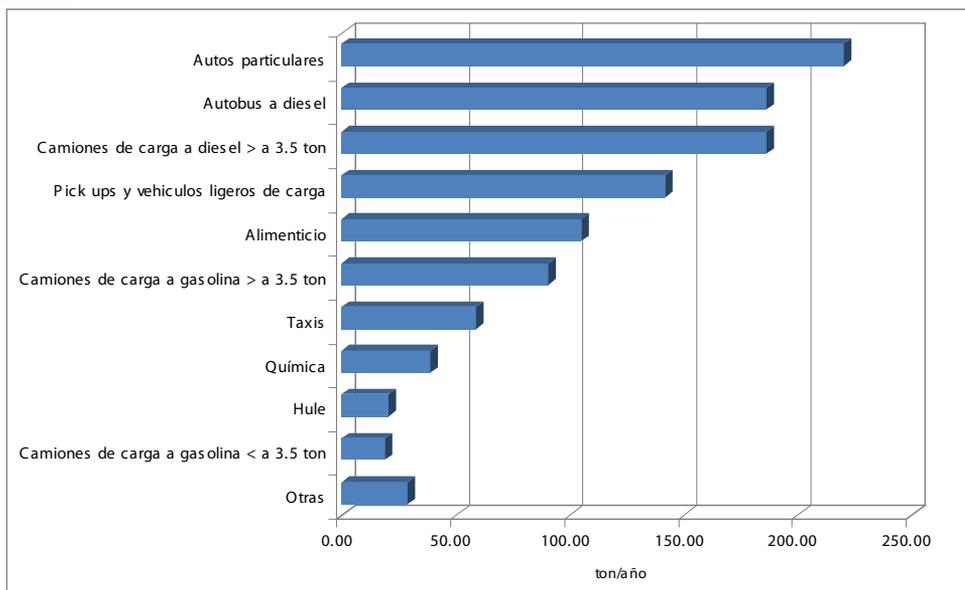


Gráfica 3.2 Contribución de PM<sub>10</sub>

### 3.4.1.2 Bióxido de azufre. (SO<sub>2</sub>)

De acuerdo al inventario de emisiones, las fuentes móviles contribuyen con el 83.42% de las emisiones totales en éste rubro. La industria alimenticia es el segundo generador de estos contaminantes contribuyendo con el 9.58% de las emisiones totales. En el apartado de "otros" se encuentran todas aquellas fuentes menores que contribuyen a la emisión de SO<sub>2</sub>. En la gráfica 3.3 se muestran los resultados desagregados en toneladas por año.

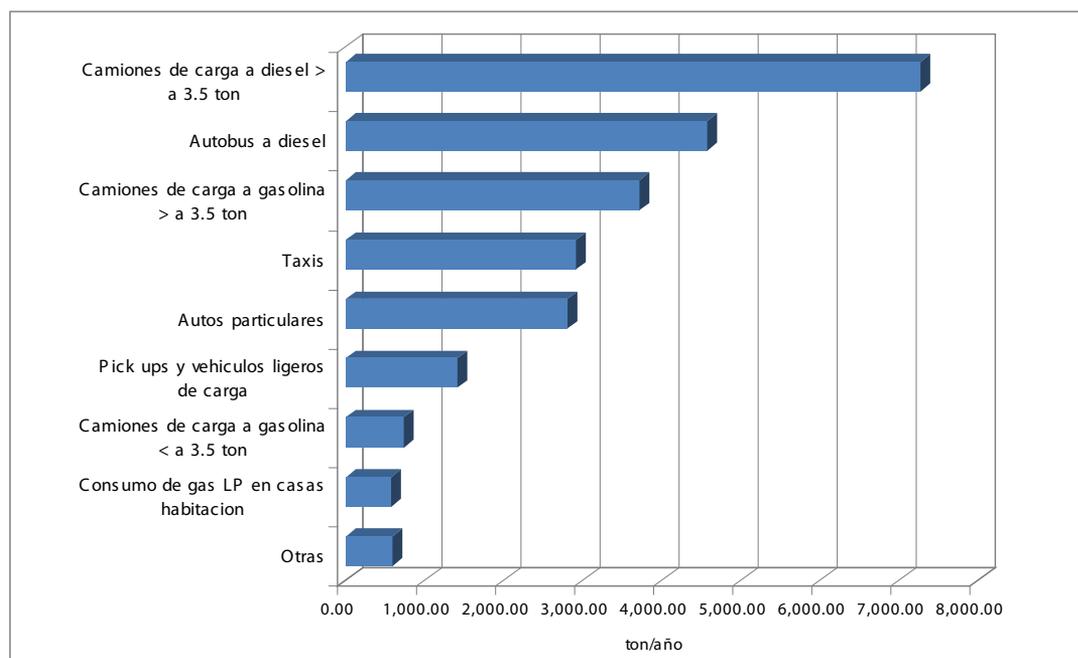
### 3.- Inventario de emisiones



Gráfica 3.3 Contribución de SO<sub>2</sub>

#### 3.4.1.3 Monóxido de carbono. (CO)

En la gráfica 3.4 muestran las contribuciones desagregadas del CO en toneladas por años. Observando que los autos particulares, Pick-up y camiones de carga a gasolina mayores a 3.5 toneladas son los que más generan CO, que considerando la aportación porcentual representan el 75.92% de las emisiones totales. En general, las fuentes móviles son las principales generadoras de CO.

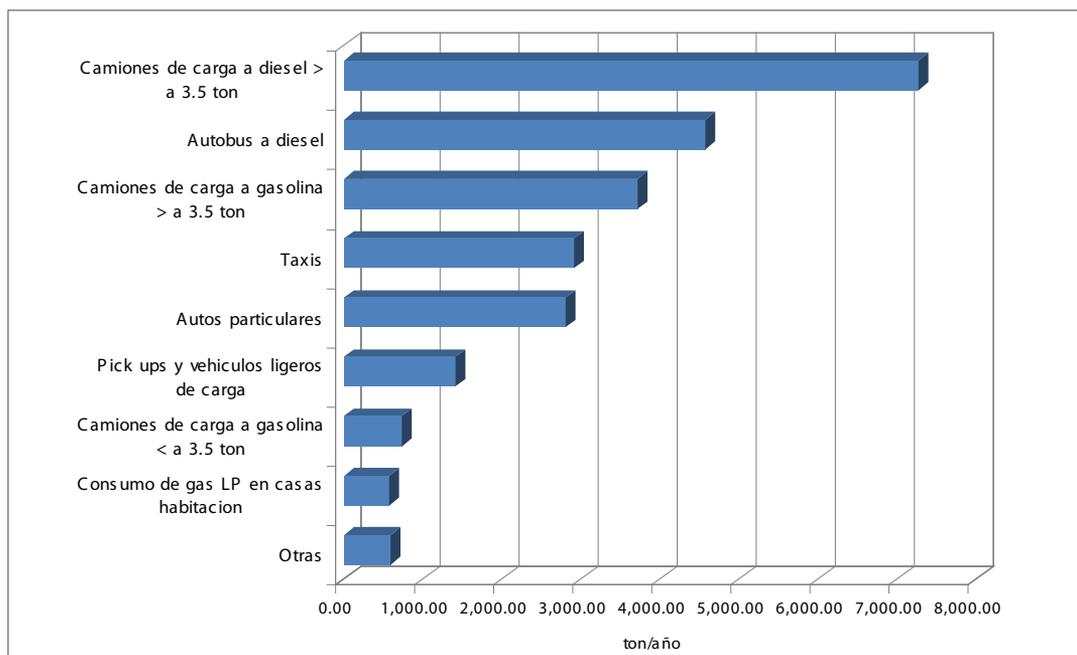


Gráfica 3.4 Contribución de CO



### 3.4.1.4 Óxidos de Nitrógeno. (NO<sub>x</sub>)

Siguiendo el mismo procedimiento que los contaminantes anteriores, en la gráfica 3.5 se refleja la mayor contribución de NO<sub>x</sub> por categoría de fuente, observando que las fuentes móviles que son las que más contribuyen, seguidas del consumo de gas LP en casa habitación. mostrando nuevamente que las fuentes móviles son las principales generadoras de NO<sub>x</sub>.



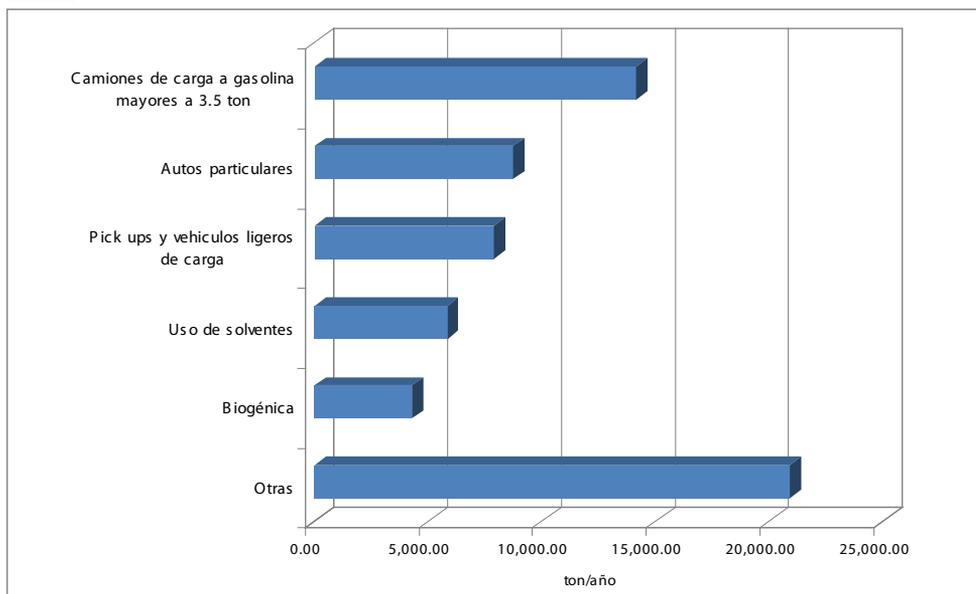
Gráfica 3.5 Contribución de NO<sub>x</sub>

### 3.4.1.5 Compuestos orgánicos totales. (COT)

La contribución de estos contaminantes se centra principalmente en fuentes móviles con una contribución del 61% y fuentes de area con una contribución del 28% . En la gráfica 3.6 se muestran las contribuciones de los COT desagregado en toneladas por año.



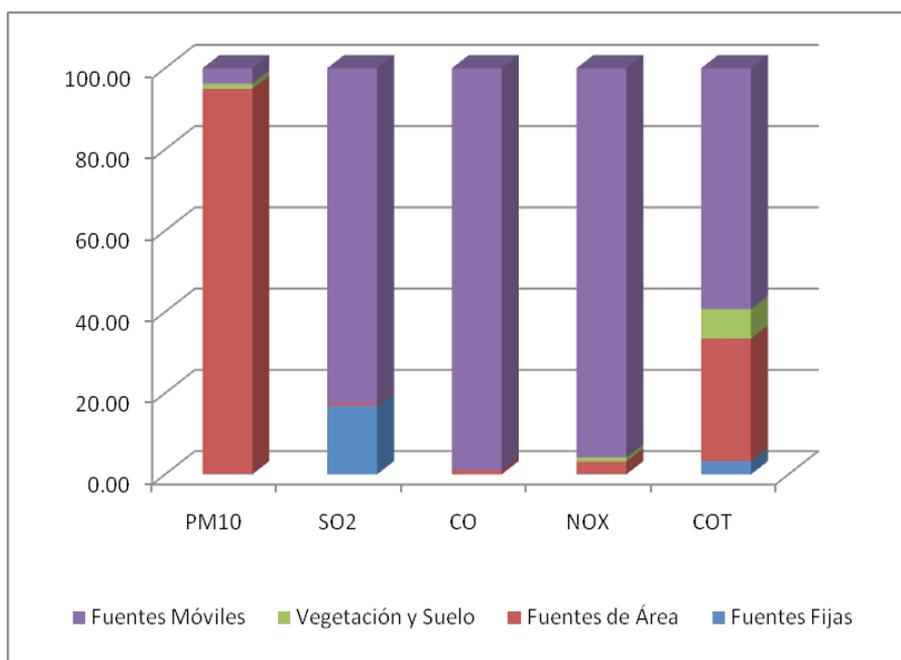
### 3.- Inventario de emisiones



Gráfica 3.6 Contribución de COT

#### 3.4.2 Emisiones por fuente.

La gráfica 3.7 da un panorama claro y general de las contribuciones más importantes de cada fuente. Se muestran los porcentajes de las emisiones de cada contaminante para cada una de las cuatro fuentes evaluadas.



