

# **Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2007-2012**

---

## **Informe de Evaluación Periodo 2007-2011**

---

**Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y  
Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes**

**Dirección de Calidad del Aire**

**Subdirección de Programas de Calidad del Aire**

**Diciembre del 2012**

# Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2007-2012

## Informe de Evaluación

### Contenido

---

Introducción .....	4
1. Descripción del ProAire Salamanca 2007-2012 .....	7
1.1. Antecedentes .....	7
1.2. Calidad del aire antes del ProAire Salamanca 2007-2012 .....	8
1.3. Estructura y contenido del ProAire Salamanca 2007-2012 .....	9
1.4. Sistema de administración .....	12
2. Evolución del Municipio de Salamanca .....	13
2.1. Expansión territorial .....	13
2.2. Crecimiento de la población .....	14
2.3. Sector primario .....	14
2.4. Sector industrial .....	15
2.5. Comercio y Servicios .....	16
2.6. Parque vehicular .....	16
3. Evolución de la Calidad del Aire y Emisiones a la Atmósfera .....	18
3.1. Evolución del sistema de monitoreo atmosférico .....	18
3.2. Indicadores de la calidad del aire .....	19
3.2.1. Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	19
3.2.2. Partículas PM <sub>10</sub> .....	22
3.2.3. Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	25
3.2.4. Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	27
3.2.5. Monóxido de carbono (CO) .....	28
3.3. Evolución de las emisiones a la atmósfera .....	30
4. Metodología de Evaluación .....	32
4.1. Evaluación cualitativa .....	33
4.2. Evaluación cuantitativa .....	36

5. Avances en la Aplicación de las Medidas, Periodo 2007-2011 .....	39
5.1. Estrategia 1. Reducción de emisiones en el sector industrial, mediante el fomento al mejoramiento tecnológico, utilización de combustibles limpios y eficiencia energética .....	39
5.2. Estrategia 2. Reducción de emisiones de SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , HCT, CO y NOx en comercios y servicios .....	43
5.3. Estrategia 3. Medidas para vehículos y transporte .....	46
5.4. Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable, restauración y conservación de los recursos naturales y planeación de desarrollo urbano mediante la aplicación del ordenamiento ecológico del territorio y el ordenamiento territorial.....	49
5.5. Estrategia 5. Protección a la salud de la población y prevención a la exposición de niveles de contaminación atmosférica .....	54
5.6. Estrategia 6. Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico .....	58
5.7. Estrategia 7. Medidas para el fortalecimiento institucional.....	59
5.8. Estrategia 8. Buscar el financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del ProAire Salamanca 2007-2012 .....	63
6. Evaluación de la Calidad del Aire y de la Reducción de Emisiones .....	66
6.1. Tendencias de la calidad del aire .....	66
6.2. Evaluación en la reducción de emisiones .....	68
7. Conclusiones y Recomendaciones .....	71
Bibliografía.....	74
Siglas y Acrónimos .....	78

# Introducción

---

Como respuesta al problema de la contaminación del aire en las principales ciudades del país, el gobierno federal, por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, y la participación de los distintos sectores de la sociedad, ha desarrollado programas de gestión para mejorar la calidad del aire, también conocidos como ProAire. Estos programas representan una de las principales herramientas de la política ambiental en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica para revertir las tendencias de deterioro.

Los ProAire proponen una serie de acciones concretas para la reducción y control de las emisiones provenientes de las fuentes que tienen una mayor contribución en la carga de contaminantes. Dichas medidas toman en cuenta la factibilidad económica (costo) y el beneficio en la calidad del aire y la salud humana.

Los ProAire se aplican a escala regional, esto es, en zonas metropolitanas, o como en el caso de Salamanca, Guanajuato, a escala municipal, cuando por sus características económicas, demográficas, urbanas, climáticas y geográficas, entre otras, las ciudades presentan problemas de contaminación del aire, por consiguiente la alteración del ecosistema urbano.

Este fue el caso de la ciudad de Salamanca, cuando en el año 2000 se detectaron altas concentraciones de dióxido de azufre y partículas suspendidas provenientes en su mayor parte por la actividad productiva de la refinería Ing. Antonio M. Amor y la central termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, quema de pastizales y caminos sin pavimentar, situación que llegó a propiciar contingencias ambientales atmosféricas. Ante esta crisis, en el 2003 se puso en marcha el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2003-2006. Este programa obtuvo resultados positivos al reducir significativamente las emisiones de esos dos contaminantes. No obstante, aún se presentaban rebases a la norma de calidad del aire así como precontingencias ambientales, por lo que se tomó la determinación de implementar un segundo programa,

el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2007-2012, objeto de la presente evaluación.

Así como la SEMARNAT participa en la elaboración de los ProAire, también actúa en las evaluaciones periódicas a cada uno de éstos, a fin de conocer el grado de avance logrado, la reducción de emisiones, el impacto en la calidad del aire, las fortalezas y debilidades tanto en la instrumentación del programa como en la coordinación institucional. Los resultados de estas evaluaciones se utilizan para aportar al proceso metas más ambiciosas de reducción de emisiones, nuevas directrices, o bien, el replanteamiento de las estrategias. De esta forma se establece un círculo de mejora continua para la elaboración y ejecución de los subsiguientes ProAire.

El *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca (ProAire Salamanca) 2007-2012*, se puso en marcha en el año 2008. Posteriormente, en el 2010 la SEMARNAT y el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG) realizaron una primera evaluación que comprendió los avances logrados hasta el 2009, obteniendo un grado de avance del 50.12% calificado como bueno.

El presente *Informe de Evaluación del periodo 2007-2011*, tiene como objetivos: a) dar continuidad al esfuerzo de seguimiento y evaluación realizado en el 2010; incorporando para ello la información más reciente y accesible; b) actualizar la calificación del grado de avance; y c) conocer los cambios en la calidad del aire y cantidad de emisiones. Cabe señalar que la información que aquí se presenta corresponde a la más relevante y que se ajusta a los indicadores aplicados, por lo que no es de carácter exhaustivo.

El documento está conformado por siete capítulos.

El *Capítulo 1* contiene una breve descripción de los antecedentes y estructura del ProAire Salamanca 2007-2012

El *Capítulo 2* describe información sobre el crecimiento de la ciudad de Salamanca respecto a población, industria, comercios y transporte, importantes fuerzas de presión del recurso aire.

En el *Capítulo 3* se presenta, por una parte, el estado que guarda la calidad del aire en la Ciudad de Salamanca respecto a las normas de calidad del aire ambiente; por otra, la evolución de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

El *Capítulo 4* describe la metodología aplicada para la evaluación cualitativa y cuantitativa, entre otras consideraciones y aclaraciones.

El *Capítulo 5* presenta los resultados del seguimiento de las actividades realizada en cada una de las acciones y medidas, así como un cuadro resumen de la evaluación cualitativa (calificación del grado de avance).

El *Capítulo 6* consiste en la presentación de las tendencias de los contaminantes atmosféricos mediante el uso del *índice de la media anual relativa*, y la evaluación de los objetivos de reducción de emisiones tomando en cuenta el inventario de emisiones más reciente.

Finalmente, en el *Capítulo 7* se describen las conclusiones y señalan algunas recomendaciones como resultado de la presente evaluación.

# 1. Descripción del ProAire Salamanca 2007-2012

---

## 1.1. Antecedentes

En los últimos cincuenta años Salamanca ha sido una de las ciudades con desarrollo industrial más importantes del país. Sin duda, la Refinería Ing. Antonio M. Amor y la Central Termoeléctrica de Salamanca han desempeñado un papel determinante en este proceso. Por una parte, constituyen una fuente de energía de primera importancia para la economía local, regional y nacional. Por otra, han propiciado inversiones públicas y privadas que multiplicaron la concentración de infraestructura y establecimientos industriales, comerciales y de servicios tanto en Salamanca como en todo el Corredor Industrial del Bajío. La dinámica económica, los empleos generados y el bienestar social surgido en este proceso se tradujeron en un acelerado crecimiento de la población alrededor de los centros industriales.

La necesidad de implementar acciones para mejorar la calidad del aire en el municipio de Salamanca surgió a partir de la detección de altas concentraciones de contaminantes, principalmente de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y de partículas suspendidas, en el año 2000. En respuesta, el gobierno federal, estatal y municipal así como el sector industrial y la sociedad en general conjuntaron esfuerzos para definir una serie de 15 medidas tendentes a reducir los niveles de contaminación y con ello cumplir con las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente, además de proteger la salud de la población. Tales medidas conformaron el primer Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2003-2006. Las metas de este programa se orientaron hacia la reducción de las concentraciones de  $\text{SO}_2$  y de partículas menores a 10 micrómetros ( $\text{PM}_{10}$ ). En el 2004 se firmó el Convenio de Coordinación y Concertación para la Ejecución del Programa para Mejorar la Calidad del Aire 2003-2006.

Dentro de los principales logros alcanzados con la instrumentación de este Programa se pueden mencionar:

- Reducción del consumo de combustóleo en un 54% en la Central Termoeléctrica de Salamanca y un 75% en la Refinería Ing. Antonio M. Amor.
- Implementación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para el Municipio de Salamanca.
- Establecimiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de los efectos de los contaminantes en la salud de la población.
- Publicación del Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente en el Estado de Guanajuato en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Promoción de alternativas de manejo para fomentar la “No quema de esquilmos”, logrando la reducción del 42% de superficie agrícola sin quema de esquilmos.
- Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire al incorporarse al Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA).
- Se logró una reducción del orden de 57% de los días fuera de norma de SO<sub>2</sub> respecto del año 2003.

## **1.2. Calidad del aire antes del ProAire Salamanca 2007-2012**

No obstante los logros alcanzados en el Programa 2003-2006, persistían excedencias a la norma horaria de SO<sub>2</sub>. De un total de 79 días fuera de norma en el 2003, en número de días se redujo a 34 en el 2006, por lo que no se cumplía la frecuencia máxima aceptable de exposición aguda que es de una vez al año. Asimismo, el criterio de exposición crónica (0.03 ppm), en el 2006 tampoco se cumplió, a pesar de la tendencia a la baja de este contaminante. Es importante mencionar que en el 2006 el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas de Salamanca (PCA) en su fase de precontingencia por SO<sub>2</sub> se activó en 22 ocasiones.

Con relación a las partículas PM<sub>10</sub>, el segundo contaminante en importancia, el número de excedencias a la norma fue de 31 días en el 2005 y de 33 en el 2006. Adicionalmente, el valor promedio anual de 50 µg/m<sup>3</sup> tampoco se cumplió en los dos años de referencia. Respecto al PCA, en 7 ocasiones fue necesario aplicar la fase de precontingencia por partículas PM<sub>10</sub>.



El ozono representa el tercer contaminante de importancia en Salamanca. En el 2005 se observó que la frecuencia de excedencia a la norma fue de 17 días, mientras que en el 2006 se redujo a 7 días.

Las concentraciones tanto del monóxido de carbono como del dióxido de nitrógeno no presentaron excedencias a la norma.

En la medida que el municipio de Salamanca continúa presentando un crecimiento económico y un desarrollo urbano, también mostrará una mayor densidad poblacional, demanda de servicios y consumo energético; factores que generarán una mayor presión del uso del recurso aire, en la medida que la cuenca atmosférica reciba una mayor carga de contaminantes proveniente de la emisión de fuentes antropogénicas y naturales, así como la carga generada por la generación de contaminantes de origen secundario. Es por ello que el ProAire Salamanca 2007-2012 representa, además de un eje rector de las políticas de contaminación del aire, un instrumento dirigido a incidir transversalmente en las políticas de transporte, desarrollo urbano, energía y recursos naturales para lograr un desarrollo sustentable.

### **1.3. Estructura y contenido del ProAire Salamanca 2007-2012**

El ProAire Salamanca 2007-2012 parte de un diagnóstico de la calidad del aire tomando como herramientas el monitoreo de las concentraciones de los contaminantes criterio durante un periodo de observación comprendido entre 2003 y 2006 y el análisis del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera año base 2006, el cual permite identificar a las principales fuentes de emisión, así como conocer la cantidad de emisión de cada contaminante. También se retoma las experiencias del ProAire predecesor, reforzando o replanteando los objetivos y alcances de algunas medidas. Además en este ProAire se considera por primera vez una estimación de costos externos asociados a la emisión de contaminantes y sus efectos en la salud de la población salmantina.

Los objetivos y las metas se centran en la reducción de las concentraciones de SO<sub>2</sub> y partículas PM<sub>10</sub>, sin descuidar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente para los demás contaminantes criterio.

Como Objetivo General se plantea el mejorar la calidad del aire a partir de la reducción de las emisiones de contaminantes en la región de Salamanca para proteger la salud humana y el medio ambiente. De manera específica:

- Reducir las concentraciones de SO<sub>2</sub> para disminuir el número de días en los que se rebasa el valor horario, así como el valor promedio anual establecido en la norma NOM-022-SSA1-1993.
- Reducir la concentración de partículas PM<sub>10</sub> para cumplir con la norma NOM-025-SSA1-1993.
- Reducir las emisiones de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno para disminuir las concentraciones ambientales de ozono en la ciudad de Salamanca.

Las metas propuestas consisten en:

- Reducir al año 2012 el 60% de las emisiones de SO<sub>2</sub> en el sector energía, respecto al año base 2006.
- Reducir al año 2012 el 30% las emisiones de PM<sub>10</sub> en los sectores contribuyentes respecto al año base 2006, disminuyendo con ello el número de días en los que se rebasa el nivel establecido por la norma.
- Implementar medidas enfocadas a la reducción de las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno en los sectores energía y transporte.

Para alcanzar los objetivos y metas planteadas se establecen ocho estrategias dirigidas a los principales sectores involucrados. Cada estrategia está conformada por una serie de medida y acciones. En total son 26 medidas y 133 acciones específicas. En la tabla 1.1 se describen las estrategias y sus componentes.

**Tabla 1.1. Estrategias y medidas establecidas en el ProAire Salamanca 2007-2012**

<i>Estrategia</i>	<i>Medida</i>
I. Reducción de emisiones en el sector industrial mediante mejoras tecnológicas, incremento del uso de combustibles limpios y eficiencia energética	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomentar programas de regulación en industrias de jurisdicción federal y estatal de Salamanca</li> <li>2. Reducción de emisiones en la Refinería Ing. Antonio M. Amor</li> <li>3. Reducción de emisiones generadas en la Central Termoeléctrica Salamanca</li> </ol>
II. Reducción de emisiones en comercios y servicios mediante el mejoramiento tecnológico e infraestructura para el control de las mismas	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Revisión, adecuación y actualización del marco jurídico municipal</li> <li>5. Revisión y regulación de los establecimientos de jurisdicción municipal</li> <li>6. Reducción de emisiones generadas por la industria ladrillera</li> </ol>
III. Reducción de emisiones generadas por el sector transporte a través de la modernización y mejoramiento tecnológico del sistema de transporte e infraestructura vial	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Implementación del Programa de Detección de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes para el transporte público y privado en el Municipio de Salamanca</li> <li>8. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular</li> <li>9. Reducción de emisiones de los vehículos pesados con motores a diesel del transporte federal y local de carga y pasaje</li> <li>10. Organización del sistema de transporte público colectivo y estructura vial</li> </ol>
IV. Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano mediante la aplicación del Plan de Ordenamiento Ecológico y Territorial, preservación y restauración de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Desarrollar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial para Salamanca</li> <li>12. Reducción de las emisiones generadas en la preparación de terrenos agrícolas</li> <li>13. Reducción las emisiones de partículas generadas en los suelos sin cubierta vegetal, caminos sin pavimentar y bancos de materiales</li> <li>14. Restauración y Conservación de los Recursos Naturales en el Área Protegida Cuenca Alta del Río Temascatío</li> </ol>
V. Prevención y protección a la salud de la población expuesta a altos niveles de contaminación, mediante la aplicación de sistemas de vigilancia epidemiológica y del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para el Municipio de Salamanca	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Actualización e instrumentación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para el Municipio de Salamanca</li> <li>16. Fortalecimiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública Ambiental</li> <li>17. Realizar estudios específicos de investigación enfocados a relacionar las afectaciones a la salud provocadas por la contaminación atmosférica</li> <li>18. Implementar un programa de difusión e información a la población sobre los riesgos a la salud por la contaminación atmosférica</li> </ol>
VI. Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico	<ol style="list-style-type: none"> <li>19. Instrumentar un programa de educación ambiental de Salamanca.</li> <li>20. Impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico</li> </ol>
VII. Fortalecimiento institucional mediante la generación de sistemas de información de calidad del aire	<ol style="list-style-type: none"> <li>21. Certificación ambiental de los procesos de administración de calidad del aire, recursos naturales e infraestructura urbana del municipio.</li> <li>22. Fortalecimiento de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Salamanca</li> <li>23. Actualización del Inventario de Emisiones.</li> <li>24. Promover la revisión de normatividad existente y creación de nuevas normas.</li> <li>25. Desarrollo e implementación de una estrategia de difusión y comunicación social</li> </ol>
VIII. Asegurar el financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del presente Programa	<ol style="list-style-type: none"> <li>26. Promover la creación de un fideicomiso ambiental para el mejoramiento de la calidad del aire de Salamanca</li> </ol>

## 1.4. Sistema de administración

La coordinación para implementar las 26 medidas establecidas en el ProAire Salamanca 2007-2012 corre a cargo del Grupo de Coordinación y Seguimiento, presidido por el IEEG. Este grupo de carácter interinstitucional, es responsable de analizar la ejecución de las medidas y el cumplimiento de las obligaciones de los actores involucrados para identificar los componentes que limitan o fortalecen el cumplimiento de los objetivos planteados.