Gráfica 3.7 Contribución de emisiones por tipo de fuente



Se puede ver, por ejemplo, que las fuentes de área (comercios y servicios) generan principalmente  $PM_{10}$  y en un menor grado COT. Asimismo, se observa que el sector transporte es el que contribuye en mayor porcentaje en los demás contaminantes

En cuanto a la vegetación y suelo, se observa que su mayor contribución a las emisiones a la atmósfera es mediante los COT. Finalmente, las fuentes fijas generan principalmente  $SO_2$ , seguido por los COT. Aparentemente, en comparación con otros municipios, en León, las fuentes fijas no tienen una contribución significativa de  $NO_x$  ni de CO; sin embargo, es importante considerar e incorporar las emisiones de la flota vehicular que da servicio a la industria.



## 4. Efectos de los contaminantes del aire sobre la salud





## 4. Efectos de los contaminantes del aire sobre la salud.

Diversos aspectos del bienestar de la población están influidos por el ambiente y algunos riesgos a la salud se inician, preservan o exacerban por factores ambientales. Por esta razón, conocerlos y controlarlos constituye un importante componente de la salud pública. La calidad de vida y el ambiente están íntimamente relacionados y representan un complejo espectro de interacciones. Su estudio es sujeto de diversas disciplinas que cooperan para lograr un mejor entendimiento de los problemas y efectos tanto en la ecología como en la salud.

Los contaminantes del aire tienen tres vías de entrada al organismo humano: la piel, la mucosa del aparato digestivo y la mucosa del aparato respiratorio. La principal vía de entrada de los tóxicos del aire es la respiratoria considerando que un ser humano respira en promedio entre 25 y 30 veces por minuto, y que en cada respiración se movilizan cerca de 500 ml de aire.

Los principales contaminantes del aire, que se han asociado con riesgos a la salud son:

- Ozono ( $O_3$ )
- Bióxido de azufre ( $SO_2$ )
- Monóxido de carbono (CO)
- Bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ )
- Partículas suspendidas totales (PST)
- Partículas menores a 10 micrómetros de diámetro ( $PM_{10}$ )
- Partículas menores a 2.5 micrómetros de diámetro ( $PM_{2.5}$ )

Estos contaminantes son regulados por Normas Oficiales Mexicanas, que establecen las concentraciones máximas de contaminantes en el ambiente para proteger la salud de la población.

La contaminación del aire está relacionada con trastornos a la salud, entre los que destacan:

- El incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas
- Aumento en la frecuencia de muertes asociadas a la contaminación atmosférica
- Disminución de la capacidad respiratoria
- Aumento de ataques de asma
- Incremento de casos con enfermedades cardíacas
- Aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar



## 4.- Efectos de los contaminantes del aire en la salud

La población con mayor riesgo a la exposición de contaminantes está constituida por los niños menores de 5 años, las personas de la tercera edad (mayores de 65 años), las personas con enfermedades cardíacas y respiratorias y los asmáticos.

La exposición a los contaminantes se puede clasificar en aguda y crónica, de acuerdo al período de exposición y a la concentración de contaminantes. La exposición aguda es una exposición a concentraciones elevadas de contaminantes durante un periodo corto de tiempo. Por otra parte, la exposición crónica involucra exposiciones de largo plazo a concentraciones relativamente bajas de contaminantes.

### 4.1 Efectos en la Salud por el Ozono.

El ozono es un gas altamente reactivo, su impacto en la salud se debe a su capacidad de oxidación, por ello daña a las células en las vías respiratorias causando inflamación, además reduce la capacidad del aparato respiratorio para combatir las infecciones y remover las partículas externas. Afecta los mecanismos de defensa, por lo que puede provocar un aumento de las infecciones respiratorias.

La exposición a ozono presenta un riesgo importante para la salud de los niños, las personas de la tercera edad y para quienes padecen problemas cardiovasculares y respiratorios, como el asma, el enfisema y la bronquitis crónica.

Los efectos generalmente asociados con aumentos del ozono son: infecciones respiratorias agudas, tos, flemas, sibilancias (silbidos en el pecho), atrofia de mucosa nasal, irritación de ojos, disminución de la función ventilatoria y visitas de emergencia por ataque de asma.

#### 4.1.1 Efectos en la Salud por las Partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros.

Las Partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) penetran directamente al aparato respiratorio sin ser capturadas por sus mecanismos de limpieza. Una vez que las partículas han entrado al tracto respiratorio, dependiendo de su tamaño, pueden acumularse en diferentes sitios dentro del aparato respiratorio. Las  $PM_{10}$  penetran hasta la zona traqueobronquial, mientras que las Partículas menores a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ) pueden penetrar hasta los alvéolos pulmonares (figura 4.1).



Dimensión y depósito de las partículas inhaladas.

Las partículas grandes (20 micras) son detenidas por las vibras nasales y se impactan en la mucosa por la turbulencia formada en la cavidad nasal. Incluso en la respiración por la boca, las partículas menores a 10 micrómetros se depositan por completo en la tráquea sedimentándose en la mucosa y son eliminadas por el movimiento ciliar. Las que miden menos de 5 micrómetros pueden llegar a los pulmones y aquellas de 1 a 2.5 micrómetros, poseen el tamaño ideal para alojarse en los alvéolos. Las que miden menos de 1 micrómetros quedan suspendidas en la vía aérea y son eliminadas.

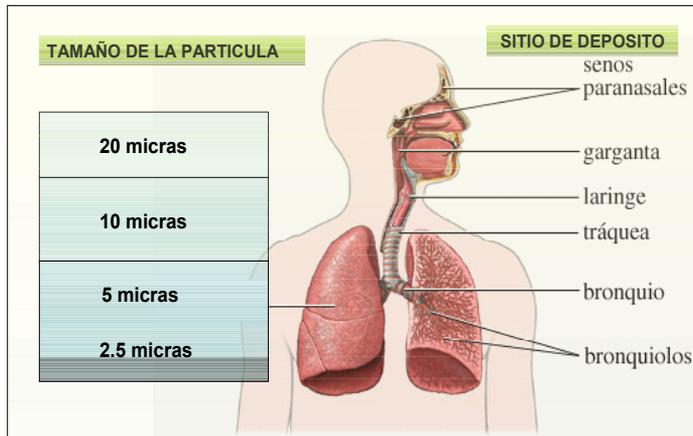


Figura 4.1 Dimensión y depósito de las partículas inhaladas



## 5. Objetivos, Metas y Estrategias





## 5. Objetivos, Metas y Estrategias.

Los objetivos, metas y estrategias de este Programa, se elaboraron tomando en cuenta el inventario de emisiones y la información generada por la red de monitoreo de calidad del aire.

### 5.1 Objetivos.

#### Objetivo general.

El objetivo general es prevenir y controlar la contaminación atmosférica en el municipio de León, mediante acciones específicas enfocadas a las diversas fuentes de emisión, a fin de proteger la salud de la población y de los ecosistemas.

#### Objetivos específicos.

- a) Disminuir las emisiones generadas por fuentes móviles
- b) Disminuir las emisiones generadas por fuentes de área
- c) Disminuir las emisiones generadas por otras fuentes

### 5.2 Metas.

Las metas establecidas son indicativas de las reducciones que se podrían alcanzar y que serían deseables, para lograr que en los próximos años mejore la calidad del aire en el municipio. Estas metas consideran el fortalecimiento esperado en los indicadores utilizados en calidad del aire, inventario de emisiones e información que relacione la salud pública con la calidad del aire.

De este modo, las metas son:

- a) Reducir en un 25% las emisiones generadas por fuentes móviles
- b) Reducir en un 30% las emisiones generadas por fuentes de área
- c) Reducir en un 20% las emisiones generadas por las demás fuentes de emisión

### 5.3 Estrategias.

Para cumplir con los objetivos y metas, se formularon ocho estrategias. En cada una de ellas, se plantean medidas específicas y acciones a implementar. La formulación de las estrategias, medidas y acciones se realizó con base en un proceso de consulta, en el que participaron representantes de los diversos sectores, los cuales serán corresponsables del cumplimiento de las acciones y compromisos adquiridos en el ámbito de sus respectivas competencias.

Es importante señalar que las primeras cuatro estrategias tienen como finalidad disminuir las emisiones generadas por las diferentes fuentes, por lo que corresponden a las acciones por realizar en el corto y mediano plazo. Las cuatro siguientes se relacionan con protección a la salud, educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico, planeación y fortalecimiento institucional, con una visión de mediano y largo plazo.

Las estrategias planteadas se presentan a continuación:

1. Reducción de emisiones generadas por vehículos automotores.
2. Reducción de emisiones generadas por fuentes de área.
3. Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano.
4. Reducción de emisiones provenientes del sector industrial.
5. Protección y prevención de la salud de la población.
6. Fortalecimiento de la educación ambiental, formación, investigación y desarrollo tecnológico.
7. Obtención del financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del presente programa.
8. Fortalecimiento institucional, infraestructura, información y normatividad.

## 6. Medidas a Implementar





## 6. Medidas a Implementar.

### 6.1 Reducción de emisiones generadas por vehículos automotores.

#### 6.1.1 Fortalecer el programa de verificación vehicular en el municipio.

##### Objetivo.

Garantizar que los vehículos que circulan en León cumplan con la normatividad ambiental vigente de acuerdo al Programa Estatal de Verificación Vehicular.

##### Justificación.

Las emisiones de fuentes móviles corresponden al 90% del total de las emisiones y al 99% de las emisiones de CO y el 61% de las emisiones de compuestos orgánicos totales (COT); ambas pueden tener una reducción significativa a través de la instrumentación y cumplimiento del Programa de Verificación Vehicular. En el primer semestre del 2007 se tuvo una verificación cercana al 44% del parque vehicular del municipio, por lo que se prevé la necesidad de incrementar este porcentaje.

##### Beneficios esperados.

- Garantizar que las emisiones generadas por el sector transporte cumplan con la normatividad aplicable.
- Aumentar el porcentaje de verificación vehicular.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.1.1.1 Identificar los vehículos oficiales municipales, estatales y federales que no cumplen con la verificación vehicular, para su regulación o su baja.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.1.2 Alcanzar y mantener el 80% de la verificación vehicular en el municipio.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.1.3 Diseñar e instrumentar un programa de concientización y capacitación dirigido al personal de las dependencias encargadas de la aplicación de los programas y otras dependencias municipales.	IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.1.1.4 Asesorar y capacitar al personal técnico para la eficaz operación y supervisión de los equipos en los centros de verificación vehicular.	IEE, Municipio					



## 6.- Medidas a implementar

6.1.1.5 Intensificar la aplicación del Reglamento para la Prevención y el Control de la Contaminación a la Atmósfera generada por vehículos automotores para el municipio de León y el de Tránsito municipal a través de las dependencias involucradas.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.1.6 Realizar visitas de inspección al 100% de los centros de verificación vehicular para asegurar su adecuado funcionamiento.	PROPAEG					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan, de acuerdo al Reglamento.

**Costo :** estimado de \$2, 500,000.00

### Instrumentación.

Es necesario reforzar el Programa de Verificación Vehicular con la finalidad de que los vehículos que circulan en el municipio cumplan con la normatividad vigente, para lo cual el municipio, el IEE y la PROPAEG coordinarán las actividades necesarias, dentro de sus ámbitos de competencia.

### Actores Involucrados.

IEE, PROPAEG y áreas administrativas municipales correspondientes conforme al Reglamento: Secretaría de Administración y Servicios Municipales, Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Protección al Ambiente.

### 6.1.2 Organizar la estructura vial y transporte público y privado.

#### Objetivo.

Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes del transporte público y privado que circula en el municipio, a través del mejoramiento del tránsito vehicular y la organización del sistema de transporte colectivo y estructura vial.

#### Justificación.

El sector transporte es el principal contribuyente de emisiones contaminantes a la atmósfera, cuyas aportaciones por contaminante en el municipio de León son aproximadamente de 99% de CO, 96% de NO<sub>x</sub>, 83% de SO<sub>2</sub>, y 61% de COT. Por lo que es necesaria la organización de la estructura de las vialidades del transporte público para propiciar una mejor circulación vehicular y un índice menor de congestiones de tránsito, lo cual reducirá las emisiones de contaminantes atmosféricos en el municipio.



## Beneficios esperados.

- Reducir las emisiones generadas por el transporte público y privado.
- Contar con un sistema de transporte limpio y más organizado.
- Contar con una mejor estructura vial.

### Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.1.2.1 Revisar y actualizar el Reglamento de Transporte Urbano del Municipio.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.2 Establecer un sistema de seguimiento del programa para aplicación del Reglamento de Transporte Público.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.3 Promover un Programa para la Renovación de Flota Vehicular con concesionarios y propietarios.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.4 Promover la renovación del parque vehicular oficial del Municipio.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.5. Desarrollar e implementar el Plan de Movilidad Municipal.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.6 Implementar la 2da etapa del Sistema Integrado de Transporte.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.7 Implementar un programa de mejoramiento de infraestructura vial.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.8 Promover el uso de transporte público en carriles preferenciales o exclusivos y el uso colectivo de vehículos particulares.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.9 Estudiar la factibilidad de implementar el escalamiento en horas de entrada y salida.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.2.10 Desarrollar e implementar el Programa para el mejoramiento al transporte no motorizado.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** no estimado

## Instrumentación.

El Municipio gestionará, o en su caso destinará, el presupuesto requerido para su elaboración e implementación; asimismo gestionará con los concesionarios la renovación de flotillas.