Este Grupo está conformado por los siguientes actores:

- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG)
- Municipio de Salamanca, Guanajuato (MG)
- Secretaría de Salud de Guanajuato (SSG)
- Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato (PROPAEG)
- Dirección de Medio Ambiente de Salamanca (DMA)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
- Secretaría de Energía (SENER)
- Comisión Federal de Electricidad, Central Termoeléctrica Salamanca (CEF)
- PEMEX Refinación, Refinería Ing. Antonio M. Amor (Pemex)
- Patronato para el Monitoreo de la Calidad del Aire de Salamanca, A.C.
- Consejo Consultivo Ambiental de Salamanca

## 2. Evolución del Municipio de Salamanca

---

El municipio de Salamanca se encuentra ubicado en el centro-sur del estado de Guanajuato, dentro de la parte del altiplano mexicano conocido como Bajío. Se sitúa entre los 20° 34' 13" de latitud norte y 101° 11' 50" de longitud oeste, a una altura de 1,721 metros sobre el nivel del mar; tiene con una superficie de 774 km<sup>2</sup> que corresponde al 2.5% de la superficie total del estado.

La posición geográfica del municipio está sujeta a diversos fenómenos naturales a lo largo del año, que influyen en la acumulación y dispersión de contaminantes. Así por ejemplo, los sistemas anticiclónicos, frecuentes en la región centro del país generan estabilidad atmosférica, es decir vientos débiles, también favorecen días con cielo despejado facilitando la recepción de una intensa radiación solar, lo que a su vez, acelera las reacciones fotoquímicas que dan origen a contaminantes secundarios como el ozono y aerosoles.

### 2.1. Expansión territorial

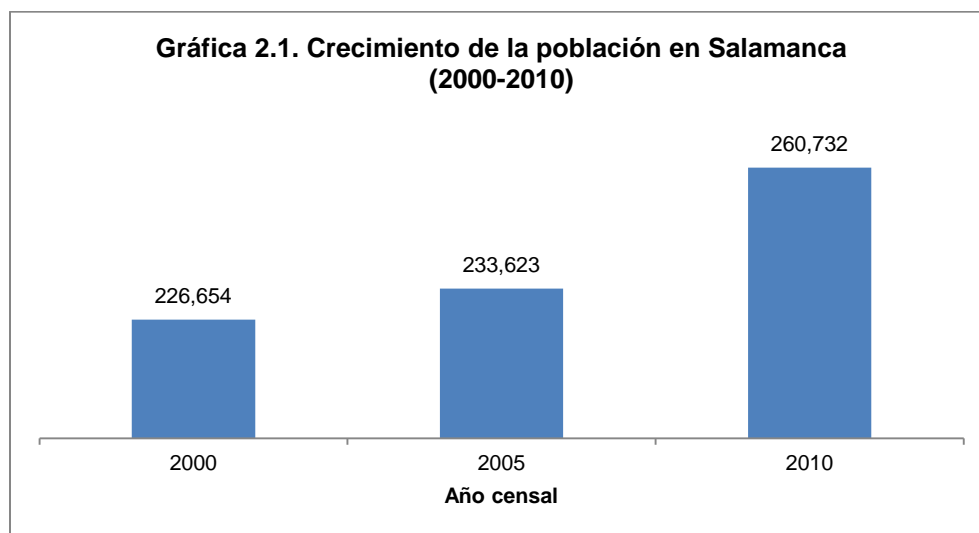
Como en otras ciudades del estado, el crecimiento urbano de Salamanca se ha dado de manera desordenada sobre áreas agrícolas, creando un mosaico de zonas de asentamientos humanos y de cultivos, con la consecuente pérdida de suelos con vocación agrícola importante. En el caso de la cabecera municipal, esta situación se presenta hacia las zonas poniente y norte, siendo éstas las de mayor desarrollo urbano, ya que no son alcanzadas por los vientos dominantes que acarrear partículas, olores y contaminantes de la zona industrial que corren de oriente a sur.

En Salamanca existe una importante conurbación entre la refinería de PEMEX, la termoeléctrica y los asentamientos humanos de la cabecera municipal. A pesar de esto, persiste el interés de instalar diversas industrias en la zona. Las áreas donde potencialmente podrían situarse serían al norte de la cabecera municipal y al oriente en el corredor Salamanca-Celaya.

## 2.2. Crecimiento de la población

Gran parte de los cambios en los usos del suelo y desarrollo urbano derivan del crecimiento poblacional que implica un incremento en los requerimientos de terrenos para el desarrollo de las actividades económicas y para la construcción de vivienda e infraestructura, así como un mayor consumo energético y de recursos naturales.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, el municipio de Salamanca tiene una población de 260,732 habitantes, lo que representa el 4.75% de la población estatal. El crecimiento de la población con respecto al 2005 fue de 27,109 habitantes, lo que significa un incremento del 11.6%. En la siguiente gráfica se muestra el crecimiento poblacional de Salamanca para tres años censales.

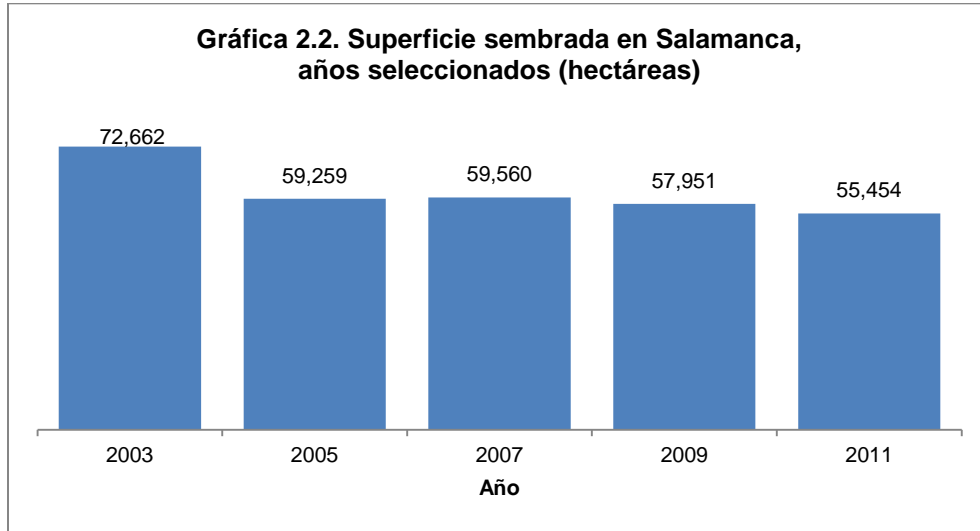


Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2000 y 2010, y II Conteo de Población y Vivienda 2005.

## 2.3. Sector primario

La actividad agrícola de la región se basa principalmente en el cultivo de sorgo, trigo y cebada. Derivado de las prácticas agrícolas, se presentan comúnmente la quema de esquilmos (residuos agrícolas), así como el uso de pesticidas y fertilizantes. La producción ganadera está representada principalmente por granjas para engorda de cerdos, ganado caprino y vacuno.

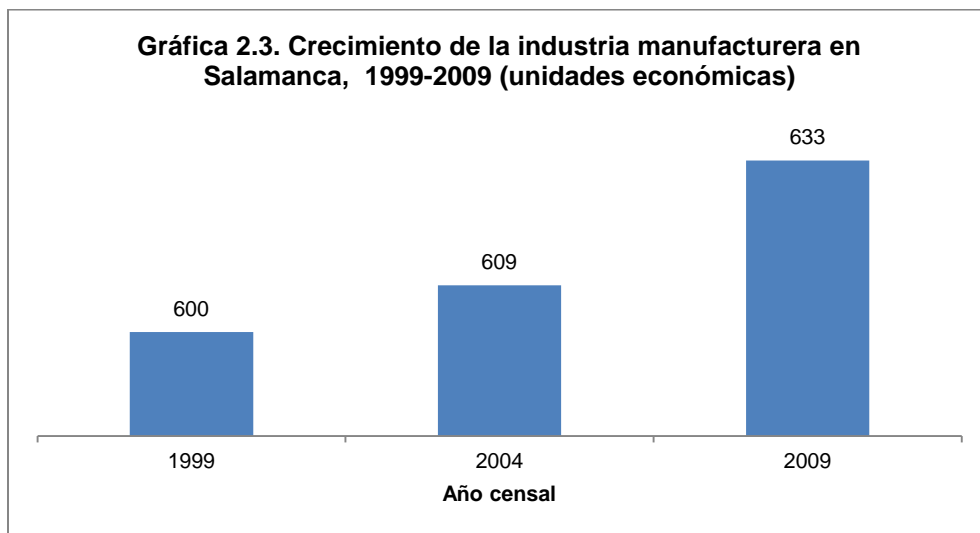
En la gráfica 2.2 se muestra la superficie sembrada en Salamanca, la cual presenta una disminución al pasar de 72,662 hectáreas en el 2003, a 55,452 hectáreas en 2011.



Fuente: SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

## 2.4. Sector industrial

El municipio de Salamanca, junto con los de León e Irapuato, conforman el mayor polo de desarrollo industrial y comercial del estado. Entre las principales actividades industriales se encuentran la generación de energía eléctrica, refinación de petróleo, industria química, metalúrgica, del cemento, de alimentos y textil. A partir de los datos de los Censos Económicos nacionales, podemos identificar el aumento del número de industrias manufactureras en el municipio. De 1999 a 2009 el número de unidades incrementó en 5.5%, al pasar de 600 a 633 industrias.

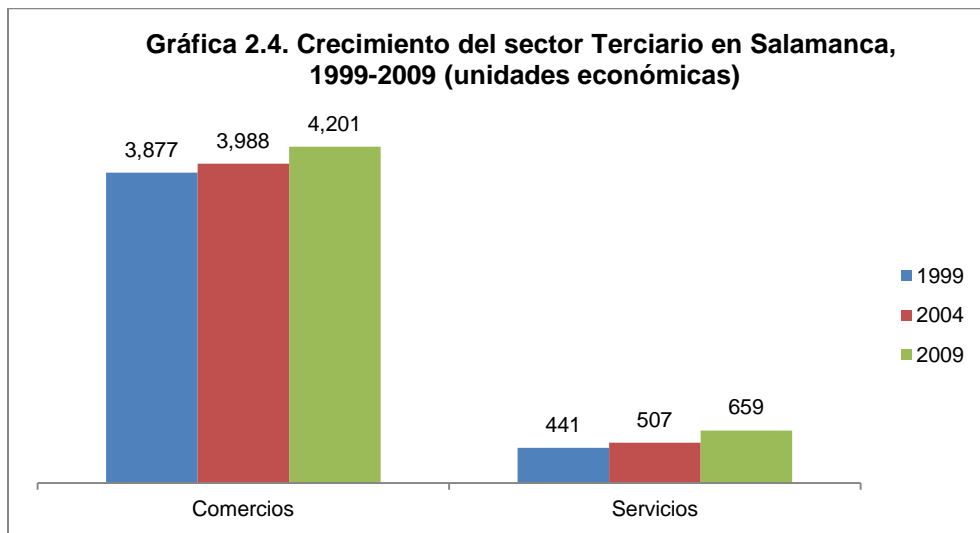


Fuente: INEGI. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009. Consulta en línea

## 2.5. Comercio y Servicios

El sector terciario en Salamanca se ha consolidado, en gran medida por su ubicación, vías de comunicación y crecimiento de la población. De acuerdo con los Censos Económicos, en el año 1999 existían 3,877 establecimientos dedicados al comercio. Para el año 2009, se contabilizaron 4,201, lo cual significa un aumento del 8.35 %. Por su parte, los establecimientos que prestan servicios, presentaron un crecimiento aun mayor, el cual fue de 49.43%.

Es importante mencionar que la importancia ambiental de este sector en cuanto a contaminación del aire, se debe a que algunos giros contribuyen en gran medida con la emisión de compuestos orgánicos volátiles, principalmente aquellos que involucran el consumo y uso de solventes, pinturas, desengrasantes y la distribución y mercadeo de combustibles; así como la emisión de partículas y gases de combustión, por ejemplo, hoteles, restaurantes, tortillerías, panaderías, entre otros.



Fuente: INEGI Censos Económicos 1999, 2004 y 2009.

## 2.6. Parque vehicular

El parque vehicular registrado del municipio de Salamanca representa el 5.51% del total estatal al año 2010. Se calcula que el índice de motorización es de 169 vehículos por

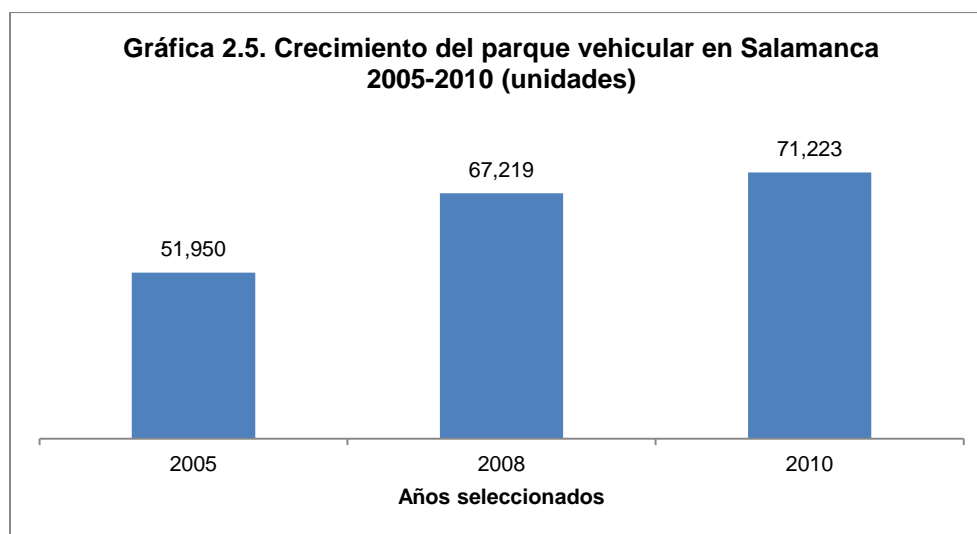


cada mil habitantes. En la tabla 2.1 se presenta el parque vehicular municipal por tipo de servicio. Del 2005 al 2010, el parque vehicular pasó de 51,950 vehículos a 71, 223, lo que significa un incremento del 37.1%.

**Tabla 2.1. Parque vehicular registrado por año según tipo de servicio**

<i>Año</i>	<i>Automóviles</i>	<i>Camiones de pasajeros</i>	<i>Camiones de carga</i>	<i>Motocicletas</i>	<i>Total</i>
2005	32,161	1,325	17,040	1,424	51,950
2008	42,947	1,077	20,062	3,133	67,219
2010	44,986	1,185	20,527	4,525	71,223

Fuente: INEGI, Anuarios estadísticos del estado de Guanajuato.



Fuente: Tabla 2.1.

## 3. Evolución de la Calidad del Aire y Emisiones a la Atmósfera

---

El presente capítulo se refiere a los antecedentes y situación actual del sistema de monitoreo atmosférico en la Ciudad de Salamanca; a los indicadores de la calidad del aire respecto a los cinco contaminantes criterio; y a los cambios en la cantidad de emisión, tomando en cuenta los inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

### 3.1. Evolución del sistema de monitoreo atmosférico

El monitoreo de la calidad del aire en Salamanca inicia en 1999 con la entrada en operación de la estación automática Cruz Roja. Posteriormente, en el 2000 entra en funcionamiento la estación DIF, en el 2002 la estación Nativitas y en el 2003, la Unidad Móvil de monitoreo. La administración de la red de monitoreo de Salamanca está a cargo del Patronato para la Calidad del Aire de Salamanca A.C.

La evolución de la red se visualiza, más que por el aumento del número de estaciones, por la reubicación y renovación de quipos al término de su vida útil. En este sentido, se cuenta con un programa para renovar los equipos de medición hasta el 2012.

En el proceso de mejora continua y con la finalidad de garantizar una mayor confiabilidad en la información, se han fortalecido los controles operativos y mejorado el equipamiento del software para lograr una mejor sistematización del proceso de validación de información. Asimismo, el Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del Estado de Guanajuato y, por ende, la red de monitoreo de Salamanca, tiene implementado desde el 2009 un sistema de gestión de la calidad con base en los requerimientos de la norma internacional ISO 9001:2008. Los procesos certificados incluyen la publicación de los datos de la red de monitoreo, y la supervisión y operación de las estaciones de monitoreo.

En la tabla 3.1, se señalan los contaminantes criterio y parámetros meteorológicos que son monitoreados por la red de Salamanca.

**Tabla 3.1. Características de las estaciones de monitoreo atmosférico de Salamanca**

Parámetros	Estación		
	Cruz Roja (CR)	DIF (DIF)	Nativitas (NAT)
Ozono (O <sub>3</sub> )	✓	✓	✓
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	✓	✓	✓
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (CO)	✓	✓	✓
Partículas PM <sub>10</sub>	✓	✓	✓
Velocidad del viento	✓	✓	✓
Dirección del viento	✓	✓	✓
Temperatura	✓	✓	✓
Humedad relativa	✓	✓	✓
Presión barométrica	✓	✓	✓
Precipitación	✓	✓	✓
Radiación solar	✓	✓	✓

A partir del 2004 la red de Salamanca se incorporó al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) transmitiendo desde entonces los datos generados casi en tiempo real. De acuerdo con la evaluación realizada por el Instituto Nacional de Ecología (2011), el desempeño de la red de monitoreo atmosférico de Salamanca en cuanto a validación y difusión de la información, va de bueno a muy bueno, con un porcentaje de datos validados que se recupera superior al 75% para PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, CO y SO<sub>2</sub>, excepto para el NO<sub>2</sub>.

## 3.2. Indicadores de la calidad del aire

A continuación se presentan los indicadores de la calidad del aire para los contaminantes criterio monitoreados en Salamanca durante el periodo 2001-2011. Estos indicadores se presentan a modo de tablas y gráficas y se relacionan con el cumplimiento de los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas (NOM) de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente a través del tiempo, y con el número de días al año que se rebasa la norma.

### 3.2.1. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

La NOM-022-SSA1-1993 de este contaminante establece dos límites máximos permisibles para la protección a la salud, el primero, de 0.130 ppm de SO<sub>2</sub> promedio de 24 horas; y el segundo, de 0.030 ppm promedio anual.

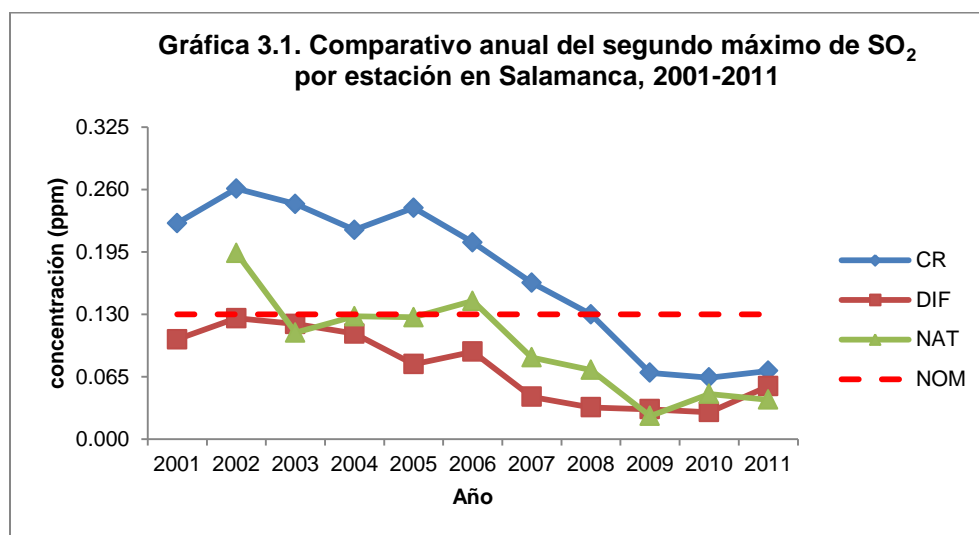
Respecto a las concentraciones horarias, existe una disminución de esta contaminante en las tres estaciones de Salamanca. La estación Cruz Roja históricamente es la que reporta los valores más altos, aunque con una marcada tendencia a la baja. A partir del 2009 en las tres estaciones se cumple el valor de la norma (tabla 3.2 y gráfica 3.1).

**Tabla. 3.2. Cumplimiento de la norma de 24 horas de SO<sub>2</sub> (0.130 ppm) en Salamanca. Segundo máximo de los promedios de 24 horas, 2000-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja (CR)	DIF (DIF)	Nativitas (NAT)
2001	0.225	0.104	S.M.
2002	0.261	0.126	0.194
2003	0.245	0.120	0.111
2004	0.218	0.110	0.128
2005	0.241	0.078	0.127
2006	0.205	0.091	0.144
2007	0.163	0.044	0.085
2008	0.130	0.033	0.072
2009	0.069	0.031	0.024
2010	0.064	0.028	0.047
2011	0.071	0.055	0.041

S.M. = sin medición

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.2

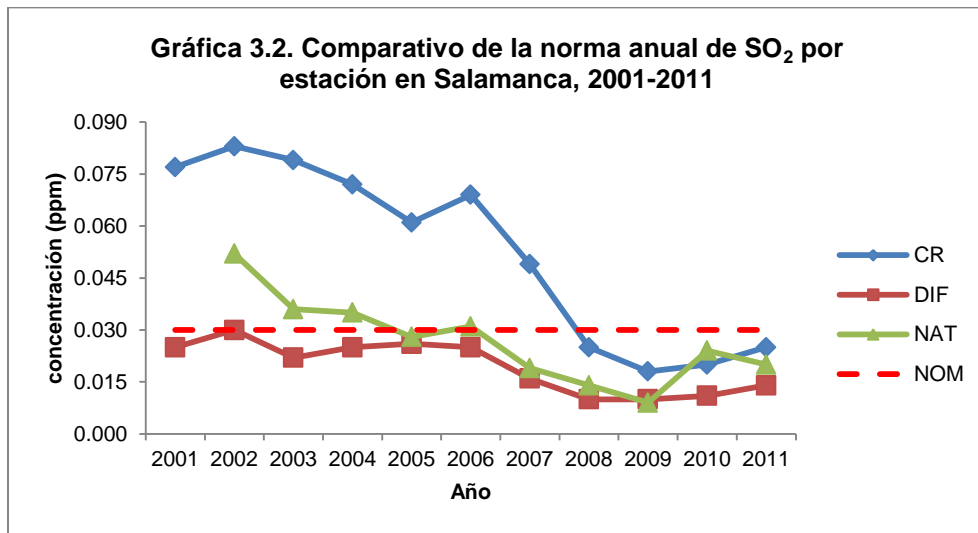
Los valores del indicador de la norma anual de SO<sub>2</sub> presentan un comportamiento similar al de las concentraciones horarias. A lo largo del periodo, las concentraciones en las tres estaciones muestran una tendencia a la baja, siendo mucho más marcada en la estación Cruz Roja. El cumplimiento de la norma en las tres estaciones se logra a partir del 2008 (tabla 3.3 y gráfica 3.2).

**Tabla. 3.3. Cumplimiento de la norma anual de SO<sub>2</sub> (0.030 ppm) en Salamanca.  
Promedio anual de las concentraciones horarias, 2000-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2001	0.077	0.025	S.M.
2002	0.083	0.030	0.052
2003	0.079	0.022	0.036
2004	0.072	0.025	0.035
2005	0.061	0.026	0.028
2006	0.069	0.025	0.031
2007	0.049	0.016	0.019
2008	0.025	0.010	0.014
2009	0.018	0.010	0.009
2010	0.020	0.011	0.024
2011	0.025	0.014	0.020

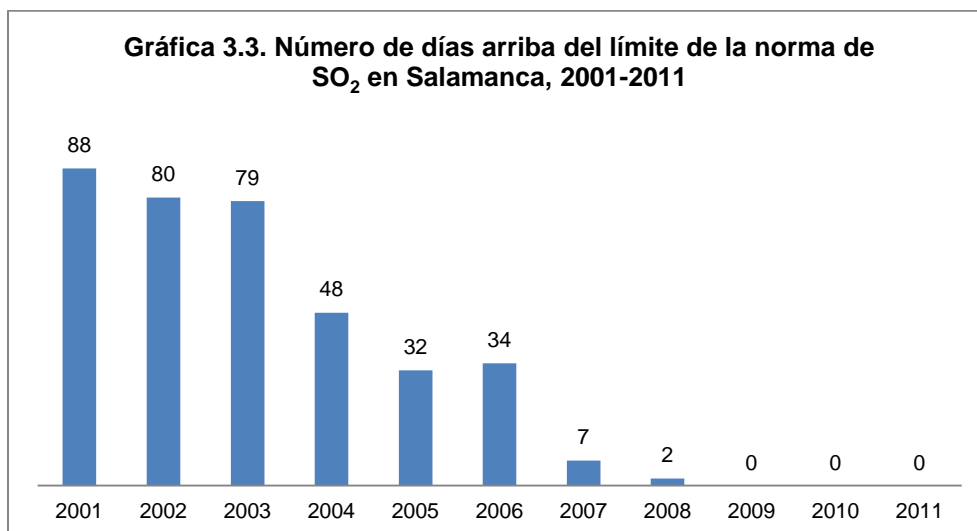
S.M. = sin medición

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.3

Respecto al número de días al año fuera de norma, en la gráfica 3.3 se observa la disminución que se tuvo a lo largo del periodo, pasando de 88 días en el 2001, a cero días en el 2009, y hasta el 2011, esto es, que en los últimos tres años no se rebasó la norma.



Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

### 3.2.2. Partículas PM<sub>10</sub>

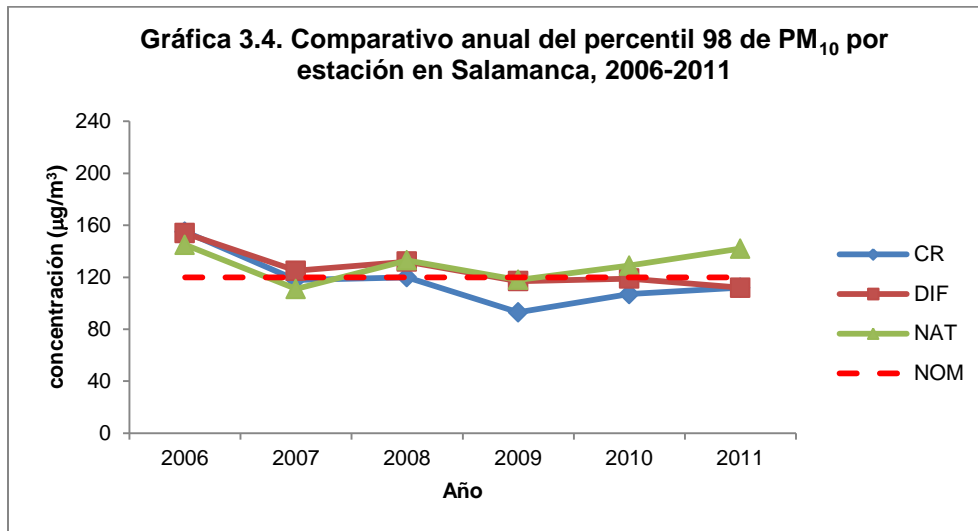
La modificación a la NOM-025-SSA1-1993 de este contaminante establece dos límites máximos permisibles para la protección a la salud, el primero, de 120 µg/m<sup>3</sup> promedio de 24 horas; y el segundo, de 50 µg/m<sup>3</sup> promedio anual.

Respecto a la norma diaria, las concentraciones de partículas PM<sub>10</sub> rebasan el criterio normado en las tres estaciones; el comportamiento de este contaminante se mantiene consistente y sin una tendencia definida. Se observa que mientras las estaciones Cruz Roja y DIF reportan valores dentro de norma a partir del 2009, en la estación Nativitas los valores para los dos años siguientes están fuera de norma (tabla 3.4 y gráfica 3.4).

**Tabla. 3.4. Cumplimiento de la norma diaria de PM<sub>10</sub> (120 µg/m<sup>3</sup>) en Salamanca  
Percentil 98 de los promedios de 24 horas, 2006-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2006	155	154	145
2007	118	125	111
2008	120	132	133
2009	93	117	118
2010	107	119	129
2011	112	112	142

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



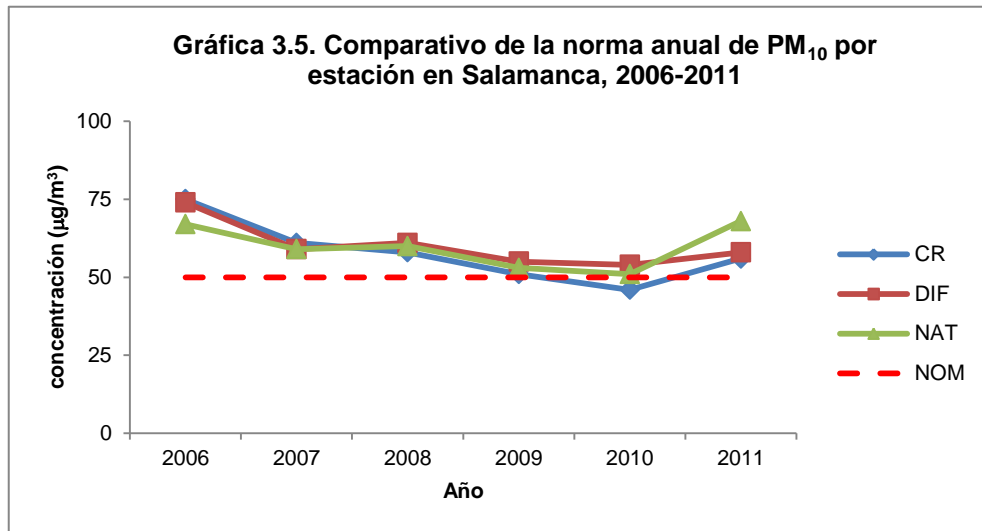
Fuente: Tabla 3.4

El valor del indicador anual de la norma de PM<sub>10</sub> muestra un comportamiento consistente a lo largo del periodo de análisis. En prácticamente todas las estaciones y en todos los años el límite normado no se cumplió, excepto en la estación Cruz Roja en el 2010. Por otra parte, del 2006 al 2010 las concentraciones muestran una tendencia a la baja, no obstante en el 2011 se observa un repunte en las tres estaciones (tabla 3.5 y gráfica 3.5).