## Actores Involucrados.

Las áreas administrativas del municipio de acuerdo con el reglamento, concesionarios y propietarios.



## 6.- Medidas a implementar

### 6.1.3 Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y de pasajeros.

#### Objetivo.

Disminuir las emisiones contaminantes provenientes de vehículos pesados con motores a diesel, mediante el reforzamiento de los Programas de Verificación federal y local, y de la adopción de programas para mejorar las prácticas operativas y el uso de la energía.

#### Justificación.

El control de emisiones contaminantes atmosféricas debe englobar el total de vehículos que aportan aproximadamente el 48% de las emisiones de  $\text{NO}_x$  y el 34% de  $\text{SO}_2$ , por lo que es necesario que se controlen las emisiones de aquellos que circulan dentro del municipio, y que cumplan con el programa de verificación vehicular correspondiente.

Los vehículos a diesel contribuyen con aproximadamente el 55.3% de las emisiones de partículas menores a 10 micrómetros ( $\text{PM}_{10}$ ). La verificación de este tipo de vehículos se rige por la NOM-045-SEMARNAT-2005, que es una norma que requiere una evaluación cualitativa de la emisión de partículas. Por lo anterior, es necesario que aquellos vehículos que circulan dentro del Municipio cuenten con un engomado de verificación y el certificado correspondiente.

#### Beneficios esperados.

- Reducir las emisiones de los vehículos de transporte federal, local de carga y de pasajeros, para que cumplan con los límites máximos permisibles especificados en la normatividad aplicable.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.1.3.1 Implementar y promover el programa de verificación vehicular del transporte federal, de carga local y de pasajeros.	SCT, SEMARNAT Municipio					
6.1.3.2 Aplicar y verificar el cumplimiento de la NOM-045-SEMARNAT-2005 en vehículos pesados federales y locales con motores a diesel.	SCT, SEMARNAT					
6.1.3.3 Desarrollar e implementar un programa integral para el transporte público de carga.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.3.4 Identificar la necesidad de instalar y operar más centros de verificación vehicular para el transporte federal dentro del municipio o en los municipios circunvecinos.	SCT, Municipio					



6.1.3.5 Promover programas de ahorro de combustible y reducción de emisiones contaminantes en flotillas de carga y transporte de pasajeros.	SEMARNAT, Municipio <sup>a</sup> .					
6.1.3.6 Promover la construcción de libramientos o corredores para vehículos de transporte de carga fuera de vialidades con alto flujo vehicular, en función de las necesidades detectadas.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.3.7 Analizar la factibilidad de establecer un lugar de descarga fuera de la ciudad, donde se carguen vehículos ligeros que puedan transitar en la ciudad.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.3.8 Promover la modernización del transporte de carga y pasaje, mediante la aplicación de incentivos administrativos y económicos.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** estimado de \$1,500,000.00 para la implementación del programa, no estimado para las demás acciones.

### Instrumentación.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes implantará el Programa de Verificación Semestral Obligatoria de Emisiones Contaminantes para unidades del servicio público Federal en el municipio, por lo que se realizarán las gestiones correspondientes con las dependencias involucradas; asimismo definirá la infraestructura necesaria para la medición de emisiones de conformidad con la NOM-045-SEMARNAT-2005.

Adicionalmente, el Gobierno del Estado a través de las Secretarías y órganos de gobierno correspondientes, promocionarán y aplicarán programas voluntarios (existentes, en desarrollo o de nueva creación) que propicien la reducción de emisiones contaminantes y el ahorro de combustible.

### Actores involucrados.

SCT, SEMARNAT, propietarios de vehículos de carga pesada y áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento: Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Movilidad, Dirección General de Urbanismo, Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito, IMPLAN.

## 6.- Medidas a implementar

### 6.1.4 Implementar el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes para el transporte público y privado del municipio.

#### Objetivo.

Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles que circulan en el municipio.

#### Justificación.

Los vehículos que no se encuentran en condiciones óptimas de servicio o no tienen un adecuado mantenimiento, liberan a la atmósfera emisiones contaminantes durante su operación, principalmente CO, COT y NO<sub>x</sub> debido a procesos de combustión incompleta o a la operación incorrecta de sus sistemas electromecánicos, por lo que es necesario restringir su circulación a fin de que se les dé el mantenimiento correspondiente.

#### Beneficios esperados.

- Reducir emisiones de CO, COT y NO<sub>x</sub> provenientes de fuentes móviles.
- Contar con un instrumento para sancionar a vehículos ostensiblemente contaminantes.

#### Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.1.4.1 Revisar y en su caso adecuar el Reglamento de Tránsito Municipal y el Reglamento para la Prevención y el Control de la Contaminación a la Atmósfera generada por Vehículos Automotores para el Municipio de León.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.4.2 Diseñar e implementar un Programa para la detección de vehículos ostensiblemente contaminantes.	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.4.3 Reducir a 8 años la antigüedad promedio de los vehículos oficiales del municipio.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** estimado de \$1'000,000.00, no estimado para la reducción de la edad promedio de vehículos oficiales.

#### Instrumentación.

Para ejecutar esta medida es necesario revisar y en su caso adecuar el marco normativo a fin de contar con el sustento jurídico para su implementación y seguimiento;



asimismo para asegurar su implementación, las instancias participantes deberán considerar el presupuesto necesario por parte del municipio para su cumplimiento.  
**Actores involucrados.**

H. Ayuntamiento, áreas administrativas correspondientes conforme a la reglamentación municipal: Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito Municipal, Dirección General de Apoyo a la Función Edilicia, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Movilidad, Tesorería Municipal.

### 6.1.5 Implementar programas de transporte sustentable para tener acceso a proyectos de mecanismos de desarrollo limpio.

#### Objetivo.

Obtener los beneficios de la implementación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), aplicados al sector transporte.

#### Justificación.

Dentro de los proyectos realizados y programados por el Municipio se tienen consideradas acciones que empatan con los proyectos MDL; sin embargo, es necesaria la coordinación de las diferentes dependencias que los están llevando a cabo, a fin de elaborar un proyecto integral que permita ingresarlos para cumplir con los lineamientos establecidos para dichos proyectos.

#### Beneficios esperados.

- Optimizar el transporte a través de la aplicación de proyectos MDL.
- Obtener apoyos económicos para el desarrollo de proyectos.
- Reducir emisiones a través de proyectos MDL.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.1.5.1 Estructurar el proyecto para acceder al programa de Mecanismos de Desarrollo Limpio	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.5.2 Integrar un equipo técnico para el cumplimiento de los lineamientos establecidos para proyectos MDL	Municipio <sup>a</sup>					
6.1.5.3 Gestionar la incorporación del proyecto al mercado de bonos de carbono.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** no estimado.



## 6.- Medidas a implementar

### Instrumentación.

El Municipio a través de las áreas correspondientes será el responsable de integrar, gestionar y dar seguimiento a proyectos para su elaboración e implementación. Para esto establecerá la coordinación y determinará las necesidades de apoyo de las dependencias federales y estatales que considere necesarias para su cumplimiento.

### Actores involucrados.

SEMARNAT, IEE, Áreas administrativas del Municipio de acuerdo con el reglamento.

## 6.2 Reducir las emisiones provenientes del sector industrial

### 6.2.1 Fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en industrias de jurisdicción federal y estatal.

#### Objetivo.

Reducir las emisiones generadas por el sector industrial de jurisdicción federal y estatal, a través de la implementación de programas de regulación, inspección y vigilancia que promuevan el cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera.

#### Justificación.

Fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en materia de atmósfera, de la industria de jurisdicción federal y estatal ubicada en el municipio de León, a través del cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la normatividad aplicable.

#### Beneficios esperados.

- Prevenir, reducir y controlar las emisiones contaminantes a la atmósfera de las fuentes fijas de jurisdicción federal y estatal.
- Fomentar la cultura del cumplimiento de la normatividad.
- Regular a los establecimientos industriales asentados en el municipio.
- Contar con un directorio único de los establecimientos industriales del municipio.



Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.2.1.1 Actualizar el padrón y regular al 100% la industria asentada en el municipio de León	SEMARNAT, IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.1.2 Realizar visitas de inspección y de verificación a empresas de jurisdicción federal, estatal y municipal.	PROFEPA, PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.1.3 Realizar visitas de verificación sanitaria a empresas de jurisdicción federal y estatal en el ámbito de competencias a efecto de notificar a las autoridades ambientales las anomalías detectadas en materia de emisiones a la atmósfera.	SSG					
6.2.1.4 Analizar la factibilidad de simplificar trámites administrativos establecidos para la regulación de fuentes fijas de jurisdicción federal y estatal.	SEMARNAT IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.1.5 Implementar programas específicos de reducción de emisiones en Licencias de Funcionamiento, Licencias Ambientales de Funcionamiento y Licencias Ambientales Únicas.	SEMARNAT, IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.1.6 Promover la autorregulación de la industria mediante la adhesión a los Programas Voluntarios de Gestión.	PROFEPA, PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.1.7 Identificar zonas críticas en área urbana por actividades industriales específicas.	Municipio <sup>a</sup>					
6.2.1.8 Diseñar e implementar un programa de capacitación dirigido a industriales sobre métodos de reducción de emisiones.	SEMARNAT, IEE					
6.2.1.9 Elaborar e implementar un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en empresas de jurisdicción federal y estatal.	SEMARNAT, IEE					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** no estimado.

### Instrumentación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato y el Municipio a través de la Dirección General de Protección al Ambiente, mantendrán actualizado el padrón de establecimientos industriales asentados en el municipio de acuerdo a sus respectivas competencias; este directorio quedará a cargo del Municipio y a partir de él se implementarán programas de reducción de emisiones para dichos establecimientos, a través de los instrumentos jurídicos aplicables.



## 6.- Medidas a implementar

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato, la Secretaría de Salud del Estado y en su caso el Municipio, realizarán visitas de inspección y verificación, así como otras actividades relacionadas, a fin de identificar empresas irregulares y verificar el cumplimiento de la normatividad en el ámbito de sus respectivas competencias.

Asimismo, se coordinarán la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Instituto de Ecología del Estado y el Municipio para revisar los procedimientos establecidos, con la finalidad de analizar la simplificación de trámites administrativos para la regulación de fuentes fijas de jurisdicción Federal y Estatal. De igual forma se llevará a cabo la coordinación entre estas dependencias para conjuntar información que permita detectar en su caso zonas críticas por actividades industriales en área urbana, a fin de analizar la posibilidad de reubicación a parques industriales.

### Actores involucrados.

SEMARNAT, IEE, PROFEPA, PROPAEG, SSG, H. Ayuntamiento y áreas administrativas que de acuerdo al reglamento correspondan.

### 6.2.2 Implementar programas de reducción de emisiones de Compuestos Orgánicos Totales (COT).

#### Objetivo.

Disminuir las emisiones de COT a la atmósfera generadas por el sector industrial.

#### Justificación.

Debido a que en el Municipio se tiene una contribución importante de COT originada por la actividad industrial predominante, es necesario fomentar el desarrollo y la innovación tecnológica a mediano y largo plazo, para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.

#### Beneficios esperados.

- Prevenir, controlar y reducir las emisiones de COT a la atmósfera.
- Desarrollar y aplicar tecnologías para la reducción de emisiones.



Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.2.2.1 Fomentar la implementación de equipos para el control de emisiones de COT.	SEMARNAT, IEE, PROFEPA, PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.2.2 Diseñar e implementar un programa para el fomento a la innovación y desarrollo tecnológico para la reducción de COT.	SEMARNAT, IEE, CONCYTEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.2.3 Identificar y georeferenciar establecimientos que manejan solventes y determinar las cantidades de distribución y consumo en el municipio.	IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.2.4 Impulsar la creación de normatividad en materia de regulación de COT.	SEMARNAT, IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.2.2.5 Analizar la factibilidad de desarrollar un programa para reducción de emisiones de COT, en uso de recubrimientos y otros materiales.	CONCYTEG, IEE, Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** No estimado.

### Instrumentación.

Las dependencias normativas de los tres órdenes de gobierno promoverán la reducción de emisiones de COT a través de la búsqueda y la implementación de programas de reducción de emisiones y desarrollo tecnológico. Asimismo se desarrollará una base de datos con información del uso y cantidades de solventes que se distribuyen y/o almacenan en el municipio, con la finalidad de contar con elementos para la toma de decisiones e impulsar la creación de normatividad específica.

### Actores involucrados.

SEMARNAT, PROFEPA, PROPAEG, IEE, CONCYTEG y áreas administrativas del municipio que de acuerdo al reglamento correspondan.

## 6.- Medidas a implementar

### 6.3 Reducir las emisiones generadas por las fuentes de área.

#### 6.3.1 Regular los establecimientos de jurisdicción municipal.

##### Objetivo.

Verificar el cumplimiento normativo de los establecimientos de jurisdicción municipal.

##### Justificación.

Las fuentes de área contribuyen aproximadamente con el 94% de  $PM_{10}$ , y el 29% de COT de las emisiones totales del municipio. Por lo que es necesario establecer acciones específicas para la disminución de emisiones enfocadas a estos contaminantes.

##### Beneficios esperados.

- Regular los establecimientos de jurisdicción municipal
- Reducir de emisiones de  $PM_{10}$  y COT.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.3.1.1 Actualizar el padrón de los establecimientos comerciales y de servicios asentados en el municipio de León.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.2 Revisar y en su caso adecuar el marco jurídico municipal para la regulación de comercios y servicios.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.3 Diseñar e implementar un programa para verificar las condiciones y mantenimiento de equipos de combustión y buenas prácticas sobre manejo de gas y otros combustibles en establecimientos de jurisdicción municipal.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.4 Promover el uso de combustibles limpios y eficiente el uso de la energía.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.5 Analizar la factibilidad de establecer áreas para sectores económicos específicos.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.6 Diseñar e implementar un programa de reducción de emisiones en comercios y servicios.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.7 Elaborar e implementar un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.	SEMARNAT, IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.8 Implementar un programa de regularización de comercios y servicios.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.1.9 Instrumentar y actualizar el Sistema de Información Geográfica para establecimientos de jurisdicción municipal.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

Costo: estimado de \$2,000,000.00



## Instrumentación.

El Municipio de León a través de las áreas administrativas involucradas de acuerdo a sus reglamentos, instrumentará un Sistema de Información Geográfica que permita actualizar anualmente el número de establecimientos de jurisdicción municipal para su regulación.

## Actores involucrados.

Las áreas administrativas del municipio que de acuerdo a reglamentos correspondan: Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Protección al Ambiente, Dirección General de Urbanismo, IMPLAN, Secretaría de Seguridad Pública, Dirección de Protección Civil.

### 6.3.2 Reducir las emisiones generadas por hornos ladrilleros.

#### Objetivo.

Reducir las emisiones provenientes de los procesos de combustión en hornos ladrilleros.

#### Justificación.

Actualmente operan en el municipio de León alrededor de 300 hornos ladrilleros que no cumplen con la normatividad estatal, lo que hace necesario contar con un programa específico para el fortalecimiento del sector ladrillero que origine el cumplimiento de la normatividad estatal, siendo su aportación principal a la emisión de partículas.

#### Beneficios esperados.

- Disminuir emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Regular la operación de hornos ladrilleros.
- Mejorar el proceso de elaboración del ladrillo cocido.
- Fortalecer el sector ladrillero en el ámbito productivo y empresarial.

## 6.- Medidas a implementar

### Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.3.2.1 Contar con el padrón del 100% de hornos ladrilleros asentados en el municipio.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.2.2 Tener un diagnóstico actualizado de la industria ladrillera en el municipio.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.2.3 Actualizar la Norma Técnica NTE-IEG-001/98.	IEE					
6.3.2.4 Realizar visitas de verificación y de inspección hasta cubrir el 100% de las ladrilleras.	PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.3.2.5 Analizar la factibilidad de destinar áreas específicas para la fabricación de ladrillo y en su caso la reubicación de hornos.	Municipio <sup>a</sup> , IEE					
6.3.2.6 Actualizar el reglamento para la instrumentación y aplicación del Plan Director de Desarrollo Urbano para destinar su ubicación en zona industrial.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.2.7 Diseñar e implementar un programa de capacitación para la mejora del proceso productivo y uso de combustibles limpios.	IEE, SDES, Municipio <sup>a</sup>					
6.3.2.8 Fortalecer a la industria ladrillera en el ámbito productivo y empresarial.	IEE, SDES, Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento

**Costo:** no estimado.

### Instrumentación.

Las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento realizarán el padrón y elaborarán el diagnóstico correspondiente; asimismo actualizarán el reglamento para la instrumentación y aplicación del Plan de Ordenamiento Territorial para destinar su ubicación en zona industrial. De igual forma analizará la factibilidad de destinar áreas específicas para la fabricación de ladrillo y en su caso llevará a cabo la gestión con los productores para la reubicación de hornos.

### Actores involucrados.

H. Ayuntamiento, áreas administrativas que de acuerdo al Reglamento correspondan: Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Protección al Ambiente, Dirección General de Urbanismo, Secretaría de Desarrollo Social y Humano, Secretaría de Economía, IMPLAN, Instituto de Vivienda, INUVI. Uniones de productores de la industria ladrillera. IEE, SDES, PROPAEG.



### 6.3.3 Establecer un programa para fomentar la reducción de emisiones de compuestos orgánicos totales.

#### Objetivo.

Reducir las emisiones de Compuestos Orgánicos Totales a la atmósfera generadas por fuentes de área.

#### Justificación.

En el municipio de León existe una gran variedad de actividades comerciales y de servicios orientadas principalmente a abastecer al sector industrial de productos y materias primas que contienen solventes. Dichos materiales generan emisiones de compuestos orgánicos totales, durante los procesos de manufactura y en la distribución de los mismos. Hasta ahora no se tienen cuantificadas las cantidades de distribución, ni un listado de los principales solventes que se manejan, por lo que se prevé la necesidad de determinarlo a fin de controlar su manejo y distribución.

#### Beneficios esperados.

- Disminuir la emisión de Compuestos Orgánicos Totales a la atmósfera.
- Controlar y mejorar el manejo de solventes.
- Reducir los riesgos potenciales a la salud debido al manejo inadecuado de los solventes.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.3.3.1 Elaborar un padrón de distribuidores y manejadores de solventes, en el que se identifiquen las principales sustancias utilizadas.	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.3.2 Promover programas de concientización a los usuarios sobre los daños potenciales a la salud por el uso inadecuado de los solventes	Municipio <sup>a</sup>					
6.3.3.3 Analizar la factibilidad de reglamentar a nivel municipal la comercialización, manejo y transporte de solventes.	SEMARNAT PROFEPA Municipio <sup>a</sup>					
6.3.3.4 Aplicar instrumentos de regulación de manejo de materiales peligrosos (solventes).	PROFEPA					
6.3.3.5 Fomentar el uso de productos de consumo domésticos base agua e Incentivar la disminución de solventes.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento

Costo: no estimado.



## 6.- Medidas a implementar

### Instrumentación.

El municipio a través de las áreas administrativas que correspondan deberá identificar los distribuidores y consumidores de solventes con lo que elaborará un padrón en el que se especifique ubicación, cantidad y nombre de los productos que se manejan; asimismo se analizará la factibilidad de elaborar un reglamento municipal para regulación en el transporte, manejo y comercialización de conformidad con la legislación aplicable. De igual forma se coordinará con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente para aquellos casos que por la cantidad de manejo de sustancias riesgosas sean competencia de la federación. También se deberá implementar un programa de fomento al uso de productos base agua para incentivar la disminución del uso de solventes.

### Actores involucrados.

SEMARNAT, PROFEPA y el Municipio, a través de las áreas involucradas conforme a sus reglamentos.

## 6.4 Proteger la salud de la población.

### 6.4.1 Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica en salud pública ambiental.

#### Objetivo.

Consolidar el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública Ambiental para evaluar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.

#### Justificación.

Es necesario fortalecer el Sistema de Vigilancia Epidemiológica con el fin de contar con un diagnóstico en salud, que permita implementar programas de intervención oportuna ante la presencia de factores de riesgo a la salud de la población ocasionados por la contaminación atmosférica.

#### Beneficios esperados.

Contar con información oportuna que permita realizar actividades de prevención y protección de la salud de la población, dando atención a grupos vulnerables.



### CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.4.1.1 Fortalecer el Sistema de Vigilancia Epidemiológica a través de la atención médica, de la promoción a la salud y de la vigilancia y el fomento sanitario.	SSG <sup>b</sup>					
6.4.1.2 Cuantificar el efecto de los contaminantes ambientales mediante el uso de indicadores demográficos (calidad de vida, años de vida perdidos, ausentismo laboral, ausentismo escolar)	SSG <sup>b</sup>					

<sup>b</sup> Instancias correspondientes de acuerdo a su competencia.

**Costo:** no estimado

### Instrumentación.

Los responsables de la implementación de esta medida son la Secretaría de Salud del Estado a través de la Jurisdicción Sanitaria correspondiente, en coordinación con la Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios y la Dirección General de Servicios de Salud, y realizarán las actividades de atención médica, vigilancia epidemiológica, promoción a la salud, fomento sanitario e investigación. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

### Actores involucrados.

SSG, IMSS, ISSSTE y clínicas y hospitales privados.

### 6.4.2 Impulsar proyectos de investigación sobre posibles efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica.

### Objetivo.

Contar con información oportuna sobre los posibles efectos a la salud ocasionados por la contaminación atmosférica.

### Justificación.

Es necesario contar con información que permita aplicar políticas ambientales a fin de proteger la salud de la población contra posibles riesgos ocasionados por la contaminación atmosférica.

## 6.- Medidas a implementar

### Beneficios esperados.

Tener información que permita emprender acciones para reducir los posibles efectos a la salud a corto y mediano plazo, tanto en grupos de riesgo como en la población en general.

#### Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.4.2.1 Generar información de morbilidad y mortalidad asociada a la contaminación atmosférica.	SSG <sup>b</sup>					
6.4.2.2 Diseñar programas de prevención en materia de salud.	SSG <sup>b</sup>					

<sup>b</sup> Instancias correspondientes de acuerdo a su competencia.

**Costo:** no estimado

### Instrumentación.

La Secretaría de Salud del Estado a través de la Jurisdicción Sanitaria Regional, la Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios, la Dirección General de Servicios de Salud y el Municipio coordinarán las actividades que lleven a cabo los grupos de investigación. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

### Actores involucrados.

SSG, INSP, IEE, INE y CONCYTEG.

## 6.5 Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico.

### 6.5.1 Diseñar e instrumentar un programa de educación ambiental en León.

#### Objetivo.

Crear una conciencia y cultura ambiental en la población, por medio de la implementación de un programa de educación ambiental para el municipio.



## Justificación.

El municipio de León tiene una problemática ambiental propia, debido a las características del desarrollo presentado en los últimos años, lo que demanda la necesidad de crear una conciencia ambiental en los habitantes que permita lograr el compromiso para contribuir al mejoramiento ambiental a través de cada ámbito social. Lo anterior, debe conjuntarse a través de un programa de educación ambiental.

## Beneficios esperados.

- Población atenta, participativa e informada, con cultura y conciencia ambiental de los problemas ocasionados por la contaminación del aire.
- Compromiso de los diferentes sectores para dar atención al problema de calidad del aire.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.5.1.1 Definir con los diversos sectores las necesidades de capacitación y fomento de la cultura ambiental.	IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.5.1.2 Diseñar y estructurar un programa de Educación Ambiental para León.	SEMARNAT, IEE, SEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.5.1.3 Implementar un programa de Educación Ambiental para León.	SEMARNAT, IEE, SEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.5.1.4 Evaluar el impacto del programa de educación ambiental.	IEE, SEG, Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** estimado de \$4, 000,000.00

## Instrumentación.

La integración del Programa de Educación Ambiental se realizará con la participación de los diferentes sectores involucrados a fin de establecer las estrategias y acciones específicas. Para la instrumentación será necesaria la coordinación entre los sectores educativo y ambiental de los tres órdenes de gobierno para definir y establecer compromisos para la incorporación y desarrollo de proyectos para impulsar programas específicos de educación ambiental formal e informal. A partir de la identificación de las necesidades de la población y de estudios de percepción, se diseñará la campaña de comunicación y difusión de información ambiental para incidir en el desarrollo de la conciencia ambiental. Se plantea el seguimiento permanente y la evaluación de los resultados con una periodicidad anual.

## 6.- Medidas a implementar

### Actores involucrados.

SEMARNAT, SEG, IEE, Municipio, representantes de los diversos sectores sociales, económicos y políticos del municipio de León, medios de comunicación estatales y locales, Instituciones educativas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil y población en general.

### 6.5.2 Desarrollar e implementar una estrategia de difusión y comunicación social.

#### Objetivo.

Informar a la sociedad las acciones y avances del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en León.

#### Justificación.

Los diversos sectores que integran la sociedad deben conocer el Programa para contar con información veraz y oportuna sobre el contenido y el propósito del mismo, para que participen en las acciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire.