**Tabla. 3.5. Cumplimiento de la norma anual de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) en Salamanca**  
**Promedio anual de los promedios de 24 horas, 2006-2011**

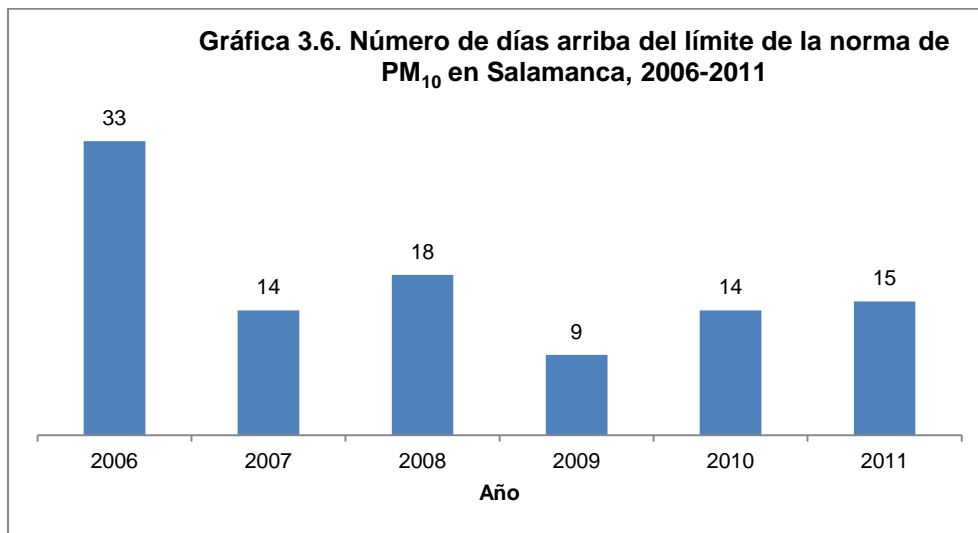
Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2006	75	74	67
2007	61	59	59
2008	58	61	60
2009	51	55	53
2010	46	54	51
2011	56	58	68

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.5

En la gráfica 3.6 se presenta la frecuencia de los días al año fuera de norma de PM<sub>10</sub>. Al inicio del periodo, el número de días disminuye a más de la mitad; a partir del 2007 y hasta el 2011, el número de días se mantiene fluctuante. El año con menor número de días fuera de norma fue el 2009, y desde entonces la frecuencia parece que tiende a aumentar.



Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



### 3.2.3. Ozono (O<sub>3</sub>)

La modificación a la NOM-020-SSA1-1993 de este contaminante establece dos criterios de exposición para la protección a la salud, el primero, de 0.110 ppm de O<sub>3</sub> promedio de una hora; y el segundo, de 0.080 ppm en el quinto máximo anual del promedio de 8 horas.

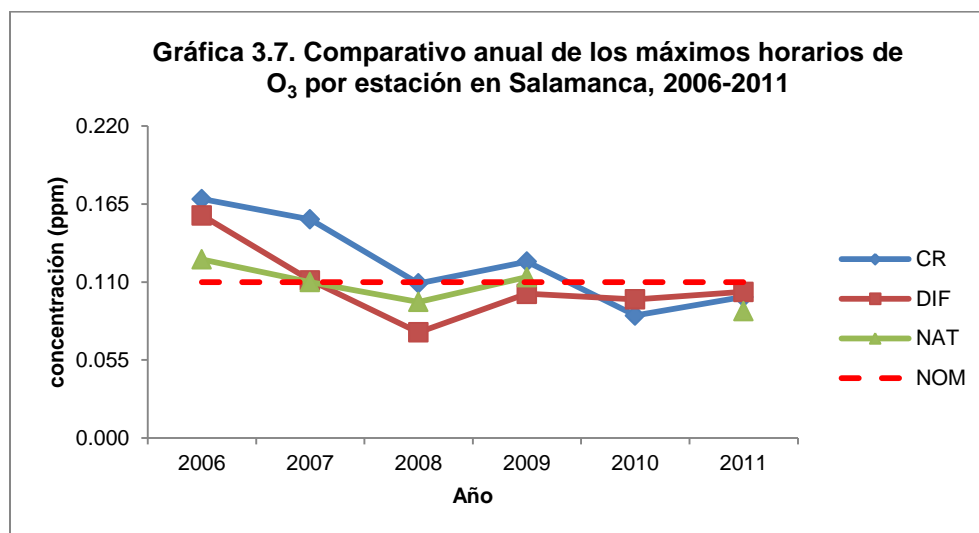
A lo largo del periodo las concentraciones del O<sub>3</sub> presentan un comportamiento consistente y una tendencia a la baja. Los datos muestran que sólo en tres años (2008, 2010 y 2011) se cumplió el criterio normado en las tres estaciones (tabla 3.6 y gráfica 3.7).

**Tabla 3.6. Cumplimiento de la norma horaria de O<sub>3</sub> (0.11 ppm) en Salamanca  
Máximo horario, 2006-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2006	0.169	0.157	0.126
2007	0.154	0.111	0.110
2008	0.109	0.075	0.096
2009	0.124	0.102	0.113
2010	0.086	0.098	D.I.
2011	0.099	0.103	0.089

D.I. = datos insuficientes

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.6

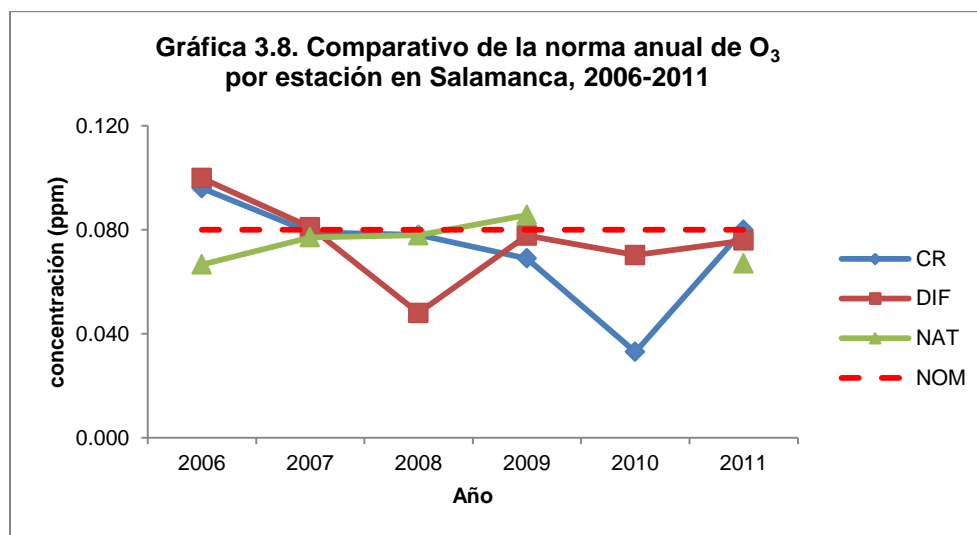
Con relación al indicador de la norma anual del O<sub>3</sub>, las concentraciones muestran un comportamiento con mucha variación y son poco consistentes, principalmente aquellas registradas en las estaciones Cruz Roja y DIF. Las concentraciones más altas se registraron en el 2006 y a partir del 2007 éstas se encuentran cercanas al límite establecido, o bien, por debajo de éste. No se observa una tendencia definida (tabla 3.7 y gráfica 3.8).

**Tabla 3.7. Cumplimiento de la norma anual de O<sub>3</sub> (0.08 ppm) en Salamanca. Quinto máximo de los promedios móviles de ocho horas, 2006-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2006	0.096	0.100	0.067
2007	0.079	0.081	0.077
2008	0.078	0.048	0.078
2009	0.069	0.078	0.086
2010	0.033	0.070	D.I.
2011	0.080	0.076	0.067

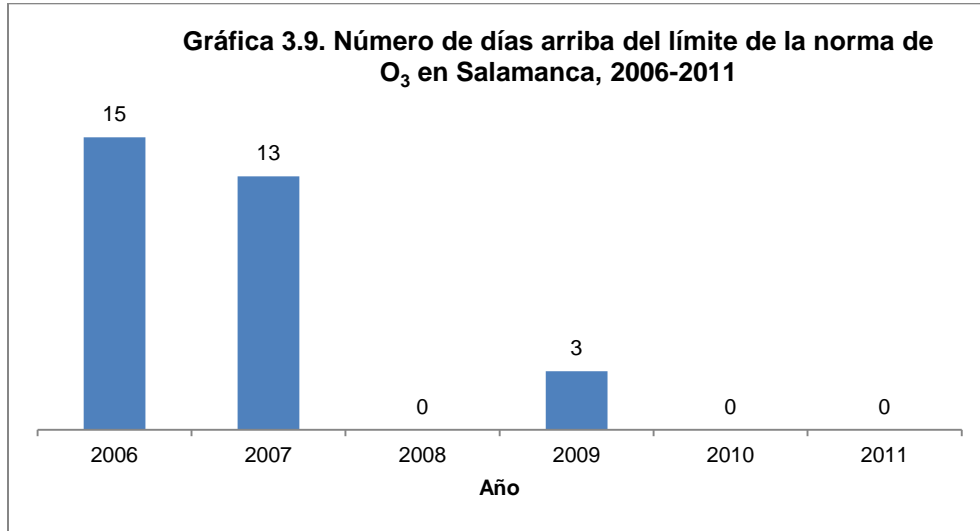
D.I. = datos insuficientes

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.7

La frecuencia del número de días del año en que se rebasó la norma de O<sub>3</sub> a lo largo del periodo mostró una notable reducción, al pasar de 15 días en el 2006 a cero días en el 2008, en los años siguientes sólo en el 2009 registraron 3 días fuera de norma (gráfica 3.9).



Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

### 3.2.4. Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

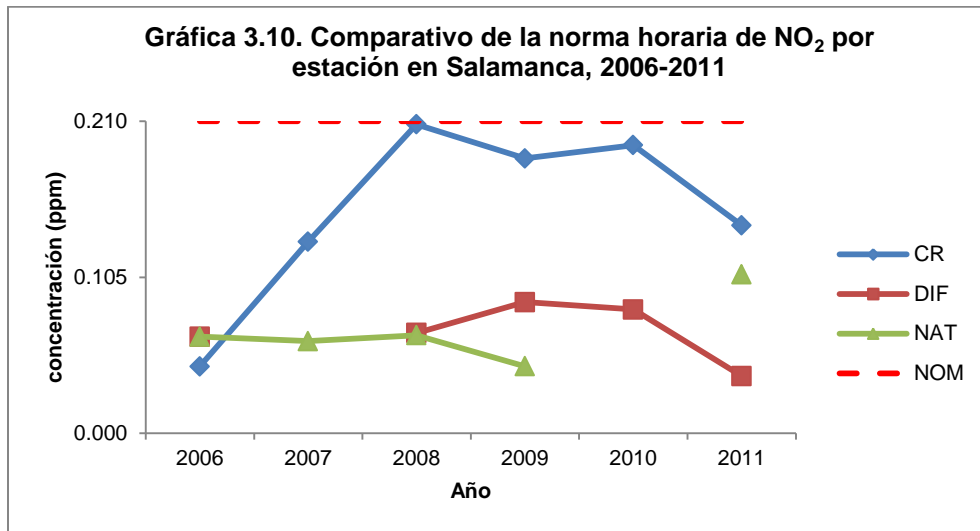
La NOM-23-SSA1-1993 para el NO<sub>2</sub> establece un límite máximo de 0.210 ppm promedio horario. Las concentraciones en las tres estaciones están por debajo de la norma. No obstante, al revisar este indicador por estación, destaca Cruz Roja por tener un comportamiento diferente a las otras dos estaciones, además, de registrar los valores más altos. Llama la atención que la estación Nativitas mostró en el 2011 una concentración mucho más alta de como venía registrando en años anteriores, (tabla 3.8 y gráfica 3.10).

**Tabla 3.8. Cumplimiento de la norma horaria de NO<sub>2</sub> (0.21 ppm) en Salamanca  
Segundo máximo de las concentraciones horarias, 2006-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2006	0.045	0.065	0.065
2007	0.129	S.M.	0.062
2008	0.208	0.068	0.066
2009	0.185	0.088	0.045
2010	0.194	0.083	S.M.
2011	0.140	0.038	0.107

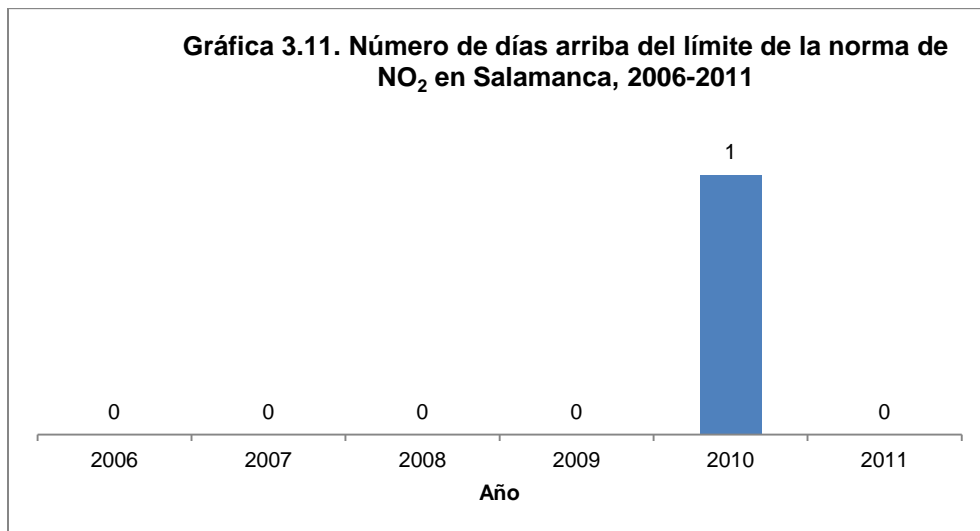
S.M. = sin medición

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.8

Respecto al número de días al año que se rebasó la norma de calidad del aire de NO<sub>2</sub>, en los seis años que comprende el periodo de análisis, solamente en el 2010 se registró una excedencia (gráfica 3.11).



Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

### 3.2.5. Monóxido de carbono (CO)

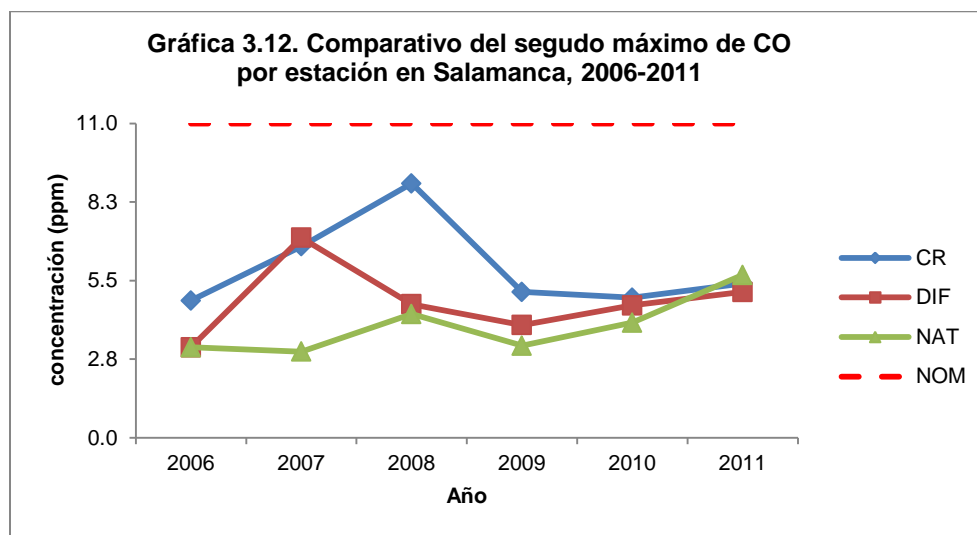
La NOM-021-SSA1-1993 de CO establece un límite máximo de 11.0 ppm en promedio móvil de 8 horas. Durante el periodo de análisis, este contaminante se mantuvo por debajo del criterio de la norma en las tres estaciones.

Al inicio del periodo y al 2008, el comportamiento de las concentraciones registradas en las tres estaciones fue heterogéneo, por lo que no se observaba una tendencia clara. A partir del 2009, las concentraciones son mucho más consistentes y se mantienen así hasta el 2011. En los últimos tres años del periodo se puede apreciar una tendencia ascendente (tabla 3.9 y gráfica 3.12).