#### Beneficios esperados.

Contar con una sociedad informada y participativa en la implementación del programa para mejorar la calidad del aire en León.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.5.2.1 Desarrollar e implementar un programa específico de difusión y comunicación social sobre las acciones del programa.	IEE, PROPAEG, SSG,  Municipio <sup>a</sup>					
6.5.2.2 Definir un esquema para la aportación de recursos económicos de cada una de las partes para implementación de un programa específico de difusión y comunicación social.	IEE, PROPAEG, SSG,  Municipio <sup>a</sup>					
1.1.1.3 Diseñar y realizar campañas informativas sobre la aplicación de las acciones comprometidas	IEE, PROPAEG,  Municipio <sup>a</sup>					
6.5.2.4 Diseñar campaña de comunicación y difusión de información ambiental.	IEE,  Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

Costo: estimado de \$10, 000,000.00



## Instrumentación.

Para la ejecución de esta acción será necesario que las autoridades de los diferentes sectores de gobierno involucrados gestionen recursos económicos para su implementación, y deberán elaborar los programas específicos de difusión, por lo que la coordinación y la participación deben ser interdisciplinarias e interdependientes para optimizar la aplicación de recursos y la obtención de resultados. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

## Actores involucrados.

IEE, PROPAEG, SSG y Municipio a través de las áreas administrativas correspondientes conforme a su reglamentación.

### 1.1.2 Impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

#### Objetivo.

Contar con instrumentos científicos y técnicos para el impulso de acciones específicas para el mejoramiento de la calidad del aire en León.

#### Justificación.

Es necesario tener herramientas científicas y técnicas que ayuden a entender el comportamiento de los contaminantes y sus posibles efectos en la salud de la población. Para ello es necesario desarrollar diferentes líneas de investigación que permitan en el corto, mediano y largo plazo entender por un lado la dinámica atmosférica de la zona, y por otro determinar las posibles afectaciones a la salud.

#### Beneficios esperados

Contar con alternativas para atender la problemática de contaminación atmosférica local, regional y global, e información para la toma de decisiones.

## 6.- Medidas a implementar

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.5.3.1 Identificar temas prioritarios de investigación a través de la coordinación de los tres órdenes de gobierno y sectores involucrados.	INE, IEE, SSG, CONCYTEG. Municipio <sup>a</sup>					
6.5.3.2 A través del comité de evaluación y seguimiento impulsar proyectos prioritarios de investigación y desarrollo tecnológico.	INE, IEE, SSG, CONCYTEG. Municipio <sup>a</sup>					
1.1.2.1 Promover e Impulsar la participación de instituciones de investigación del Estado en el desarrollo de proyectos de investigación en materia de calidad del aire.	INE, IEE, SSG, CONCYTEG. Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** no estimado.

### Instrumentación

Coordinación con dependencias y sectores involucrados para la determinación de necesidades específicas y prioridades. Se fortalecerán además las capacidades locales de investigación en temas de aire. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

### Actores Involucrados

INE, IEE, SSG, CONCYTEG, Municipio a través de las áreas administrativas correspondientes conforme a su reglamentación.

## 6.6 Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano.

### 6.6.1 Actualizar el Plan Director de Desarrollo Urbano y el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de León.

#### Objetivo.

Fomentar la planeación del desarrollo y crecimiento ordenado del municipio, a través de la integración de enfoques, métodos y procedimientos que permiten traducir las políticas de desarrollo en acciones concretas, para resolver las problemáticas específicas que experimenta el territorio.



## Justificación.

La construcción de un marco de análisis, fundamentado en los aportes teóricos de la planeación estratégica, la planeación urbano-regional, el urbanismo, y la sociología urbana, permiten replantear los modelos metodológicos que han sido utilizados hasta el momento de forma convencional en el municipio.

## Beneficios esperados.

- Tener el mapa base del territorio municipal o región sujeta a ordenamiento.
- Contar con las variables e indicadores de los subsistemas físico-biótico, demográfico-social, económico-productivo, urbano-regional y legal-administrativo.
- Contar con un mapa de unidades físico-bióticas.
- Contar con un Sistema de Información Geográfica y Estadística que facilite el desarrollo del Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.6.1.1 Actualizar e instrumentar el plan de ordenamiento ecológico y territorial del municipio de León, estableciendo criterios para definir los usos de suelo definidos.	IEE, SEDESOL, SEMARNAT,  IMPLAN,  Municipio <sup>a</sup>					
6.6.1.2 Implementar, operar y actualizar el sistema de indicadores de monitoreo y evaluación del Plan de Ordenamiento Ecológico y Territorial.	IMPLAN,  Municipio <sup>a</sup>					
6.6.1.3 Instaurar el Comité Municipal de Evaluación y Seguimiento del Plan de Ordenamiento Ecológico y Territorial.	Municipio <sup>a</sup>					
6.6.1.4 Elaborar, publicar y aplicar el Plan de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de León, Gto.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Las áreas administrativas del Municipio que de acuerdo al reglamento correspondan.

**Costo:** estimado de \$1, 500,000.00

## Instrumentación.

Resulta fundamental realizar el Plan de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio a escalas cartográficas de 1:5000 para los principales centros urbanos y 1:50000 para el resto del territorio, cuyo horizonte de planeación sea de 10 años, en función de la dinámica actual de dicho territorio y en congruencia con los Ordenamientos Ecológico y Territorial del Estado de Guanajuato.



## 6.- Medidas a implementar

Asimismo, es necesaria la coordinación entre las tres instancias de gobierno en materia de ordenamiento ecológico y territorial, y con los diferentes sectores de la sociedad organizada, para definir y establecer un programa de acciones concertadas que permitan dirigir la ocupación y el aprovechamiento del territorio, desde un enfoque sistémico.

### Actores involucrados.

SEDESOL, SEMARNAT, IEE y áreas administrativas del municipio responsables de acuerdo a reglamento.

### 6.6.2 Reducir las emisiones generadas en la preparación de terrenos agrícolas.

#### Objetivo.

Promover las técnicas de labranza de conservación y siembra directa para disminuir las emisiones de partículas, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, generadas por la quema de esquilmos agrícolas.

#### Justificación.

La preparación rápida de las tierras para aprovechar el nuevo ciclo agrícola, propicia la quema de esquilmos en los campos de cultivo, lo que ocasiona la pérdida de las propiedades del suelo, así como emisiones contaminantes a la atmósfera; por lo cual se vuelve prioritario aplicar acciones para controlar y prevenir dicha práctica.

#### Beneficios esperados.

- Disminución de concentración de partículas suspendidas.
- Aumento de la materia orgánica del suelo, mejorando su fertilidad.
- Mejor absorción del agua, además de una mejor conservación de la humedad, reduciendo el número de riegos.
- Obtención de ingresos económicos adicionales por la comercialización de los esquilmos.
-



Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.6.2.1 Elaborar e implementar un programa de capacitación y fomento a productores agrícolas sobre buenas prácticas de labranza de conservación.	SAGARPA, SDA, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.2.2 Atualizar Norma Estatal de Esquilmos NTA-IEG-005/2000.	IEE					
6.6.2.3 Vigilar que los agricultores del municipio cumplan con la norma NTA-IEG-005/2000 y con la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-1997.	PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.2.4 Actualizar el esquema de sanciones, que condicione el otorgamiento de incentivos existentes en los programas de apoyo agropecuario a la no quema de esquilmos.	SDA, PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.2.5 Fomentar el aprovechamiento y la comercialización de los esquilmos.	SDES, SDA, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.2.6 Fomentar la rotación de cultivos.	SDA, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.2.7 Detener el avance de frontera agrícola en zonas de laderas.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Las áreas administrativas del Municipio que de acuerdo al reglamento correspondan.

**Costo:** No estimado.

**Instrumentación.**

Para la implementación de esta medida es necesario generar una conciencia ambiental sobre el impacto que ocasiona esta práctica, tanto en la calidad del aire, del suelo y en la salud de la población, para lograr el convencimiento de los productores y por ende, prevenir y evitar la quema del esquilmo. Para ello se tendrá que promover la coordinación con las dependencias de los tres órdenes de gobierno enfocados al fortalecimiento del campo, para establecer un programa transversal que conlleve a la reducción de la quema de esquilmos, a través de la capacitación. Asimismo, se requiere asegurar la aplicación estricta de la normatividad vigente y fortalecer las acciones de inspección. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

**Actores involucrados.**

SAGARPA, SDA, PROPAEG, IEE, las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento: Secretaría de Desarrollo Social y Humano, Dirección General de Desarrollo Rural Sustentable, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Protección al Ambiente.



## 6.- Medidas a implementar

### 6.6.3 Restaurar y conservar los recursos naturales en las Áreas Naturales Protegidas de Sierra de Lobos y Parque Metropolitano.

#### Objetivo.

Mejorar las condiciones de la vegetación e incrementar la cobertura vegetal, para prevenir la erosión eólica e hídrica y reducir la emisión de partículas a la atmósfera.

#### Justificación.

Sierra de Lobos presenta problemas de deforestación y erosión, con la consecuente emigración de especies de fauna y la ocurrencia de corrientes torrenciales, provocando inundaciones aguas abajo. Estos problemas se deben al uso inadecuado del suelo, actividades agrícolas, ganaderas y de libre pastoreo, la silvicultura y la minería. Asimismo esta Área Natural es una importante zona de recarga de acuíferos que cuenta con familias de plantas, entre las que se destacan el encino, encino-pino y matorrales subinermes.

Por otra parte el Parque Metropolitano está ocupado en gran parte de su extensión por la presa El Palote cuya función es ser un vaso regulador de escurrimientos pluviales provenientes de las microcuencas de captación original de la Sierra, y tiene una capacidad de 8.5 millones de metros cúbicos. Además cuenta con 62 especies vegetales, tanto nativas como introducidas, entre las cuales se encuentran mezquites, ceibas, pirules chinos y cedros, entre otras.

#### Beneficios esperados.

- Disminución de las emisiones de partículas.
- Fijación de carbono, producción de oxígeno y mejoramiento del hábitat de la vida silvestre en general.
- Reducción del riesgo de incendios forestales.
- Mitigación de los procesos erosivos y de deterioro del suelo.



Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.6.3.1 Realizar diagnóstico en el ANP Sierra de Lobos para determinar la capacidad de fijación de carbono.	SEMARNAT, CONAFOR, IEE, SDA.					
6.6.3.2 Elaborar e implementar un programa para la fijación de carbono en Sierra de Lobos.	SEMARNAT, CONAFOR, IEE, SDA.					
6.6.3.3 Colectar germoplasma de especies de flora de la zona y propagación en el vivero municipal, para su posterior plantación en zonas degradadas.	CONAFOR, IEE, SDA, ANP Municipio <sup>a</sup> .					
6.6.3.4 Reforestar con especies nativas zonas con erosión severa.	CONAFOR, IEE, SDA, ANP Municipio <sup>a</sup> .					
6.6.3.5 Realizar obras de conservación de suelo y agua en sitios estratégicos.	CONAFOR, IEE, SDA, ANP Municipio <sup>a</sup> .					

<sup>a</sup> Las áreas administrativas del Municipio que de acuerdo al reglamento correspondan.

Costo: estimado de \$5, 000,000.00

### Instrumentación.

El Municipio y el Instituto de Ecología del Estado promoverán la coordinación de las Dependencias involucradas para el diagnóstico y el programa de fijación de carbono en Sierra de Lobos y gestionarán la concurrencia de recursos económicos. Las acciones del Programa de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas de Sierra Lobos y Parque Metropolitano se implementarán en coordinación con el municipio de León y las asociaciones civiles. El Instituto de Ecología del Estado proporcionará asesoría técnica, supervisará y realizará las gestiones que en su caso se requieran para su desarrollo.

### Actores involucrados.

SEMARNAT-CONAFOR, SDA, IEE y áreas municipales que correspondan de acuerdo a Reglamentos.

### 6.6.4 Reducir las emisiones de partículas generadas en los suelos sin cubierta vegetal, caminos sin pavimentar y bancos de material.

### Objetivo.

Mitigar las emisiones de partículas generadas por suelos sin cubierta vegetal, caminos sin pavimentar y bancos de materiales.

## 6.- Medidas a implementar

### Justificación.

Las calles y caminos sin pavimentar contribuyen con el 89% de las partículas emitidas en el municipio. Aunado a ello, las áreas recreativas y de donación, que se encuentran en toda la zona urbana del municipio sin cubierta vegetal se convierten en fuentes de generación de tolvaneras. Asimismo existen en el municipio, grandes extensiones de suelos degradados, calizos y sin cubierta vegetal, así como terrenos agrícolas abandonados; además, actividades productivas como la explotación de bancos de materiales, el pastoreo y la ganadería semiestabulada han originado suelos susceptibles de erosión, lo que contribuye a elevar la concentración de partículas en el aire.

### Beneficios esperados.

- Disminuir las concentraciones de partículas.
- Reducir el riesgo de incendios.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.6.4.1 Elaborar diagnóstico de áreas erosionadas, suelos sin cubierta vegetal y bancos de material de la zona urbana y aledaña del municipio.	IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.2 Elaborar diagnóstico de caminos sin pavimentar en el municipio.	Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.3 Elaborar e implementar un programa de regulación de bancos de materiales.	IEE, PROPAEG, Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.4 Identificar áreas que fueron destinadas para parques, zonas recreativas, camellones y campos deportivos desprovistas de vegetación.	Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.5 Pavimentar 150,000 m <sup>2</sup> por año.	Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.6 Mantener 310 hectáreas de áreas verdes y acondicionar 50 hectáreas desprovistas de vegetación.	Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.7 Establecer un programa de conservación y mantenimiento permanente de las áreas verdes del municipio, en el que se consideren criterios de viabilidad ecológica.	Municipio <sup>a</sup>					
6.6.4.8 Regular los bancos de material asentados en el municipio y realizar visitas de inspección y de verificación.	Municipio <sup>a</sup> , PROPAEG					
6.6.4.9 Elaborar e implementar un programa de aprovechamiento de zonas de donación.	Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Las áreas administrativas del Municipio que de acuerdo al reglamento correspondan.

**Costo:** estimado de \$95,000,000.00 para áreas desprovistas de vegetación, \$130,000,000.00 para caminos sin pavimentar y no estimado para el resto.



## Instrumentación.

Es necesaria la coordinación de las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento, de las dependencias federales y estatales, para lograr la transversalidad con programas establecidos y la elaboración de un programa específico, a fin de llevar a cabo la reforestación urbana y rural de áreas erosionadas, pavimentación de calles y caminos municipales, planeación y control de la explotación de bancos de materiales. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

## Actores involucrados.

Municipio, IEE y PROPAEG a través de las áreas administrativas responsables conforme a la reglamentación municipal: IMPLAN, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Urbanismo, Secretaría de Desarrollo Social y Humano, FIDOC (Fideicomiso de Obras por Cooperación).

## 6.7 Obtención del financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del presente programa.

### 6.7.1 Promover la creación de un esquema de financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas para mejorar la calidad del aire.

## Objetivo.

Obtener recursos adicionales a los fondos presupuestales que permitan cumplir con los compromisos establecidos.

## Justificación.

El Programa plantea medidas a mediano y largo plazo, así como programas específicos, para los cuales se requiere contar con financiamiento que garantice la suficiencia de recursos, con la finalidad de cubrir los costos de implementación y continuidad.



## 6.- Medidas a implementar

### Beneficios esperados.

- Identificar fuentes de financiamiento cuya disponibilidad no está condicionada a una autorización presupuestal anual.
- Obtener financiamiento que permita el desarrollo de las acciones.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.7.1.1 Identificar y gestionar esquemas de financiamiento existentes para el desarrollo del Programa.	Grupos de Trabajo*					
6.7.1.2 Definir el procedimiento para la preparación y financiación de proyectos integrales.	Grupos de Trabajo*					

\*Grupos de Trabajo conformados en el Comité de Evaluación y Seguimiento.

**Costo:** No estimado.

### Instrumentación.

Para la búsqueda del financiamiento será necesaria la coordinación de los gobiernos federal, estatal y municipal, instituciones educativas y de investigación, asociaciones civiles y sector privado a través de los grupos de trabajo del Comité, a fin de conocer en los diferentes ámbitos los esquemas de financiamiento existentes.

### Actores involucrados.

H. Ayuntamiento, SEMARNAT, PROFEPA, SDES, IEE, PROPAEG, SSG, MUNICIPIO, sector privado, instituciones educativas, asociaciones civiles y sociedad en general.

## 6.8 Medidas para el fortalecimiento institucional.

### 6.8.1 Fortalecer la red de monitoreo atmosférico de león.

#### Objetivo.

Garantizar la generación continua de la información sobre el comportamiento de los contaminantes atmosféricos, a través del funcionamiento adecuado de las estaciones de monitoreo.



## Justificación.

Actualmente la red de monitoreo de la calidad del aire de León está conformada por tres estaciones fijas, en donde se miden cinco contaminantes criterio. Sin embargo, se prevé la necesidad de monitorear otros contaminantes, como hidrocarburos. Asimismo, es imprescindible la capacitación del personal y el fortalecimiento continuos de controles de calidad. Por otro lado es indispensable el fortalecimiento del Centro de Control Estatal, que permita la generación continua de información validada, así como contar con herramientas para la modelación de dispersión de contaminantes y su pronóstico, además de información meteorológica.

## Beneficios esperados.

- Contar con información oportuna de la calidad del aire de León.
- Tener un pronóstico sobre la calidad del aire, que permita la toma de decisiones oportuna.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.8.1.1 Fortalecer los controles de calidad establecidos para la operación de las estaciones, garantizando el funcionamiento continuo y adecuado de los equipos de monitoreo.	IEE, UTL, Municipio <sup>a</sup>					
6.8.1.2 Establecer e implementar un programa de capacitación en monitoreo atmosférico a personal operativo de la red.	INE, IEE, UTL					
6.8.1.3 Determinar la necesidad de ampliación del monitoreo para contaminantes específicos	INE, IEE Municipio <sup>a</sup> .					
6.8.1.4 Aplicar metodologías adecuadas para el manejo de software y garantía de validación de la información de monitoreo atmosférico.	INE, IEE					
6.8.1.5 Realizar modelación y pronóstico de los contaminantes en el municipio	IEE, INE, CCAUG					

<sup>a</sup> Las áreas administrativas del Municipio que de acuerdo al reglamento correspondan.

**Costo:** no estimado.

## Instrumentación.

Mediante la coordinación del Instituto Nacional de Ecología (INE) a través del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA), el Instituto de Ecología del Estado, y la Universidad Tecnológica de León (UTL) se determinará la necesidad de ampliar la red del Centro de Control Estatal de Calidad del Aire, así como las necesidades de monitoreo de otros contaminantes, que permitan tener un diagnóstico más preciso sobre la calidad del aire en el municipio. Además se fortalecerá la capacitación del personal operativo y del Centro de Control Estatal de Calidad del Aire a fin de consolidar los criterios de validación de la información, se comenzará a realizar la modelación, tanto de comportamiento de los contaminantes como de las variables meteorológicas, en coordinación con el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Guanajuato. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.



## 6.- Medidas a implementar

### Actores involucrados.

INE, IEE, UTL, CCAUG, áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo a Reglamentos.

### 6.8.2 Actualizar el inventario de emisiones.

#### Objetivo.

Evaluar el impacto de las medidas implementadas mediante una herramienta dinámica.

#### Justificación.

Es necesario mantener actualizado el Inventario de Emisiones en el municipio de León, a fin de contar con un instrumento que permita identificar y cuantificar el impacto de las emisiones generadas por cada una de las fuentes. Con ello se podrá evaluar la eficacia de las medidas implementadas, y reorientar las líneas de acción de acuerdo al tipo de contaminante y fuente generadora. Asimismo es necesario que se tenga mayor precisión en la clasificación de las fuentes por sector, y lograr una distribución espacial y temporal. Esta información servirá como insumo para modelación y pronóstico de la dispersión de los contaminantes atmosféricos.

#### Beneficios esperados.

- Contar con información específica para evaluar el impacto de las medidas implementadas.
- Generar proyecciones de escenarios futuros.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.8.2.1 Mantener actualizado el inventario de emisiones.	SEMARNAT, IEE, Municipio <sup>a</sup>					
6.8.2.2 Proyectar escenarios futuros sobre emisiones en el Municipio.	SEMARNAT, IEE, Municipio <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** estimado \$1, 500,000.00



## Instrumentación.

Mediante la coordinación de la SEMARNAT, IEE y las áreas administrativas del municipio que de acuerdo al reglamento correspondan, se hará la planeación del desarrollo del inventario; se pretende hacer la actualización para los años base 2008 y 2011, a fin de contar con información actualizada de INEGI y tener una mayor representatividad en los resultados, debido a que una de las fuentes importantes de la información para la elaboración de estos inventarios, es la generada en los censos de población y vivienda realizados cada cinco años. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

## Actores involucrados.

SEMARNAT, IEE, las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

### 6.8.3 Promover la revisión de normatividad existente e impulsar la creación de nuevas normas.

#### Objetivo.

Contar con un marco jurídico vigente y actualizado cuya aplicación permita controlar y regular las emisiones contaminantes atmosféricas específicas del municipio.

#### Justificación.

El desarrollo de las ciudades es más acelerado que la evolución de los mecanismos existentes para controlar y regular los impactos ambientales sinérgicos ocasionados por el crecimiento. Por ello, se genera la necesidad de contar con instrumentos de regulación y control acordes a las necesidades y desarrollo actuales. Por lo anterior, es necesario actualizar la normatividad vigente y desarrollar nuevos instrumentos que permitan medir, contrastar y regular ciertas emisiones hasta el momento no controladas.

#### Beneficios esperados.

- Contar con ordenamientos de regulación, inspección y vigilancia actualizados.
- Contar con especificaciones nuevas para regular contaminantes atmosféricos que actualmente no se controlan.
- Impulsar la creación de normatividad específica en base a la problemática del Municipio.



## 6.- Medidas a implementar

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2008	2009	2010	2011	2012
6.8.3.1 Impulsar la revisión y actualización del marco normativo, así como la creación de nuevas normas	SEMARNAT, PROFEPA, IEE, PROPAEG, Municipio <sup>a</sup> , IES					

<sup>a</sup> Áreas administrativas del Municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

**Costo:** no estimado.

### Instrumentación.

A través del Comité de Seguimiento y Evaluación se definirán diversos criterios y lineamientos específicos a fin de definir objetivos y temas a desarrollar de acuerdo a la problemática del Municipio.

### Actores involucrados.

SEMARNAT, PROFEPA, IEE, PROPAEG, SSG, IES y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a la reglamentación municipal.



## 6.9 Resumen de Medidas

Estrategia	Medida	Costo estimado	Actores involucrados
6.1 Reducción de emisiones generadas por vehículos automotores.	6.1.1 Fortalecer el programa de verificación vehicular en el municipio.	2,500,000.00	IEE, PROPAEG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.1.2 Organizar la estructura vial y transporte público y privado.	No estimado	Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.1.3 Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y de pasajeros.	1,500,000.00	SCT, SEMARNAT, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.1.4 Implementar el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes para el transporte público y privado del municipio.	1,000,000.00	Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.1.5 Implementar programas de transporte sustentable para tener acceso a proyectos de mecanismos de desarrollo limpio.	No estimado	Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
6.2 Reducir las emisiones provenientes del sector industrial	6.2.1 Fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en industrias de jurisdicción federal y estatal.	No estimado	SEMARNAT, PROFEPA, IEE, PROPAEG, SSG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.2.2 Implementar programas de reducción de emisiones de Compuestos Orgánicos Totales (COT).	No estimado	SEMARNAT, PROFEPA, IEE, PROPAEG, CONCYTEG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
6.3 Reducir las emisiones generadas por las fuentes de área.	6.3.1 Regular los establecimientos de jurisdicción municipal.	2,000,000.00	SEMARNAT, IEE, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.3.2 Reducir las emisiones generadas por hornos ladrilleros.	No estimado	IEE, PROPAEG, SDES, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.3.3 Establecer un programa para fomentar la reducción de emisiones de compuestos orgánicos totales.	No estimado	SEMARNAT, PROFEPA, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
6.4 Proteger la salud de la población.	6.4.1 Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica en salud pública ambiental.	No estimado	SSG, IMSS, ISSSTE y clínicas y hospitales privados.
	6.4.2 Impulsar proyectos de investigación sobre posibles efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica.	No estimado	SSG, INSP, IEE, INE y CONCYTEG.

## 6.- Medidas a implementar

Estrategia	Medida	Costo estimado	Actores involucrados
6.5 Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico	6.5.1 Diseñar e instrumentar un programa de educación ambiental en León.	\$4,000,000.00	SEMARNAT, IEE, SEG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.5.2 Desarrollar e implementar una estrategia de difusión y comunicación social.	\$10,000,000.00	IEE, PROPAEG, SSG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.5.3 Impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.	No estimado	INE, IEE, SSG, CONCYTEG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
6.6 Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano.	6.6.1 Actualizar el Plan Director de Desarrollo Urbano y el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de León.	\$1,500,000.00	SEMARNAT, SEDESOL, IEE, IMPLAN, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.6.2 Reducir las emisiones generadas en la preparación de terrenos agrícolas.	No estimado	SAGARPA, SDA, IEE, PROPAEG, SDES, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.6.3 Restaurar y conservar los recursos naturales en las Áreas Naturales Protegidas de Sierra de Lobos y Parque Metropolitano.	\$5,000,000.00	SEMARNAT, CONAFOR, IEE, SDA, ANP, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.6.4 Reducir las emisiones de partículas generadas en los suelos sin cubierta vegetal, caminos sin pavimentar y bancos de material.	\$225,000,000.00	IEE, PROPAEG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
6.7 Obtención del financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del presente programa.	6.7.1 Promover la creación de un esquema de financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas para el mejoramiento de la calidad del aire.	No estimado	Grupos de Trabajo conformados en el Comité de Evaluación y Seguimiento.
	6.8.1 Fortalecer la red de monitoreo atmosférico de León.	No estimado	INE, IEE, UTL, CCAUG, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
	6.8.2 Actualizar el inventario de emisiones.	\$1,500,000.00	SEMARNAT, IEE, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.
6.8 Medidas para el fortalecimiento institucional.	6.8.3 Promover la revisión de normatividad existente e impulsar la creación de nuevas normas.	No estimado	SEMARNAT, PROFEPA, IEE, PROPAEG, IES, Áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento.