**Tabla 3.9. Cumplimiento de la norma de 8 horas de CO (11.0 ppm) en Salamanca  
Segundo máximo de los promedios móviles de ocho horas, 2006-2011**

Año	Estación		
	Cruz Roja	DIF	Nativitas
2006	4.8	3.2	3.2
2007	6.7	7.0	3.0
2008	8.9	4.7	4.3
2009	5.1	3.9	3.2
2010	4.9	4.6	4.0
2011	5.4	5.1	5.7

Fuente: IEEG (2012). Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire



Fuente: Tabla 3.9

Respecto al número de días que se rebasa la norma, durante el periodo de análisis en ningún día se presentó esta situación. Se puede decir que este contaminante se encuentra controlado y no representa, por el momento un problema de calidad del aire en esta ciudad.

### 3.3. Evolución de las emisiones a la atmósfera

Los inventarios de emisiones contaminantes a la atmósfera de Salamanca han permitido identificar las principales fuentes de emisión, así como los tipos y cantidad de contaminantes. Los inventarios de emisiones constituyen el soporte técnico para la formulación de estrategias y medidas de control de la contaminación atmosférica contempladas en los programas de gestión para mejorar la calidad del aire para Salamanca.

En la tabla 3.10 se presenta un resumen de los inventarios de emisiones por tipo de contaminante en toneladas anuales, del año 2000 al 2008. Es importante aclarar que en estricto sentido, los dos primeros inventarios no son comparables con los dos últimos ya que existen variables metodológicas, por ejemplo, en los primeros se reportan hidrocarburos, mientras que en los segundos, compuestos orgánicos volátiles, por lo que los datos deben tomarse con reserva.

En el caso de las partículas  $PM_{10}$ , del  $SO_2$  y los  $NO_x$  se observa una reducción en la cantidad de emisión. En el caso contrario se encuentra el CO y los COV, los cuales muestran un aumento. Es importante señalar que la cantidad de emisión del CO no es consistente por lo que, como se mencionó anteriormente, estos valores deben tomarse con reserva.

**Tabla 3.10. Inventarios de emisiones de Salamanca por tipo de contaminante**

Año base	Emisión por contaminante (toneladas/año)				
	$PM_{10}$	$SO_2$	CO	$NO_x$	COV
2000 <sup>a/</sup>	12,862	103,007	125,583	19,393	*19,620
2004 <sup>b/</sup>	8,555	70,387	35,664	12,254	*9,119
2006 <sup>c/</sup>	8,362	78,944	38,899	12,871	12,064
2008 d/	6,932	45,470	227,143	14,457	23,197

Nota: \* cantidad reportada como hidrocarburos

Fuente: Elaboración propia con datos de:

<sup>a/</sup> ProAire Salamanca 2003-2006

<sup>b/</sup> Informe de Resultados ProAire Salamanca 2003-2006

<sup>c/</sup> ProAire Salamanca 2007-2012

<sup>d/</sup> IEEG (2012) Inventario de emisiones Guanajuato 2008

En la tabla 3.11 se presenta el resumen de las emisiones totales por tipo de fuente de cuatro inventarios. Se puede observar que en el caso de las fuentes puntuales, móviles y

naturales aumenta la cantidad de emisión, y que solamente las fuentes de área tienen una reducción.

**Tabla 3.11. Emisiones totales por tipo de fuente en Salamanca**

<i>Tipo de fuente</i>	<i>Tonelada/año</i>			
	<i>2000<sup>a/</sup></i>	<i>2004<sup>b/</sup></i>	<i>2006<sup>c/</sup></i>	<i>2008<sup>d/</sup></i>
Puntuales	119,678	84,436	108,836	132,298
Área	26,718	19,918	7,790	7,642
Móviles	131,673	28,657	33,243	169,034
Naturales	1,393	2,966	1,273	8,225
<b>Total</b>	<b>279,462</b>	<b>135,977</b>	<b>151,142</b>	<b>317,199</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de:

<sup>a/</sup> ProAire Salamanca 2003-2006

<sup>b/</sup> Informe de Resultados ProAire Salamanca 2003-2006

<sup>c/</sup> ProAire Salamanca 2007-2012

<sup>d/</sup> IEEG (2012) Inventario de emisiones Guanajuato 2008.

## 4. Metodología de Evaluación

---

La Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) conforme a sus atribuciones establecidas en el Reglamento Interior tiene las siguientes tareas:

1. Participar y apoyar a los gobiernos locales en la elaboración de los programas de gestión para mejorar la calidad del aire y en la gestión de monitoreo ambiental;
2. Planear y organizar el seguimiento y evaluación de los avances en el abatimiento de emisiones de contaminantes a la atmósfera, con la colaboración de las autoridades federales, estatales y municipales competentes;
3. Coordinar el diseño e instrumentación de estrategias integrales de gestión de la calidad del aire y su relación con la agenda nacional de energía y los programas de transporte y desarrollo urbano, entre otros, representando a la SEMARNAT en las diferentes actividades regionales y metropolitanas relacionadas con el manejo sustentable de las cuencas atmosféricas.

Dentro de la Dirección de Calidad del Aire de la SEMARNAT, el seguimiento y evaluación de los ProAire en las distintas ciudades mexicanas está a cargo de la Subdirección de Programas de Calidad del Aire, en donde se desarrolló la metodología y herramientas que permiten, en principio ayudar a los estados a sistematizar la información, identificar oportunidades de mejora, cuantificar el avance de cada una de las acciones, medidas y estrategias, pero sobre todo, permite conocer el grado de cumplimiento respecto a la reducción de emisiones y cumplimiento de las normas de calidad del aire ambiente. Además permite estandarizar la forma de reportar y presentar la información de cada uno de los ProAire vigentes en el país, con la evidencia documental respectiva.

Las evaluaciones de los ProAire sirven de base para la mejora continua tanto de las estrategias y medidas, como de los procesos de coordinación. En este sentido, la evaluación se convierte en un instrumento mediante el cual se logra identificar tanto oportunidades de mejora como las barreras que dificultan o impiden el cumplimiento de las metas, de tal suerte que se llega a determinar cuáles son las medidas que deben ser



replanteadas, reforzadas, o bien, deben continuar. Otro tipo de evaluaciones como la evaluación ambiental estratégica y la de vías de impacto permiten conocer el grado de eficiencia con base a estudios de costo-beneficio, costo-eficiencia y evaluación de impactos.

La evaluación y seguimiento del ProAire Salamanca 2007-2012 se realiza desde dos enfoques: cualitativo y cuantitativo, los cuales se describen a continuación.

#### **4.1. Evaluación cualitativa**

La evaluación cualitativa consiste en el seguimiento de las acciones realizadas en las medidas para verificar su cumplimiento. Con la información recabada es posible conocer el estatus de avance, es decir, si la medida inició, se encuentra en proceso de instrumentación, está por concluir o bien si está terminada. Esta actividad considera los siguientes pasos:

1. Solicitud de información. La SEMARNAT a través de la DGGCARETC solicita al responsable del seguimiento del ProAire Salamanca en el estado de Guanajuato la información referente a las acciones realizadas y avance logrado mediante el llenado del Formato de Seguimiento y Evaluación (SyE).
2. Recopilación de información. Adicionalmente, se realiza una consulta y recopilación de información en diversas fuentes que incluyen informes de gobierno, anuarios estadísticos, reportes y estudios técnicos, leyes, reglamentos, normas y artículos científicos, así como sitios web en Internet de los gobiernos de los estados, dependencias gubernamentales, universidades y centros de investigación, entre otros.
3. Depuración de la información. Una vez que se cuenta con el formato SyE llenado por el responsable del ProAire Salamanca, las evidencias de las acciones realizadas y el material bibliográfico, se revisa que la información corresponda a las acciones establecidas en el ProAire y que sea clara, consistente y representativa.
4. Análisis e interpretación. Este paso corresponde propiamente al seguimiento de avances de las acciones y al llenado de la Matriz de Evaluación y Ponderación (EyP), de manera que permite obtener información del cumplimiento y grado de avance de los objetivos y metas establecidas en el ProAire.

5. Presentación de resultados. Las acciones realizadas en cada una de las medidas y estrategias se describen de forma resumida.

Es importante señalar que el proceso de seguimiento de avances tiene fundamento en la información que proporciona cada una de las autoridades municipales, estatales y federales que participan. Además, se cuenta con el soporte documental correspondiente que, según sea el caso, consiste en informes, estudios técnicos, publicaciones oficiales, gacetas o periódicos oficiales, normas, reglamentos, fotos, entre otros.

Asimismo, para fortalecer el desarrollo del proyecto y solicitar información adicional de calidad del aire y de las acciones realizadas en el ProAire, se mantuvo comunicación con el responsable del programa.

Como se mencionó, para sistematizar la información se utilizan dos formatos de trabajo desarrollados por la SEMARNAT:

1. Formato de seguimiento y evaluación 2011 (SyE). El cual consiste en una hoja de cálculo de Excel en la que se registran los avances obtenidos y soporte documental (evidencia) a partir del año de inicio del ProAire y hasta el 2011 para cada una de las acciones establecidas en el Programa. Así mismo, cada acción va acompañada de uno o más indicadores y de un código de colores que denota el grado de avance (tabla 4.1). Tanto los indicadores como el código se utilizan posteriormente en la ponderación del grado de avance del ProAire. Un indicador es una herramienta que consiste en una estadística o parámetro para describir el estado de un evento a través del tiempo, por ejemplo, metros cuadrados a pavimentar anualmente, hectáreas reforestadas al año, vehículos verificados por semestre, entre otros más.

Este formato es llenado por el responsable del seguimiento del ProAire Salamanca, con información de las áreas correspondientes y enviado a la DGGCARETC para su revisión y análisis.

2. La matriz de Evaluación y Ponderación de Avance 2011 (EyP) es un formato de Excel que permite evaluar las acciones desarrolladas en la planificación del ProAire y establece las ponderaciones teórica y real, con el fin de obtener el porcentaje de avance ponderado de cumplimiento del programa en su conjunto.

Se entiende por ponderación teórica al valor porcentual asignado por la SEMARNAT para el ProAire Salamanca de acuerdo con la importancia relativa por acción, medida y estrategia.

Se entiende por ponderación anual programada al valor teórico de avance que asignó la SEMARNAT, con base en la programación establecida en el ProAire Salamanca 2007-2012.

Se entiende por ponderación real anual al valor porcentual obtenido en el presente ejercicio de evaluación, correspondiente al avance en la instrumentación de las acciones del ProAire Salamanca para los años 2010 y 2011, tomando como base las actividades realizadas y los indicadores reportados en el Formato SyE para cada acción establecida en el programa, así como las evidencias reportadas e información documental obtenida de fuentes oficiales.

Para el presente Proyecto de Seguimiento y Evaluación a Programas para Mejorar la Calidad del Aire, se retomó la matriz (EyP) del primer ejercicio de evaluación 2009 realizado por la SEMARNAT que incluye el porcentaje de avance real por acción, medida y estrategia correspondiente desde el año de inicio del ProAire Salamanca hasta el 2009. Dicha información fue actualizada al año 2011.

Para conocer el grado total de avance ponderado, la matriz EyP realiza cálculos aritméticos básicos para generar el valor porcentual de cumplimiento que ha tenido la aplicación del ProAire Salamanca.

Finalmente se obtiene el grado total de avance ponderado de cumplimiento y se clasifica de acuerdo con la siguiente escala cromática (tabla 4.1). Dentro de las mejoras realizadas a la escala cromática se encuentra el ajuste de la escala porcentual y por consecuencia de los criterios de cumplimiento que establece dicha tabla.

**Tabla 4.1. Código de colores, escala de avance ponderado y criterio de cumplimiento**

<i>Color</i>	<i>Avance</i>	<i>Clave</i>	<i>Escala</i>	<i>Cumplimiento</i>
--------------	---------------	--------------	---------------	---------------------

Rojo	No Iniciada	(NI)	0%	Insuficiente
Naranja	Iniciada	(I)	01-25%	Regular
Amarillo	En proceso	(P)	26-75%	Moderado
Verde	Por Terminar	(PT)	76-99%	Bueno
Verde oscuro	Terminada	(T)	100%	Óptimo

Nota: la escala porcentual es diferente a la utilizada en la evaluación 2009, pero la escala de color es la misma.

## 4.2. Evaluación cuantitativa

La evaluación cuantitativa se refiere al impacto que tienen en su conjunto las medidas y estrategias del ProAire Salamanca 2007-2012 en la calidad del aire y reducción de emisiones contaminantes a la atmosfera y se realiza desde dos puntos de vista:

1. Respecto al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente y el análisis de las tendencias de los contaminantes de interés. Para el presente Proyecto se tomó como base la información del *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*<sup>1</sup>, así como con información de la Red de Monitoreo Atmosférico de Salamanca para los años 2010 y 2011.
2. Respecto al cumplimiento de las metas de reducción de emisiones propuestas en el ProAire. Dicha reducción se ve reflejada con la comparación del inventario de emisiones año base inicial (2006) contra el inventario más reciente, el cual corresponde al Inventario Nacional de Emisiones de México 2008, (SEMARNAT, 2012, datos preliminares).

Para este tipo de evaluación es indispensable contar con la información suficiente y actualizada respecto a indicadores de calidad del aire e inventarios de emisiones. Solo entonces se puede conocer la magnitud de los cambios o variaciones a través del tiempo de las emisiones y la calidad del aire.

Con la finalidad de complementar la información de la calidad del aire al 2011, y que además ésta fuera consistente y uniforme, se preparó el formato de Indicadores de Calidad del Aire (ICA), el cual fue proporcionado al responsable del ProAire Salamanca

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Ecología (2011)

para que recopilara la información generada por la Red de Monitoreo Atmosférico de Salamanca.

En la tabla 4.2 se enlistan los indicadores de la calidad del aire utilizados con base en las Normas Oficiales Mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente de cinco contaminantes atmosféricos.

**Tabla 4.2. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental e indicadores de la calidad del aire**

<i>Contaminante</i>	<i>Norma</i>	<i>Valor normado</i>	<i>Indicador</i>
O <sub>3</sub>	Modificación a la NOM-020-SSA1-1993	0.11 ppm	Máximo horario
		0.08 ppm	Quinto máximo de los promedios móviles de 8 horas
CO	NOM-021-SSA1-1993	11.00 ppm	Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas
SO <sub>2</sub>	NOM-022-SSA1-1993 <sup>al</sup>	0.13 ppm	Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas
		0.030 ppm	Promedio anual de las concentraciones horarias
SO <sub>2</sub>	NOM-022-SSA1-2010	0.11 ppm	Segundo máximo de los promedios de 24 horas
		0.025 ppm	Promedio anual de las concentraciones horarias
NO <sub>2</sub>	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm	Segundo máximo de las concentraciones horarias
PM <sub>10</sub>	Modificación a la NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m <sup>3</sup>	Percentil 98 de los promedios de 24 horas
		50 µg/m <sup>3</sup>	Promedio anual de los promedios de 24 horas

Nota: <sup>al</sup> Norma de referencia para el análisis realizado en el presente Proyecto.

Asimismo se utilizó la frecuencia de los días del año que se rebasa el límite de la norma según contaminante por intervalos de concentración y el índice de la media anual relativa.

Respecto al índice de la media anual relativa, éste representa la variación porcentual de las concentraciones máximas del contaminante de interés con respecto a un año base, en este caso, 2006. La tendencia se observa como una serie de tiempo, donde el punto de partida corresponde a la concentración inicial a la cual se le asigna un valor de 100%. Cualquier punto de la línea de tendencia mayor a 100 indica un aumento en la concentración, mientras que un valor menor representa una disminución.

Es importante mencionar que el valor de concentración base (100%) puede o no estar dentro del límite permisible establecido en la norma de la calidad del aire correspondiente.

Los datos de calidad del aire tomados en cuenta para la construcción del índice son los valores anuales para el  $O_3$ ,  $PM_{10}$  y  $SO_2$ , así como los valores horarios para el  $CO$  y  $NO_2$ .

En el capítulo 3, se presentan una serie de indicadores de la calidad del aire que dan cuenta del comportamiento y tendencias de los contaminantes criterio respecto a las Normas Oficiales Mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente. Asimismo, en el capítulo 6, se presenta la evaluación respecto a los objetivos de reducción de emisiones.

# 5. Avances en la Aplicación de las Medidas, Periodo 2007-2011

---

## 5.1. Estrategia 1. Reducción de emisiones en el sector industrial, mediante el fomento al mejoramiento tecnológico, utilización de combustibles limpios y eficiencia energética

### **Medida 1. Fomentar programas de regulación en industrias de jurisdicción federal y estatal de Salamanca.**

La NOM-085-SEMARNAT-1994 fue inscrita en el Programa Nacional de Normalización 2008 con el objeto de actualizar los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera de los equipos de combustión de calentamiento indirecto nuevos, establecer precisiones técnicas referentes a los métodos analíticos y frecuencia de medición, e incluir el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad. El 3 de septiembre del 2009 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el Proyecto de Modificación a la NOM-085. Finalmente fue aprobada como definitiva el 29 de noviembre de 2011.

En noviembre de 2007 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la Norma Oficial Mexicana NOM-148-SEMARNAT-2006, referente a la contaminación atmosférica, recuperación de azufre proveniente de los procesos de refinación de petróleo. Esta norma establece los requisitos para la recuperación de azufre proveniente de refinación de petróleo con el fin de reducir las emisiones de compuestos de azufre a la atmósfera, obligando a las refinerías, específicamente a la Refinería Ingeniero Antonio M. Amor de Salamanca a mantener un cumplimiento de Recuperación Global de Azufre del 90% como mínimo en promedio trimestral a partir del 1 de marzo de 2008.

Referente a realizar visitas de inspección y verificar al 100% de las empresas de jurisdicción federal, al cierre del 2011, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente Delegación Guanajuato señala que de las 16 empresas de competencia federal, 8 se encuentran dentro del Programa Nacional de Auditoría Ambiental, 5 están fuera de

operación y 3 fueron visitadas, por lo que tienen procedimiento abierto ante esta autoridad ambiental.

En materia de regulación industrial, se actualizó el padrón de las empresas de jurisdicción estatal establecidas en el municipio de Salamanca. En el 2007 se tenían identificados 12 establecimientos de los cuales sólo 3 contaban con licencia actualizada. Para el 2011 son 20 los establecimientos identificados, de los cuales sólo cinco cuentan con licencia de funcionamiento. Se trabaja en un programa para regular la totalidad de las empresas de jurisdicción local.

Por su parte, la Delegación de la SEMARNAT en Guanajuato señala que de las 16 industrias de jurisdicción feral, todas se encuentran reguladas mediante la licencia de funcionamiento o la licencia ambiental única (LAU).

Respecto al cumplimiento del reporte de la Cédula de Operación Anual (COA), durante el 2007 y el 2008, 13 de las 15 empresas de jurisdicción federal asentadas en el municipio de Salamanca presentaron la COA, lo que representó 87% de cumplimiento en recepción de la cédula. A partir del 2010 se logró el 100% de cumplimiento. Cabe señalar que para el 2011 se incorporó una empresa más de jurisdicción federal, dando en total 16, también con un cumplimiento de 100%.

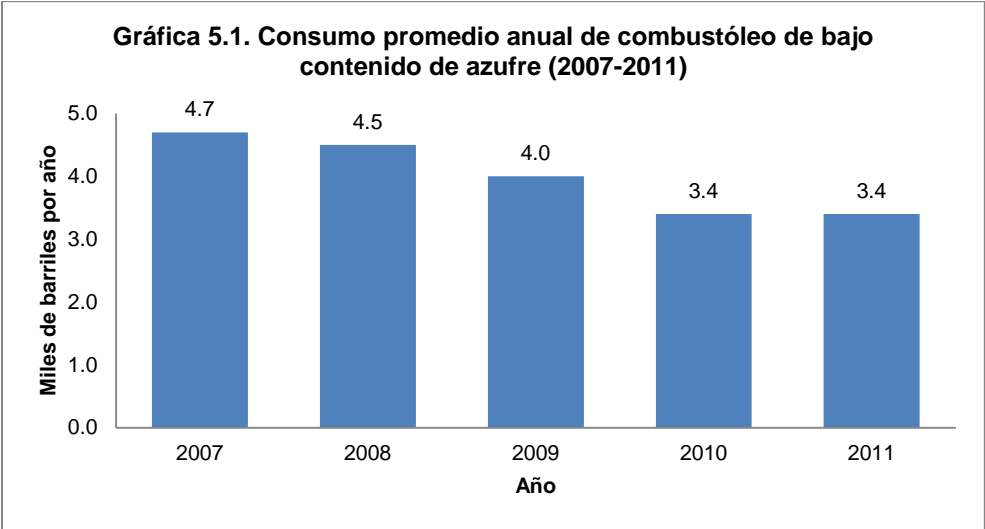
La Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato (SSG) es la encargada de realizar la inspección y verificación sanitaria a empresas de jurisdicción federal y estatal, incorporando el rubro de identificación de anomalías detectadas en materia de emisiones a la atmósfera. Durante el 2007 y 2008, realizó 14 visitas; en el 2009, 4; y en el 2010, 12 visitas. Para 2011, no se reporta avances.

## **Medida 2. Reducción de emisiones en la Refinería Ing. Antonio M. Amor.**

Durante el 2011, en la Refinería Ing. Antonio M. Amor, se invirtieron alrededor de 650 millones de pesos en los proyectos para la instalación de un compresor para recuperar gases de desfogue, para las campañas de monitoreo de fuentes fijas y para la construcción de una nueva planta de recuperación de azufre, con la cual se garantizará la recuperación a más del 90%, superior a lo requerido en la NOM-148-SEMARNAT-2006.

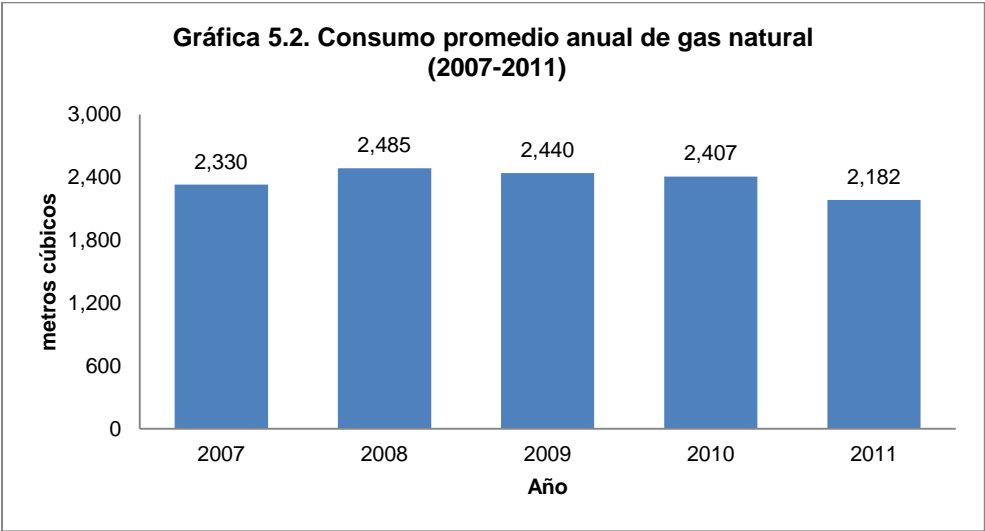


En cuanto al autoconsumo de combustóleo con menor contenido de azufre en la Refinería, el consumo promedio pasó de 4.7 mil a 3.4 mil barriles por día, del año 2007 al 2011 (gráfica 5.1).



Fuente: IEEG, 4to Informe de Resultados del Proare 2007-2012, con datos de PEMEX

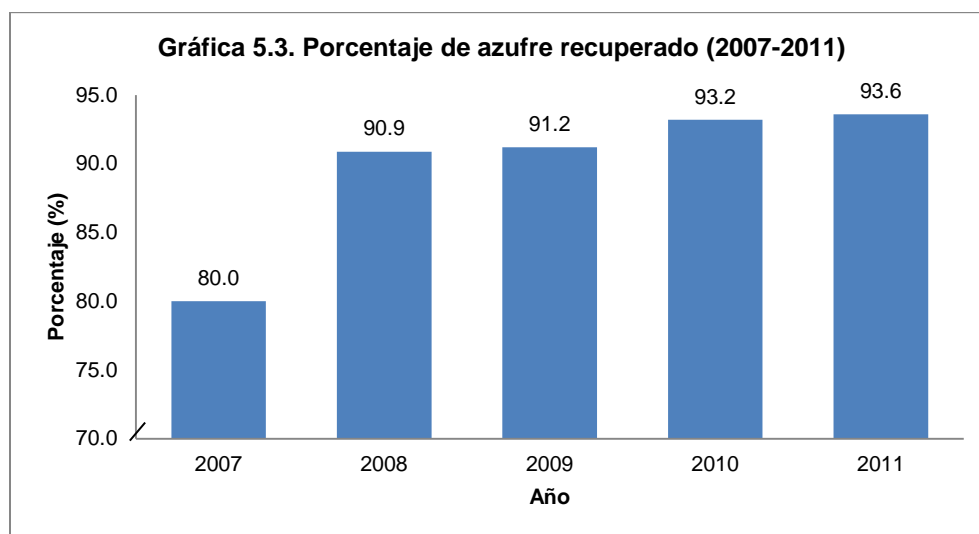
El consumo promedio de gas natural, pasó de 2,330 m<sup>3</sup> en 2007 a 2,182 m<sup>3</sup> en 2011; no obstante; fue durante los años 2008 al 2010, cuando el consumo llegó a ser hasta de 2,485 m<sup>3</sup> (gráfica 5.2).



Fuente: IEEG, 4to Informe de Resultados del ProAire 2007-2012, con datos de PEMEX

Con la modernización y la rehabilitación de las plantas recuperadoras de azufre U12 y SRU se ha dado cumplimiento a la NOM-148-SEMARNAT-2006, manteniendo un

porcentaje promedio de recuperación de azufre mayor a 90%, destacando durante 2011, el cual llegó a ser del 93.6%, comparado con el 80% que se tenía en 2007 (gráfica 5.3).



Fuente: IEEG, 4to Informe de Resultados del ProAire 2007-2012, con datos de PEMEX

Como parte de los ajustes que se le hicieron a esta medida, la acción referente a “Sustituir quemadores de piso por quemadores elevados”, fue modificada en su redacción y quedó como “Integración de una unidad de gases de desfogue en la refinería Ing. Antonio M. Amor”. Al respecto, al 2011 se tiene un avance del 84% y se prevé que entre en operación en el 2012.

Las modificaciones a los lavadores de gases CB-6 y CB-7 se harán de conformidad con la actualización de la NOM-085. No obstante con los proyectos conjuntos PEMEX-CFE (acerca de cogeneración con recuperación energética), no será necesario la instalación de lavadores de gases.

### **Medida 3. Reducción de emisiones generadas en la Central Termoeléctrica Salamanca.**

Durante el año 2007, el factor de planta promedio con el cual operó la Central Termoeléctrica de Salamanca fue del 34.37%. Durante el 2011 la Central mantuvo un bajo factor de planta, con un resultado acumulado de 20.47%.

Para este mismo año, la Unidad 3 operó 100% con gas natural. En tanto que en la Unidad 4 se realizaron pruebas de aceptación de bajo NO<sub>x</sub> utilizando mezclas de combustóleo y gas natural.

## **5.2. Estrategia 2. Reducción de emisiones de SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, HCT, CO y NO<sub>x</sub> en comercios y servicios**

### **Medida 4 Revisión, adecuación y actualización del marco jurídico municipal.**

En fecha 4 de mayo de 2009, mediante Acuerdo publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato (POGEG) el 2 de junio de 2009, se modificaron, reformaron, adicionaron y derogan diversos artículos del Reglamento de Ecología y Protección Ambiental del Municipio de Salamanca. Algunos de estos cambios se refieren a la regulación de comercios y servicios.

En relación al cumplimiento del marco jurídico en materia ambiental, la Dirección de Medio Ambiente de Salamanca, realiza visitas de inspección y verificaciones periódicas, atendiendo también las denuncias ciudadanas.

### **Medida 5. Revisión y regulación de los establecimientos de jurisdicción municipal.**

Se elaboró el padrón de comercios y servicios en un Sistema de Información Geográfica (GIS) el cual fue implementado en la Dirección de Catastro Municipal.

A la fecha el padrón se encuentra actualizado, es así que se tienen identificados 323 comercios. Entre los principales giros están los de panadería, tortillería, rosticería, restaurantes, hoteles, tintorería, y talleres de hojalatería y pintura. Cabe destacar que sólo el 23% de los establecimientos que integran este padrón se encuentran regulados.

Para la regulación de los establecimientos comerciales y de servicios, se cuenta con un procedimiento para la emisión de licencias ambientales. La licencia de uso de suelo emitida por parte del Municipio, es requisito para la emisión de licencias ambientales;

En cuanto a la identificación de establecimientos irregulares; a través de la Dirección de Medio Ambiente del Municipio llevan a cabo visitas de verificación atendiendo denuncias ciudadanas.

Durante el 2011 el IEEG impartió el “Cursos de Capacitación en Normatividad”; el “Curso de Capacitación en Impacto Ambiental”; y el “Curso de explotación de bancos de materiales pétreos a cielo abierto”, así como la capacitación para el desarrollo de las actividades del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del Municipio de Salamanca, en periodos de precontingencia.

Respecto a la implementación de un sistema de regulación ambiental por giro comercial, se cuenta con una base de datos donde se programan las verificaciones por giro comercial dentro del cual, durante el 2011 se llevaron a cabo siete verificaciones en los giros de tortillería y panadería. A estos se les solicita la licencia de uso de suelo y se indica el procedimiento de regulación en caso de contar con ésta.

En abril de 2010 se llevó a cabo la firma del Convenio de Colaboración para la Transmisión de Atribuciones Ambientales entre el Municipio de Salamanca y el IEEG con lo cual se formaliza la instrumentación de un registro municipal de emisiones y transferencia de contaminantes. No obstante, para su implementación se requiere que el registro de emisiones y transferencia de contaminantes esté incorporado al marco jurídico municipal.

Tomando como referencia los informes de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Guanajuato, se determinó que en el municipio de Salamanca del 2008 al 2010 la emisión al aire de dióxido de carbono pasó de 2'490,850 kg a 6'551,630 kg; mientras que la emisión de dióxido de nitrógeno pasó de 4,350 kg a 2,314 kg.

#### **Medida 6. Reducción de emisiones generadas por la industria ladrillera.**

En el 2010 se publicó para consulta pública el POGEG el proyecto de Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-001/2010, que establece las condiciones para la ubicación y

operación de fuentes fijas con actividad artesanal para la producción de piezas con arcilla. Su publicación se realizará durante el 2012.

En agosto de 2011 la acción que proponía “Crear un reglamento para la instrumentación y aplicación del Plan Director de Desarrollo Urbano para prohibir la ubicación de hornos ladrilleros en zona urbana” fue revisada y modificada para quedar de la siguiente forma: “Incluir dentro del Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente de Salamanca la prohibición de la ubicación de hornos ladrilleros dentro de la zona urbana del municipio”. Al respecto, se encuentran en proceso las gestiones de modificación al Reglamento.

La Dirección de Ecología y Medio Ambiente realiza visitas de verificación e inspección a las ladrilleras. De esta forma, en el 2010 y 2011 otorgó, respectivamente 50 y 15 permisos temporales para la operación y buen funcionamiento de los hornos ladrilleros.

Por su parte la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato durante el 2010, visitó a 49 de los 51 hornos ladrilleros ubicados en el municipio, de los cuales 2 fueron clausurados. Asimismo, en el 2011, realizó 8 visitas de inspección a fin de verificar que los hornos ladrilleros tuvieran la licencia ambiental de funcionamiento y que utilicen los combustibles autorizados.

Con relación a la acción “Concluir la construcción del parque ladrillero”, se aprobó el proyecto denominado “Construcción de oficinas y acceso al parque ladrillero” por un monto de 1 millón 24 mil 71 pesos. Con dicho proyecto se garantiza la reubicación de los productores en el parque ladrillero.