7. Seguimiento y evaluación

8. Financiamiento





## 7. Seguimiento y evaluación.

Para lograr el éxito del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en León 2008-2012, es indispensable definir los mecanismos de evaluación y seguimiento. Para ello, se contará con el apoyo de todos los sectores involucrados, entre los cuales se definirán los responsables de llevar a cabo dichas acciones.

Así, se prevé la creación de un Comité de Seguimiento y Evaluación (CSE), que se encargue de la supervisión general y seguimiento del programa. Dicho Comité estará coordinado por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, y se conformará por representantes de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Secretaría de Salud del Estado, Secretaría de Educación del Estado, Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado, Gobierno Municipal de León, así como integrantes de Instituciones de Educación Superior, Institutos de Investigación y Organizaciones de la Sociedad Civil del Estado de Guanajuato.

Para garantizar la operatividad del CSE se integrarán ocho grupos de trabajo, que permitan la implementación de las estrategias establecidas a través del cumplimiento de las acciones comprometidas; cada grupo tendrá un responsable y quedará de la siguiente manera:

Grupo	Estrategias	Responsable
1	Reducción de emisiones generadas por vehículos automotores.	Municipio
2	Reducción de emisiones provenientes del sector industrial.	SEMARNAT
3	Reducción de emisiones generadas por el sector de comercio y servicios.	Municipio
4	Protección y prevención a la salud de la población.	SSG
5	Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico.	IEE
6	Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano.	Municipio
7	Buscar el financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del presente Programa.	Municipio
8	Medidas para el fortalecimiento institucional.	IEE

Los responsables de cada grupo de trabajo realizarán el seguimiento de cada una de las medidas acordadas y deberán aplicar los indicadores definidos para cada estrategia; asimismo, deberán entregar un informe semestral de cumplimiento y avances al CSE. Éste deberá reunirse al menos cada seis meses y tendrá como funciones principales:



## 7. Seguimiento y evaluación

- Recopilar y revisar los informes semestrales de cumplimiento y avances.
- Evaluar, fortalecer y reorientar en su caso los objetivos, metas y acciones del programa de acuerdo a los resultados obtenidos.
- Identificar y proponer estrategias de prevención y reducción de la contaminación del aire en la región, de acuerdo a las evaluaciones realizadas.
- Impulsar la integración de políticas ambientales locales y regionales que permitan el cumplimiento y la continuidad del Programa.
- Elaborar un informe anual sobre los avances de las medidas y acciones incluidas.
- Dar seguimiento, evaluar y difundir los resultados del Programa en todos los sectores de la sociedad.

El CSE convocará a los diversos sectores que participan en la implementación del Programa para establecer grupos de trabajo. Para el buen funcionamiento de éstos, se deberá nombrar un representante de cada instancia involucrada de acuerdo a las medidas consideradas para cada grupo, de manera que participe permanentemente y verifique el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

### 7.2 Desarrollo de Indicadores de desempeño.

Para la evaluación efectiva de este Programa será necesario definir indicadores que permitan conocer el impacto de las medidas implementadas, por lo cual será necesario contar con ellos para el primer informe del CSE.

Estos indicadores deben contar con características mínimas que permitan evaluar objetivamente las medidas; las cuales variarán dependiendo de la información con la que se cuente para desarrollarlos, debiendo:

- Ser representativos y comprensibles.
- Ser sensibles a cambios.
- Ser confiables y relevantes.
- Permitir fijar objetivos y metas.
- Ser comparables.
- Favorecer la interrelación entre ellos.
- Contar con una cobertura geográfica.
- Contar con validez técnica.
- Considerar el costo-beneficio de su implementación.
- Permitir la predicción.



## 8. Financiamiento.

Es claro que los beneficios ambientales recibidos de la naturaleza no son gratuitos y que conservarlos tiene un costo, el cual debe asumirse. Los recursos invertidos en la operación de programas, infraestructura y sistemas para la prevención y remediación de la contaminación es lo menos que demanda la naturaleza. No admitir y disponer de esos recursos, tendrá costos cada vez más elevados para la sociedad.

Por ello, se plantea la necesidad de atraer financiamientos existentes en los diferentes fondos ambientales para el cumplimiento de las medidas.

### 8.1 Oportunidades de Financiamiento.

Actualmente se conocen diversos esquemas de financiamiento (FIPREV, FOAM, FOGAMA, etc.) que permiten el desarrollo de proyectos para el mejoramiento ambiental, y en función de las prioridades que se encuentren en términos de eficiencia energética, mejora tecnológica para la reducción y control de emisiones contaminantes al aire, se deberá buscar el que satisfaga dichas características.

Las principales instituciones internacionales de financiamiento son: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC) y Banco Mundial (BM), actualmente cooperan con las autoridades mexicanas apoyando programas y prestando asistencia técnica para la preparación de los proyectos en materia ambiental. Una de las condicionantes para el uso de estos recursos crediticios es la recuperación de las inversiones. Para aquellos programas ambientales donde no es posible lograr una recuperación total de la inversión requerida para su instrumentación, se debe estudiar la posibilidad de ejecutar una parte del financiamiento mediante donación, esto es posible mediante la realización de estudios de factibilidad.

El Fondo Global Ambiental (GEF) que maneja el Banco Mundial, aporta recursos para financiar estudios que permiten diseñar acciones de abatimiento de gases de efecto invernadero y proyectos que requieren un apoyo económico marginal para darles competitividad en el mercado. Otro organismo que aporta el dinero necesario para financiar este tipo de estudios y proyectos es la agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA), la cual puede proporcionar recursos económicos en forma directa a través de asociaciones y apoyos con empresas u organismos especializados. Además, existen varias organizaciones y agencias de desarrollo de países interesados en la cooperación técnica y financiera, como GTZ de Alemania, JICA de Japón y el Fondo Francés para el Medio Ambiente.



## **8. *Financiamiento***

Asimismo, en México y en el Estado de Guanajuato se cuenta también con organismos financieros de la investigación, CONACYT y CONCYTEG además del Fondo Mixto para Guanajuato y el Fondo Sectorial con SEMARNAT, como posibles fuentes de apoyo para realizar proyectos relacionados con la mejora del medio ambiente en cualquier nivel de desarrollo: ciencia básica, ciencia aplicada o desarrollos tecnológicos.

El objetivo primordial de los esquemas de financiamiento será la conciliación de la necesidad de diseño y puesta en marcha de mecanismos flexibles, que cubran nuevas temáticas de los problemas de calidad del aire, con la facilitación del otorgamiento de financiamientos, principalmente para los sectores productivos, ofreciendo tasas competitivas y soluciones integrales. El diseño e implementación de esta tarea tendrá que ser un trabajo conjunto entre los órdenes de gobierno y las instituciones de banca de desarrollo de nuestro país.

**Anexos**





## Anexo I. Glosario de términos y acrónimos.

### Términos.

**Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).** Contaminante producido durante el proceso de combustión de los combustibles con contenido de azufre.

**Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).** Gas inorgánico compuesto por dos moléculas de oxígeno y una de carbono. Este gas no tiene color, olor ni sabor y se produce por la respiración de los seres vivos y cuando se queman combustibles fósiles.

**Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).** Contaminante generado cuando el nitrógeno contenido en los combustibles y en el aire es oxidado en un proceso de combustión.

**Calidad del aire.** Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente.

**Combustión.** Proceso de oxidación rápida de materiales inorgánicos acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.

**Compuestos orgánicos volátiles (COV).** Incluye un amplio grupo de sustancias individuales como los hidrocarburos (alcanos, alquenos y aromáticos), compuestos halogenados (tricloroetileno) y compuestos oxigenados (alcoholes, aldehídos y cetonas). Todos son compuestos orgánicos de carbono y poseen una volatilidad suficiente para existir como vapores en la atmósfera.

**Concentración.** Cantidad relativa de una sustancia específica mezclada con otra sustancia generalmente más grande; por ejemplo: 5 partes por millón de monóxido de carbono en el aire. También se puede expresar como el peso del material en proporción menor que se encuentra dentro de un volumen de aire o gas, esto es, en miligramos del contaminante por cada metro cúbico de aire.

**Contaminación.** Presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables. En otros términos, es la alteración hecha o inducida por el hombre a la integridad física, biológica, química y radiológica del medio ambiente.

**Contaminante.** Sustancia o elemento que, al incorporarse y actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento del ambiente, altera o modifica su composición, afecta la salud o impide su utilización como recurso.

**Contaminante del aire.** Sustancia en el aire que, en alta concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales.

**Contingencia ambiental.** Situación de riesgo por la presencia de altas concentraciones de contaminantes criterio en el aire, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que pueden poner en peligro la salud de la población y afectar a los ecosistemas.

**Control de emisiones.** Conjunto de medidas tendentes a provocar la reducción en las emisiones de contaminantes al aire.

**Dispersión.** Fenómeno que determina la magnitud de la concentración resultante y el área de impacto, en el cual los contaminantes se van a dispersar y diluir según las condiciones meteorológicas y geográficas del lugar donde fueron liberados o generados.

**Emisión.** Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de chimeneas y otros conductos de escape de las áreas industriales, comerciales y residenciales, así como de los vehículos automotores, locomotoras o escapes de aeronaves y barcos.

**Estación de monitoreo.** Conjunto de elementos técnicos diseñados para medir la concentración de contaminantes en el aire en forma simultánea con el fin de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

**Estándares.** Especificación técnica aprobada por un cuerpo reconocido a nivel nacional, regional o internacional habitualmente en forma de documento disponible para el público, elaborada con el consenso de la aprobación general de todos los intereses afectados con base en resultados científicos consolidados, en la tecnología y en la experiencia, todo con el objeto de promover beneficios óptimos para la comunidad.

**Factor de emisión.** Relación entre la cantidad de contaminación producida y la cantidad de materias primas procesadas o energía consumida. Por ejemplo, un factor de emisión para una siderúrgica.

**Fracción respirable.** Partículas cuyo tamaño es menor a 10 micrómetros y pueden introducirse sin ningún obstáculo al interior del sistema pulmonar hasta los alvéolos.

**Gas Natural.** Mezcla de gases usada como combustible. Se obtiene de ciertas formaciones geológicas subterráneas. El gas natural es la mezcla de hidrocarburos de bajo peso molecular como el propano, metano, butano y otros.

**Hidrocarburos.** Compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno en combinaciones muy variadas. Se encuentran especialmente en los combustibles fósiles. Algunos de estos compuestos son contaminantes peligrosos del aire por ser carcinógenos; otros son importantes por su participación en la formación del ozono a nivel del aire urbano.

**Impacto Ambiental.** Es cualquier cambio ocasionado por una acción o proyecto, sobre la salud y seguridad humana, flora, fauna, suelo, aire, agua, clima, el uso actual de los suelos y recursos para los propósitos tradicionales de los pueblos indígenas, o estructuras físicas, lugares u objetos que tengan relevancia histórica, arqueológica, paleontológica o arquitectónica, o la interacción entre estos factores, también incluye los cambios sobre la herencia cultural o las condiciones socioeconómicas que resulten de esos factores.

**Industria.** Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención de uno o varios productos a partir de la transformación de los recursos naturales.

**Inventario de emisiones.** Un listado, por fuente, de la cantidad y tipo de contaminantes descargados al aire en una comunidad.

**Geomorfología.** Rama de la geografía física que estudia de manera descriptiva y explicativa el relieve de la Tierra, el cual es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo geomorfológico.



**Sustrato.** El sustrato es cualquier sustancia orgánica o inorgánica sobre las que actúan las enzimas produciendo su modificación en productos finales de la reacción.

**Monitoreo.** Supervisión o comprobación periódica o continua, para determinar el grado de cumplimiento de requerimientos establecidos sobre niveles de contaminación en varios medios bióticos.

**Monóxido de carbono (CO).** Gas venenoso, incoloro e inodoro, producido por la oxidación incompleta de combustibles de origen fósil.

**Morbilidad.** Cualquier desviación, subjetiva u objetiva, de un estado de bienestar fisiológico o psicológico. En este sentido, el malestar, la enfermedad y la condición de morbilidad se definen de manera similar y según la Organización Mundial de la Salud, puede medirse en tres términos: personas enfermas, enfermedad y duración.