En el 2007 se realizaron los cursos PROMODE Cooperativismo y “Principios de Calidad en la Industria Ladrillera”. En octubre del 2010, IEEG realizó el Congreso de Ladrillo Artesanal, al cual asistieron representantes de los gobiernos de las diferentes entidades federativas de la república, universidades del país y productores ladrilleros de diferentes municipios del estado, incluido Salamanca. Dicho evento aportó las experiencias de ocho estados en cuanto a tecnologías, aspectos sociales, de salud, normatividad ambiental y reubicación de hornos. Por otra parte, se efectuó una visita de campo a la colonia ladrillera el Refugio, en León, en donde se observaron diferentes hornos y quemado de producto; asimismo, se intercambiaron puntos de vista con los productores respecto a mejoras de proceso y quemado.

### 5.3. Estrategia 3. Medidas para vehículos y transporte

#### Medida 7. Implementación del Programa de Detección de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes para el transporte público y privado.

En el 2008 se llevó a cabo la revisión del Reglamento de Seguridad Vial (anteriormente denominado Tránsito y Transporte); posteriormente, el 7 de julio de 2009 se publicó en el POGEG.

El Programa de detección de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes se implementó en el 2010, el cual contempla la calendarización de operativos “Exceso de humo”, la difusión del programa en diferentes medios de comunicación, la coordinación entre las autoridades ambientales, de seguridad pública y de tránsito.

**Tabla 5.1. Resultados del Programa de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes**

<i>Concepto</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>
Exceso de humo	82	106
Vehículos detenidos	82	0
Infraccionados	82	106

Fuente: IEEG (2011), Cuarto informe de resultados ProAire Salamanca 2007-2012

La edad promedio del parque vehicular de uso oficial del municipio de Salamanca en el periodo comprendido a diciembre 2008 fue de 7 años, derivado de la sustitución de unidades viejas por unidades nuevas. Sin embargo, al 2011 la edad promedio pasó a ser de 10 años.

**Tabla 5.2. Renovación del parque vehicular de uso oficial**

<i>Condición de la unidad</i>	<i>2007 y 2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>
Nueva adquirida	99	49	8	26
Usada sustituida	50	50	3	0

Fuente: IEEG, Informes de resultados ProAire Salamanca 2007-2012 (varios años)

#### Medida 8. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular.

Los vehículos de uso oficial del municipio cuentan con un programa continuo de cumplimiento de la verificación vehicular, de esta forma se identificó en el 2010 que sólo el 1.15% no aprobó satisfactoriamente la verificación; en el 2011 la representatividad fue de 1.02%. Estos porcentajes muestran un avance significativo ya que al inicio del ProAire se tenía un valor de 8%. También se ha identificado que el número de unidades sin

verificar ronda en promedio por semestre entre el 25% y 27 %, aunque cabe destacar que en el 2009 dicha proporción llegó a ser hasta del 51%.

Con relación a incrementar al 80% la verificación vehicular en el municipio a través de operativos permanentes, la participación porcentual de autos verificados se ha incrementado pero aún sin llegar a la meta.

**Tabla 5.3. Porcentaje de verificación en el municipio**

<i>Año</i>	<i>Núm. Operativos</i>	<i>% Verificación primer semestre</i>	<i>% Verificación segundo semestre</i>
2009	88	21.6	33.0
2010	218	56.5	62.0
2011	337	59.2	59.8

Fuente: IEEG, 2010 y 2011, Informes de resultados ProAire Salamanca 2007-2012

Durante el 2011 la Dirección de seguridad vial realizó diversos cursos de capacitación dirigidos al personal operativo con el objetivo de eficientar la implementación de los dispositivos de revisión de la verificación vehicular. Asimismo, se llevó a cabo un taller de sensibilización y concientización dirigido a las autoridades y personal operativo encargado de la aplicación del programa.

Respecto a la operación de los centros de verificación, la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato realiza visitas de inspección. Al respecto, en las visitas realizadas durante el 2011 no se encontraron irregularidades.

En cuanto a la asesoría y capacitación al personal técnico de los centros de verificación, al 2011 se ha logrado certificar al total del personal que labora en los centros, garantizando con esto la correcta operación del Programa Estatal de Verificación Vehicular.

### **Medida 9. Reducción de emisiones de los vehículos pesados con motores a diesel del transporte federal y local de carga y pasaje.**

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) los cinco centros de verificación vehicular existentes en el estado (tres en Celaya, uno en Salamanca y otro en Apaseo el Alto) son suficientes para atender a la verificación obligatoria, dada la flota vehicular, tanto de carga como de pasajeros que circula en Salamanca.

A partir de marzo del 2009 se estableció, de forma preventiva, restringir el acceso a la ciudad por las casetas de cuota ubicadas al norte de Salamanca a los vehículos pesados y aquellos que transporten material peligroso. Como vías alternas se utilizan la autopista Morelia-Salamanca, la carretera federal Irapuato–Querétaro y el libramiento sur.

Con relación a la acción “Construcción del libramiento norte para el transporte de carga fuera de vialidades con alto flujo vehicular, en octubre se aprobó su reorientación. Es ésta se contempla solicitar al ayuntamiento de Salamanca la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio con el fin de incorporar a éste el trazo del libramiento norte.

#### **Medida 10. Organización del sistema de transporte público colectivo y estructura vial.**

El Reglamento de Transporte Público fue publicado el 28 de octubre del 2008 en el POGEG.

El gobierno municipal realiza operativos para detectar, sancionar y en su caso retirar conforme a lo establecido por la normatividad en la materia todos aquellos vehículos de transporte público que no cumplan con las obligaciones de verificación, condiciones físico mecánicas o que hayan concluido su vida útil.

El Estudio Integral de Transporte del Municipio de Salamanca quedó terminado en el 2009. Respecto a la implementación de las medidas sugeridas por este estudio, se construyó el Puente Negro, el cual conecta las zonas suroriente y centro de la ciudad, logrando disminuir hasta en 30% el flujo vial del Puente Barahona.

Durante el 2010 se comenzaron a otorgar prórrogas de vigencia de títulos de concesión. Entre los requisitos está que los vehículos se encuentren dentro de los 10 años de vida útil, o bien, reúnan las condiciones indispensables para obtener una prórroga de tiempo de vida útil la cual no podrá exceder de cinco años. En este mismo año, se firmó el convenio para la instalación de 80 parabuses. Durante el 2011 se tuvo un avance del 35% en la instalación de parabuses y del 90% en la habilitación de paraderos oficiales de transporte público, logrando un mayor control operativo.



En agosto del 2011 se firmó el contrato para la elaboración del proyecto ejecutivo para el eje vial “Insurgentes” sobre el cual se pretende implementar un sistema de transporte troncal para el eje oriente-poniente de la ciudad de Salamanca, teniendo como primera fase la avenida Faja de Oro.

#### **5.4. Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable, restauración y conservación de los recursos naturales y planeación de desarrollo urbano mediante la aplicación del ordenamiento ecológico del territorio y el ordenamiento territorial**

##### **Medida 11. Desarrollar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial para Salamanca.**

En junio del 2009 se conformó un grupo de trabajo para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Salamanca (POET). En dicho grupo participan el IEEG, la Coordinación General de Programación y Gestión de la Inversión, la Dirección General de Desarrollo Urbano, la Dirección de Medio Ambiente y la Secretaría de Desarrollo Social.

En diciembre del 2010 se firmó el Convenio de Coordinación que establece las bases para la formulación, aprobación, expedición, ejecución evaluación y eventual modificación del POET.

Durante el 2010 la Universidad Autónoma de Morelos, conjuntamente con la SEMARNAT, el IEEG y el gobierno de Salamanca, desarrolló las primeras dos etapas del POET: caracterización y diagnóstico del municipio.

En septiembre del 2010 se constituyó el Comité Municipal de Ordenamiento Ecológico, el cual está integrado por un órgano Ejecutivo y un órgano Técnico. Dentro del órgano Técnico se asignó la presidencia a la Dirección del Medio Ambiente municipal; y en la Secretaría Técnica al IEEG. Asimismo se aprobó su reglamento interno.

En los últimos meses del 2011 se realizaron consultas públicas, foros actividades de difusión para dar a conocer el POET a los habitantes del municipio y que la población

pueda conocer y opinar sobre el modelo propuesto de las unidades de gestión ambiental en las que fue dividido el municipio.

### **Medida 12. Reducción de las emisiones generadas en la preparación de terrenos agrícolas.**

En el 2007 fue creado el Centro de Maquinaria Agrícola de Salamanca, operado a través del Módulo de Riego 011. El objetivo de este Centro es proporcionar apoyo de maquinaria a agricultores que no cuenten con ella para realizar siembra directa o labranza mínima, a bajos costos.

Respecto a la acción “Capacitación y fomento sobre buenas prácticas de labranza de conservación”, anualmente se realizan cursos de capacitación y fomento de las buenas prácticas de labranza, así como plática de concientización respecto a la no quema de esquilmo.

Por ejemplo, en el 2008 se realizó el curso “Manejo integral de labranza de conservación”; y en el 2011, el taller “Siembra directa como alternativa para la no quema de esquilmos”.

Respecto a la actualización de la Norma Técnica Ambiental NTA-IEG-005/2000, la nueva norma fue publicada como NTA-IEE-005/2007 el 19 de agosto del 2008 en el POGEG. Para fortalecer el cumplimiento de la norma en el 2010 se implementó el programa “No quema de esquilmos” atendiéndose 61 quemas de pastizal y 10 de esquilmo, en tanto que en el 2011 las brigadas atendieron 41 y 95 quemas, respectivamente.

A partir del seguimiento de la superficie quemada y no quemada que realiza el Módulo de Salamanca del Distrito de Riego 011, Río Lerma A. C. desde el 2006 hasta la fecha, se observa que del ciclo otoño-invierno 2007/08 al ciclo otoño-invierno 2010/2011, el porcentaje de superficie quemada presenta un rango de entre 1% y 2%, el cual contrasta de manera significativa con los valores de los dos ciclos anteriores (tabla 5.4).

**Tabla 5.4. Porcentaje de superficie con y sin quema según ciclo**

<i>Ciclo y periodo</i>	<i>% superficie sin quema</i>	<i>% superficie quemada</i>
Otoño-invierno 2006/07	94.85	5.15
Primavera-verano 2007	86.25	13.75
Otoño-invierno 2007/08	98.56	1.44
Primavera-verano 2008	97.03	2.97
Otoño-invierno 2008/09	98.82	1.18
Primavera-verano 2009	98.05	1.95
Otoño-invierno 2009/10	99.02	0.08
Primavera-verano 2010	99.00	1.0
Otoño-invierno 2010/11	98.00	2.00

Fuente: IEEG (2011) Cuarto Informe de resultados ProAire 2007-2012

Referente a la actualización del esquema de sanciones, durante el primer semestre del 2009, la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado incrementó en 40% los montos de las sanciones por incumplimiento a la Norma NTA-IEE-005/2007.

Con el objetivo de disminuir la emisión de partículas generada por la quema de esquilmos agrícolas, el IEEG integró un grupo regional de atención a quemas el cual está conformado por la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado y las Direcciones de Ecología de siete municipios, entre éstos, Salamanca. Este grupo sesiona de manera ordinaria cada dos meses. A la fecha se han generado acuerdos importantes referentes a inspección, vigilancia, educación, capacitación y difusión. Asimismo, se han sostenido pláticas con ganaderos del norte del Estado y con la Asociación Ganadera para fomentar el aprovechamiento y comercialización de los esquilmos generados en la región.

**Medida 13. Reducción las emisiones de partículas generadas en los suelos sin cubierta vegetal, caminos sin pavimentar y bancos de materiales.**

Se desarrolló un diagnóstico de las áreas erosionadas y caminos no pavimentados del municipio de Salamanca. Se identificaron 37'304,749 m<sup>2</sup> no pavimentados. Asimismo, el padrón de bancos de material dentro del municipio se encuentra actualizado, y la información contiene referencia geográfica y el estatus de cada uno de los bancos de material.

En cuanto a la pavimentación de caminos y calles del municipio de Salamanca, en la tabla 5.5 se presenta las cifras anuales de la superficie pavimentada. Cabe destacar que a parir

del 2008 se ha superado la meta anual de pavimentación igual a 100 mil metros cuadrados.

**Tabla 5.5. Superficie pavimentación en el municipio de Salamanca (2007-2011)**

<i>Año</i>	<i>Superficie pavimentada (m<sup>2</sup>)</i>
2007	51,603.42
2008	120,991.19
2009	114,050.00
2010	245,202.57
2011	100,868.00

Fuente: IEEG. Informe de resultados ProAire 2007-2012, varios años

Las áreas destinadas a parques y zonas recreativas, zonas de preservación ecológica y de fomento ecológico se encuentran identificadas en una Carta Síntesis de Zonificación de Salamanca, la cual es elaborada por la Dirección de Desarrollo Urbano del Municipio.

Al respecto, en el 2010 los Comités de Participación Ciudadana y la Dirección de Medio Ambiente y Ecología suscribieron convenios de colaboración para el mantenimiento de las áreas verdes de las colonias del municipio. Asimismo, se cuenta con la participación del sector empresarial para el mantenimiento de las áreas verdes ubicadas en distribuidores viales.

En el 2010 se detectaron 46 bancos de material en el municipio, de los cuales 22 están abandonados, 15 activos y 9 en uso alternativo o en regeneración. La Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato realizó visitas de inspección a siete bancos de material y visitó tres bancos de material para atender denuncias.

En el 2011 la Dirección de Medio Ambiente y Ecología del municipio generó cinco resolutivos a bancos de materiales, de los cuales tres corresponden a la renovación de proyectos de regeneración; mientras que los otros dos son autorizaciones para extracción, explotación y procesamiento de materiales. Existen cinco bancos de materiales en proceso de autorización en el área de impacto ambiental. En este mismo año, la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato realizó 20 visitas de inspección y vigilancia.

#### **Medida 14. Restauración y Conservación de los Recursos Naturales en el Área Protegida Cuenca Alta del Río Temascatío.**

El diagnóstico para determinar la capacidad de fijación de carbono del Área Natural Protegida de la Cuenca Alta del Río Temascatío, desarrollado por el IEEG, se terminó en 2009. A partir de este estudio se vislumbran posibilidades reales para el cobro de servicios ambientales por secuestro de carbono en esta zona.

En el 2007 la Dirección de Medio Ambiente inició con la colecta y manejo de germoplasma (semillas, frutos y bulbos) de especies de flora de la zona para su reproducción en el vivero del Ecoparque de Salamanca y la reintroducción de especies en zonas deterioradas del área natural protegida.

Durante el 2011, se realizó la plantación de árboles en la zona Alta del Río Temascatío, con especies nativas de la región, correspondiente al Programa Nacional de Reforestación y 22 hectáreas de obras para Cosecha de Agua al norte del municipio.

Además de lo anterior, se han realizado proyectos en paralelo con la finalidad de restaurar y conservar los recursos naturales de dicha área. Entre éstos se encuentran:

- Instalación de 21 fogones ahorradores de leña en las comunidades de San Lucas, Guangoche y Media Luna, localizada dentro del área natural.
- Enotecnia (por conducto del IEEG)
- Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua (Comisión Nacional Forestal, Pronatura A. C. y Coca-Cola)
- Programa de Reforestación y Protección a Zonas Reforestadas (Secretaría de Desarrollo Agropecuario)
- Programa ProÁrbol (Comisión Nacional Forestal)
- Obras de restauración de suelos y captación de agua (Municipio de Salamanca y Pronatura)
- Fideicomiso del Programa de Reforestación y Protección a Zonas Reforestadas del Estado de Guanajuato (FIFORES), un bosque para mi familia.

Como una acción adicional a las establecidas en el ProAire, en el 2007 se instaló una caseta de vigilancia para evitar el tránsito de subproductos forestales y fauna silvestre.

Desde entonces la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato mantiene vigilancia permanente. Como resultado de los recorridos y operativos que realiza la Procuraduría, se ha detectado el saqueo de arena, tierra de río y piedra de río.

## **5.5. Estrategia 5. Protección a la salud de la población y prevención a la exposición de niveles de contaminación atmosférica**

### **Medida 15. Actualización e instrumentación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para el Municipio de Salamanca.**

El Comité Técnico de Contingencias Ambientales Atmosféricas de Salamanca actualizó el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del 2005. Tanto el Programa como el Manual de Aplicación fueron publicados el 27 de julio de 2009 en el POGEG.