**Ozono.** Oxidante fotoquímico que se produce por la reacción entre hidrocarburos reactivos, óxidos de nitrógeno y la intensidad de la radiación solar.

**Parámetro.** Cantidad medida o ponderada sobre un indicador ambiental.

**Parque vehicular.** Cantidad de vehículos automotores que circulan en un asentamiento humano.

**Partículas.** Contaminante generado por los procesos de combustión, calentamiento, producción, transporte y manipulación de materiales pulverizados, está constituido por cenizas, humos, polvos, metales, etc. Su principal fuente emisora es la industria que cuenta con calderas, hornos, incineradores, etc., al igual que los vehículos automotores que utilizan diesel. Como fuentes naturales se encuentran las áreas erosionadas, áreas sin pavimentación, emisiones volcánicas, etc. Las partículas en el aire se pueden medir como PST o  $PM_{10}$ .

**Partículas fracción inhalable ( $PM_{10}$ ).** Estándar para la medición de la concentración de partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera cuyo diámetro es igual o inferior a 10 micrómetros y que dictan el comportamiento de las partículas dentro de los pulmones: las partículas más pequeñas  $PM_{10}$  penetran a las partes más profundas del pulmón, por estudios clínicos y epidemiológicos se les ha encontrado ser la causa que afecta a grupos de población sensibles tales como niños e individuos con enfermedades respiratorias.

**Partículas fracción inhalable ( $PM_{2.5}$ ).** Estándar para la medición de la concentración de partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera cuyo diámetro es igual o inferior a 2.5 micrómetros y que dictan el comportamiento de las partículas dentro de los pulmones: las partículas más penetran a las partes más profundas de los alvéolos, por estudios clínicos y epidemiológicos se les ha encontrado ser la causa que afecta a grupos de población sensibles tales como niños e individuos con enfermedades respiratorias.

**Partículas suspendidas totales (PST).** Cualquier material que exista en estado sólido o líquido en la atmósfera, cuyo diámetro aerodinámico es mayor que las moléculas individuales pero inferior a 100  $\mu m$ .

**Protección al ambiente.** Conjunto de políticas y medidas aplicadas para preservar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar su deterioro.

**Radiación.** Propagación de energía, ya sea en forma de partículas veloces o de ondas, a través de la materia y el espacio.

**Radiación ultravioleta.** Radiación electromagnética con longitudes de onda menores a aquellas de la luz visible, pero mayores a los rayos X.

**Recurso natural.** Elemento natural de los ecosistemas susceptible o no de ser aprovechado en beneficio del hombre.

**Reforestación.** Acto de plantar árboles en áreas donde ya había existido vegetación.

**Sistema Nacional de Monitoreo.** Conjunto de estaciones e instrumentos de medición automatizada de la calidad del aire.

**Sustrato.** El sustrato es cualquier sustancia orgánica o inorgánica sobre las que actúan las enzimas produciendo su modificación en productos finales de la reacción.

**Suelo.** Mezcla compleja de pequeñas partículas de roca, minerales, organismos, aire y agua. Cuerpo dinámico que cambia continuamente en respuesta a condiciones climáticas, vegetación, topografía local, material que le dio origen, edad, uso o abuso humano.

**Sustentabilidad.** Condición del manejo de los recursos naturales con el propósito de asegurar tomas de decisiones sostenidas y ambientalmente racionales; que al ponerlas en práctica, permiten que el proceso de desarrollo económico y social continúe en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

**Urbanización.** Dotación de servicios básicos a una comunidad carente de ellos, o a un área donde se pretende construir un asentamiento humano.

**Uso de Suelo.** Término que en planeación urbana designa el propósito específico que se asigne a la ocupación o empleo de un terreno.



## Acrónimos.

<b>CCAUG</b>	Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Guanajuato.
<b>CENICA</b>	Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.
<b>CONCYTEG</b>	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato.
<b>CONACYT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
<b>FIDOC</b>	Fideicomiso de Obras por Cooperación.
<b>FIPREV</b>	Fondo para Proyectos de Prevención de la Contaminación.
<b>FOAM</b>	Fondo para el Mejoramiento y Descentralización Ambiental.
<b>FOGAMA</b>	Fondo Guanajuato de Mejoramiento Ambiental.
<b>IEE</b>	Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
<b>IES</b>	Instituciones de Educación Superior.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología.
<b>INSP</b>	Instituto Mexicano de Salud Pública.
<b>LAU</b>	Licencia Ambiental Única.
<b>LF</b>	Licencia de Funcionamiento.
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
<b>PROPAEG</b>	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato.
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Ganadería Agricultura Pesca y Alimentación.
<b>SCT</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
<b>SDES</b>	Secretaría de Desarrollo Económico.
<b>SDA</b>	Secretaría de Desarrollo Agropecuario.
<b>SEG</b>	Secretaría de Educación Guanajuato.
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<b>SINAICA</b>	Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire.
<b>SSG</b>	Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato.
<b>UG</b>	Universidad de Guanajuato.

## Anexo II. Figuras, tablas y gráficas.

### Figuras

- Figura 1.1 Localización del municipio de León.
- Figura 1.2 Orografía del municipio de León.
- Figura 1.3 Distribución de la población sensible en el municipio de León.
- Figura 1.4 Distribución porcentual de la población sensible en el municipio de León.
- Figura 2.1 Ciclo de la contaminación atmosférica.
- Figura 2.2 Localización del ozono troposférico y ozono estratosférico.
- Figura 2.3 Estación de monitoreo IMSS T21.
- Figura 2.4 Estación de monitoreo CICEG.
- Figura 2.5 Estación de monitoreo Facultad de Medicina.
- Figura 2.6 Estaciones de monitoreo León, Guanajuato.
- Figura 4.1 Dimensión y depósito de las partículas inhaladas.

### Tablas

- Tabla 1.1 Coordenadas geográficas del municipio de León.
- Tabla 1.2 Distribución de la población sensible.
- Tabla 1.3 Población por sectores económicos.
- Tabla 1.4 Participación de las actividades económicas.
- Tabla 1.5 Uso de Suelo del Municipio de León.
- Tabla 2.1 Contaminantes y condiciones meteorológicas monitoreados.
- Tabla 2.2 Parámetros meteorológicos y nomenclatura.
- Tabla 2.3 Valores límite normados de los contaminantes criterio del aire en México.
- Tabla 3.1 Emisión total de contaminantes por fuente en 2006 (t/a).
- Tabla 3.2 Inventario de emisiones porcentual de 2006.
- Tabla 3.3 Inventario de emisiones 2006 (t/a).
- Tabla 3.4 Inventario de emisiones 2006 (porcentual).

### Gráficas

- Gráfica 2.7 Rosa de vientos estación CICEG.
- Gráfica 2.8 Comportamiento horario de estación CICEG.
- Gráfica 2.9 Histograma de velocidades de viento estación CICEG.
- Gráfica 2.10 Máximas y medias mensuales de velocidad de viento.
- Gráfica 2.11 Comportamiento mensual de temperatura estación CICEG.
- Gráfica 2.12 Comportamiento horario de temperatura estación CICEG.
- Gráfica 2.13 Máximos y medias mensuales de temperatura.
- Gráfica 2.14 Comportamiento horario de humedad relativa estación CICEG.
- Gráfica 2.15 Comportamiento mensual de humedad relativa estación CICEG.
- Gráfica 2.16 Máximos y medias mensuales de humedad relativa.
- Gráfica 2.17 Comportamiento horario de presión barométrica estación CICEG.



- Gráfica 2.18 Precipitación media mensual estación C11095 (León-Calzada) periodo 1996-2005
- Gráfica 2.19 Comportamiento horario de las  $PM_{10}$  en la estación CICEG.
- Gráfica 2.20 Comportamiento horario de las  $PM_{10}$  en la estación T21.
- Gráfica 2.21 Comportamiento mensual de promedios diarios de  $PM_{10}$  estación CICEG.
- Gráfica 2.22 Comportamiento mensual de promedios diarios de  $PM_{10}$  estación T21.
- Gráfica 2.23 Percentiles de las concentraciones de  $PM_{10}$  estación CICEG.
- Gráfica 2.24 Percentiles de las concentraciones de  $PM_{10}$  estación T21.
- Gráfica 2.25 Promedios diarios anuales de  $PM_{10}$  estaciones CICEG y T21.
- Gráfica 2.26 Comportamiento horario de  $O_3$  estación CICEG.
- Gráfica 2.27 Comportamiento horario de  $O_3$  estación T21.
- Gráfica 2.28 Comportamiento mensual de valores horarios de  $O_3$  estación CICEG.
- Gráfica 2.29 Comportamiento mensual de valores horarios de  $O_3$  estación T21.
- Gráfica 2.30 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de  $O_3$  estación CICEG.
- Gráfica 2.31 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de  $O_3$  estación T21.
- Gráfica 2.32 Promedios móviles (8 horas) anuales de  $O_3$  estaciones CICEG y T21.
- Gráfica 2.33 Comportamiento horario de  $SO_2$  estación CICEG.
- Gráfica 2.34 Comportamiento horario de  $SO_2$  estación T21.
- Gráfica 2.35 Comportamiento mensual de promedios diarios de  $SO_2$  estación CICEG.
- Gráfica 2.36 Comportamiento mensual de promedios diarios de  $SO_2$  estación T21.
- Gráfica 2.37 Promedios diarios anuales de  $SO_2$  estaciones CICEG y T21.
- Gráfica 2.38 Comportamiento horario de  $NO_2$  estación CICEG.
- Gráfica 2.39 Comportamiento horario de  $NO_2$  estación T21.
- Gráfica 2.40 Comportamiento mensual de valores horarios de  $NO_2$  estación CICEG.
- Gráfica 2.41 Comportamiento mensual de valores horarios de  $NO_2$  estación T21.
- Gráfica 2.42 Comportamiento horario de CO estación CICEG.
- Gráfica 2.43 Comportamiento horario de CO estación T21.
- Gráfica 2.44 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de CO estación CICEG.
- Gráfica 2.45 Comportamiento mensual de promedios móviles de 8 horas de CO estación T21.
- Gráfica 3.1 Contribución porcentual de emisiones por tipo de fuente.
- Gráfica 3.2 Contribución de  $PM_{10}$ .
- Gráfica 3.3 Contribución de  $SO_2$ .
- Gráfica 3.4 Contribución de CO.
- Gráfica 3.5 Contribución de  $NO_x$ .
- Gráfica 3.6 Contribución de COT.
- Gráfica 3.7 Contribución de emisiones por tipo de fuente.

## Bibliografía.

- Censo de Población y Vivienda INEGI, 2005.
- Cesar, H.; Borja, Cícero, V.H.; P., et al 2001. Modulo A, Valoración Económica del Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México.
- Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) 2002. Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional, México, D.F.
- Emisiones del sector energía con base en datos 2006.
- GEM, SEMARNAP (1997). Aire Limpio: Programa para el Valle de Toluca 1997-2000, México.
- Guía de elaboración y usos del inventario de emisiones, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Western Governors Association. Mayo 2005.
- *<http://www.epa.gov/mobile.htm>. 12 de Noviembre 2007.*
- IEE (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato) 2006, Inventario de Emisiones 2006.
- Molina, M., 2000, Resumen Ejecutivo del Proyecto para el Diseño de una Estrategia Integral de Gestión de Calidad del Aire en el Valle de México 2001-2010, Massachussets Institute of Technology.
- Normas Oficiales Mexicanas NOM-020-SSA1-1993, NOM-021-SSA1-1993, NOM-022-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993.
- Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-043-SEMARNAT-1994, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-047-SEMARNAT-1999, NOM-050-SEMARNAT-1993 y NOM-085-SEMARNAT-1994.
- Organización Mundial de la Salud, OMS, Guías de Calidad del Aire, actualización mundial 2005, Bonn Alemania 18-20 Oct 2005.
- Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010.



- Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), 1996; Temas Ambientales: Zona Metropolitana del Valle de México, UNAM, México, D.F.
- Radian International, 1997. Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México. Sacramento, CA.
- Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable, Estimaciones del modelo SIREM municipal de acuerdo a censos económicos, INEGI.
- SEMARNAP (2000), Gestión Ambiental Hacia la Industria, Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000, México, D.F.
- IEE, Sistema Estatal de Información Ambiental 2007.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Transportation and Air Quality, Modeling and Inventories.
- Wöhrnschimmel, H. (2004), Evaluación de la Exposición Personal a Contaminantes Atmosféricos en Pasajeros de Vehículos de Transporte Público. México, D.F.



GOBIERNO DEL ESTADO  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA



Instituto de Ecología del Estado  
Ébano 700 esq. Poza Rica, Col. Bellavista  
C.P 36730, Salamanca, Gto.  
Tel. (473) 73 5 26 00,  
Página web:  
[ecologia.guanajuato.gob.mx](http://ecologia.guanajuato.gob.mx)