Entre los cambios más importantes está la reducción de los criterios de activación de la fase de precontingencias  $\text{SO}_2$ , los cuales pasaron de 145 partes por billón (ppb) a 130 ppb, estando acorde con lo que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-1993.

Debido a la quema de pastizales y de esquileo, aunado a las condiciones meteorológicas propias de la época invernal, durante 2010 fue necesario activar en cuatro ocasiones la fase de precontingencia por partículas suspendidas  $\text{PM}_{10}$ , mientras que en el 2011 fueron seis ocasiones. Desde el 2009 no se reportan precontingencias por  $\text{SO}_2$ .

### **Medida 16. Fortalecimiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública Ambiental.**

La Secretaría de Salud de Guanajuato, a través de la Jurisdicción Sanitaria V, continúa con la operación del Sistema de Vigilancia Epidemiológica y, de manera específica, cuando se presenta una precontingencia ambiental, lo cual se realiza a través del “Programa de Salud Contingencias Ambientales Atmosféricas”.

La información generada por cada unidad de salud dentro del municipio, es ingresada al Sistema Automatizado de Vigilancia Epidemiológica para el análisis de los padecimientos

asociados a los contaminantes ambientales ( $PM_{10}$  y  $SO_2$ ). Se utiliza el Sistema Único de Información de Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) para generar los canales endémicos del municipio para y determinar si la enfermedad en estudio se encuentra dentro de los límites esperados para ese año. En un análisis de los diagnósticos más frecuentes y los grupos de edad avanzada más afectados se utilizan los informes generados por precontingencias ambientales. Gracias a herramientas como el SUIVE se conoce el comportamiento del asma y del estado asmático y de las infecciones respiratorias agudas (IRA).

El SUIVE es un software que concentra la información semanal de 110 diagnósticos diferentes generador por el Sistema Nacional de Salud. Este programa opera a nivel local, jurisdiccional, estatal y nacional. Al 2010, la Secretaría de Salud ha capacitado a las 22 unidades de salud que conforman el sistema.

**Tabla 5.6. Relación de consultas médicas por IRA durante precontingencia**

<i>Año</i>	<i>Precontingencia</i>	<i>Total de consultas</i>	<i>Consultas por IRA</i>	<i>Consultas por IRA en el total de días con precontingencia (%)</i>
2007	8	4,913	948	19.29 %
2008	5	4,292	876	20.41 %
2009	3	1,500	323	21.53 %
2010	4	3,630	1,680	46.28 %
2011	6	3,840	1,551	40.39 %

Fuente: Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato. Retomado de IEEG, 4to Informe de resultados ProAire 2007-2012

**Medida 17. Realizar estudios específicos de investigación enfocados a relacionar las afectaciones a la salud provocadas por la contaminación atmosférica.**

La Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato elaboró el Programa de Investigación de Salud en Materia de Contaminación Ambiental 2007-2012. Este programa define los siguientes temas de investigación:

- Asociación entre la contaminación ambiental y la incidencia de enfermedades pulmonares en grupos de riesgo en Salamanca basado en la aplicación de espirometrías.
- Detección de Plomo, Vanadio y Manganeso en orina de niños de primero de primaria, como biomarcadores de exposición en Salamanca.

- Impacto de las contingencias ambientales sobre la inflamación pulmonar y la resistencia y reactividad de la vía aérea en escolares
- Aduetos de PAH-DNA y su asociación a polimorfismos CYP1A1 y GSTP1 en mujeres embarazadas y recién nacidos expuestos a contaminantes atmosféricos en el Estado de Guanajuato.
- Seguimiento de pacientes con asma bronquial en precontingencias ambientales en Salamanca en el 2006.
- Prevalencia de asma bronquial, rinitis alérgica y dermatitis atópica en niños (*International Study in Asma and Alergic in Childhood*) encuesta normalizada.

Este Programa presenta los resultados siguientes:

- Identificación y seguimiento de pacientes con asma bronquial, en las precontingencias ambientales por SO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub> en el área urbana de Salamanca en el año 2006

“No se observa ningún impacto en la prevalencia de pacientes hospitalizados o que asistieron a consulta del servicio de urgencias en las instituciones de salud de Salamanca, Guanajuato, con asma bronquial en relación con las precontingencias ambientales”.

- Determinación de la Prevalencia de asma bronquial, rinitis alérgica y dermatitis atópica en niños (ISAAC) en el área urbana de los municipios de Celaya, Salamanca, Irapuato, Silao y León.

“Salamanca obtuvo el porcentaje más alto de prevalencia de asma, de los cinco municipios participantes, comparado con el mismo tipo de estudio en México, este valor de porcentaje de prevalencia de asma es muy similar al del Estado de Tabasco y muy superior al de Monterrey. A niveles internacionales la magnitud del problema de asma bronquial es menor”.

- Aduetos de PAH-DNA y su asociación a polimorfismos CYP1A1 y GSTP1 en mujeres embarazadas y recién nacidos expuestos a contaminantes atmosféricos en el Estado de Guanajuato

“El porcentaje de la población femenina y en los recién nacidos evaluados que presentaron el polimorfismo M2 en el gen CYP1A1\*2<sup>a</sup> y el polimorfismo val del gen



GSTP1 representa un riesgo aumentado para desarrollar cáncer según lo observado en otras poblaciones”

- Función pulmonar y enfermedades respiratorias en niños de cinco ciudades del corredor industrial.

“Existe evidencia suficiente de que los niños de la ciudad de Salamanca presentan mayor frecuencia de síntomas respiratorios y enfermedades alérgicas como asma y rinitis, asimismo, presentan mayor frecuencia de alternaciones de la función pulmonar; no obstante, estas frecuencias son semejantes a la media nacional. Los más asociados a estos daños a la salud fueron el tabaquismo pasivo y la contaminación atmosférica, sobre todo por PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub>”

- Correlación entre la frecuencia de enfermedades respiratorias y días de precontingencia ambiental.

“El estudio concluye que no se cuenta con la información suficiente, ni la robustez del estudio para determinar una casualidad entre la frecuencia de enfermedades respiratorias y los días de precontingencia ambiental”.

Durante el 2010 dio inicio el estudio Efecto de la contaminación atmosférica en niños de Salamanca y su relación con el daño oxidativo. Los resultados se esperan tener a partir del 2012.

### **Medida 18. Implementar un programa de difusión e información a la población sobre los riesgos a la salud por la contaminación atmosférica.**

La promoción y educación para la salud, antes, durante y después de una precontingencia ambiental es un proyecto impulsado por la Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato. Por una parte, se capacita al personal médico sobre enfermedades respiratorias, signos de alarma, el manejo adecuado de los expedientes clínicos, así como las medidas que deberán tomarse antes, durante y después de una precontingencias ambiental. Por otra, el personal de salud acude a las escuelas de educación primaria y secundaria, para sensibilizar a los alumnos, maestros y padres de familia en las medidas que deben de tomarse en casos de precontingencia ambiental; se realizan platicas en salas de espera en las unidades de salud, redes escolares de adolescentes, mujeres embarazadas, entre

otros grupos de personas. También se reparte material gráfico impreso sobre las medidas preventivas a realizar en casos de precontingencia.

## **5.6. Estrategia 6. Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico**

### **Medida 19. Instrumentar un programa de educación ambiental de Salamanca.**

El 3 de junio del 2009 fue presentado a distintos sectores de la sociedad, el Programa de Educación Ambiental para Mejorar la Calidad del Aire del Municipio de Salamanca. En la elaboración de dicho programa participaron el IEEG, la Secretaria de Educación del Estado y el Municipio de Salamanca. En este Programa de Educación se definieron las necesidades de capacitación, quedando identificados 8 sectores y 14 subsectores a los que se dirigirán las acciones de capacitación y educación ambiental.

Como parte de las actividades de este Programa se encuentran talleres, pláticas, conferencias, reuniones, cursos y visitas al área natural protegida.

### **Medida 20. Impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.**

Se tienen identificados temas prioritarios de investigación en materia de calidad del aire, algunos de los cuales se mencionan a continuación (periodo 2007 al 2011):

- Estudio de olores detectados en Salamanca.
- Diagnóstico de tendencias espaciales y estacionales de partículas suspendidas  $PM_{2.5}$ , compuestos orgánicos volátiles, y sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) en la Ciudad de Salamanca.
- Estudio Meteorológico Regional con la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Guanajuato.
- Modelación de dispersión de fuentes fijas y vehiculares en la Ciudad de Salamanca.
- Evaluación preliminar de la contribución de fuentes específicas en la calidad del aire de la Ciudad de Salamanca.
- Identificación y determinación de cuencas atmosféricas.

- Metodología para generar sistema de información geográfica sobre cultivos generadores de residuos agrícolas.

Por otra parte, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG) en coordinación con el IEEG emite anualmente una convocatoria para proyectos en materia de aire, de acuerdo a las prioridades de investigación detectadas por el Instituto y algunas otras Instituciones que se suman a la investigación.

En diciembre del 2011 se llevó a cabo la conformación del Comité de Evaluación Interinstitucional para impulsar proyectos prioritarios de investigación y desarrollo tecnológico. Está integrado por la Secretaría de Salud del Estado, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, el Patronato para el Monitoreo de la Calidad del Aire de Salamanca, A. C., la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato y el IEEG.

## **5.7. Estrategia 7. Medidas para el fortalecimiento institucional**

### **Medida 21. Certificación ambiental de los procesos de administración de calidad del aire, recursos naturales e infraestructura urbana del municipio.**

El Municipio se incorporó al Programa Nacional de Auditoría Ambiental con seis procesos municipales, siendo uno de ellos la “administración de la calidad del aire en la cabecera municipal”.

En septiembre del 2010 se aceptó de manera completa el reporte derivado de la auditoría ambiental en el que se integra un plan de acción con actividades a cumplir en 24 meses.

Asimismo, se hizo la aclaración que no existe la certificación de municipio limpio, por lo que se estableció el cambio de denominación de los certificados que pueden obtenerse, el cual corresponde a “certificado de calidad ambiental”; por tanto, no existe la denominación de “municipio limpio”

En el 2011 se llevó a cabo la firma de convenios entre la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y el municipio de Salamanca para dar cumplimiento al plan de acción resultante de la auditoría ambiental.

Dentro de las actividades realizadas en el Plan de Acción, se cuenta con la autorización por parte del Estado para la operación del centro de acopio municipal; se han subsanado las observaciones en el panteón de la Cruz y el panteón de Las Flores; se ha realizado el acondicionamiento de oficinas con sus contaros de agua y luz y sus licencias de uso de suelo, se cuenta con un programa de separación de residuos en las diferentes dependencias y se ha logrado un aumento en el porcentaje de verificación de las unidades vehiculares de uso oficial.

## **Medida 22. Fortalecimiento de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Salamanca.**

Para fortalecer los controles de calidad para la operación de las estaciones de monitoreo se optó por implementar un sistema de gestión de la calidad (SGC) teniendo como base la norma internacional ISO-9001:2008, dicho proceso inició en 2008. Para febrero del 2009 se obtuvo la certificación del proceso de “Supervisión y Publicación de Datos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Guanajuato”. La empresa QS MEXIKO, AG ha sido la encargada de realizar las auditorías al SGC y los resultados han permitido la recertificación durante 2010 y 2011.

Además de las auditorías al SGC, el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA), realizó durante el 2010, auditorías técnicas a los equipos de cada una de las estaciones de monitoreo de la Red.

Durante el 2007 se fortaleció el Centro de Control de la Red Estatal de Monitoreo de la Calidad de Aire del Estado de Guanajuato (REMCAEG), mediante la adquisición de software para el manejo adecuado de la información generada por las redes de monitoreo. Posteriormente, en el 2009 el IEEG elaboró una herramienta de validación de datos siguiendo los criterios de evaluación definidos por el CENICA.

Como parte del SGC, se estableció un programa anual de capacitación a los operadores de la Red. En el 2010 se llevó a cabo el curso de mantenimiento preventivo y validación de datos; y en el 2011 la capacitación versó sobre el mantenimiento y operación de equipos de partículas.

Por otra parte, en septiembre del 2011, el CENICA organizó el “Taller de diseño de programas de control y aseguramiento de la calidad en sistemas de monitoreo atmosférico”

En marzo del 2011 comenzó a operar el Taller de Mantenimiento y Laboratorio de Calibraciones de la red de monitoreo de Salamanca, en donde se realiza el mantenimiento correctivo a los analizadores que así lo requieran a un menor costo y tiempo que los proveedores externos.

A partir de enero del 2008 las estaciones DIF, Nativitas y Cruz Roja cuentan con equipos para el muestreo de partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>).

Para la modelación de escenarios de dispersión de contaminantes atmosféricos se utilizan los modelos Aermód y ISC-ST3 (Industrial Source Complex Model).

En cuanto a la gestión de mecanismos de financiamiento, en el 2009 el IEEG aportó \$1'125,000.00 de pesos para la operación de la Red de Monitoreo de Salamanca, a través de un convenio de coordinación con el Patronato para el Monitoreo de la Calidad del Aire de Salamanca, A.C.

### **Medida 23. Actualización del Inventario de Emisiones.**

En el 2009 el IEEG concluyó la actualización del Inventario de Emisiones del Estado de Guanajuato, año base 2008. Al 2011 continúa en proceso la actualización del inventario año base 2010.

### **Medida 24. Promover la revisión de normatividad existente y creación de nuevas normas.**

A partir del 2008 se han dado los primeros esfuerzos para conformar un grupo interinstitucional dedicado a impulsar la revisión y actualización del marco normativo ambiental. En este sentido, la SEMARNAT identificó en el 2009 la necesidad de evaluar comparativamente la aplicación de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-1997, la cual se refiere al uso de fuego en terrenos forestales y agropecuarios, con la NTA-IEG-005/2007, relativa a la gestión integral de los residuos agrícolas.

## **Medida 25. Desarrollo e implementación de una estrategia de difusión y comunicación social.**

En junio del 2009 se conformó el Grupo Interinstitucional de Comunicación Social, el cual tiene como encomienda implementar una estrategia de difusión y comunicación social del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2007-2012. En 2010 quedó listo el diseño de la campaña de difusión y comunicación social.

En abril del 2008 el Municipio de Salamanca y el IEEG firmaron un convenio de colaboración para la instalación de cuatro pantallas electrónicas en puntos estratégicos, las cuales comenzaron a operar en 2009. Estas pantallas tienen la función de dar a conocer los niveles de la calidad del aire y dar avisos (clips) respecto a: evitar la quema de esquilmo y basura, verificación vehicular, información ambiental, salud, entre otros.

Las actividades de difusión realizadas de 2007 a 2011 respecto a prevención y control de las emisiones provenientes de fuentes fijas o móviles se resumen a continuación:

- Seis campañas de verificación vehicular
- Foro Estatal de Verificación Vehicular
- Distribución de material impreso como calendarios y folletos sobre la verificación vehicular, así como folletos y trípticos para evitar la quema de esquilmos
- Distribución de discos compactos con el compendio de Normatividad Ambiental
- Seis campañas para evitar la quema de esquilmos
- Programa preventivo de no quema de basura y pastizales en lotes baldíos
- Presentación de cuatro Informes de Resultados del ProAire Salamanca 07-11

Respecto a la estrategia de comunicación para la protección a la salud durante episodios de contingencia o precontingencia ambiental; se realizaron pláticas en salas de espera y consultorios médicos sobre la prevención y manejo de IRA y los probables efectos a la salud por la exposición a  $PM_{10}$ ; se activa el sistema de vigilancia epidemiológica y se llevan a cabo visitas domiciliarias y encuestas, además de brindar orientación sobre las

precauciones que se deben de tener antes y durante de una precontingencia. También se reparte material impreso como folletos informativos sobre IRA.

De manera general, para la difusión de las acciones y avances del ProAire se han publicado artículos en revistas y diarios, se han emitido spots en radio y televisión, se han puesto anuncios espectaculares, y se han montado lonas y pendones. Cabe destacar que el IEEG ha elaborado cuatro Informes de resultados del ProAire Salamanca 07-11, siendo el más reciente el correspondiente a 2011.

Durante el 2010, por primera vez se efectuó el envío de mensajes personalizados a 25 mil usuarios, vía radio comunicación (Nextel y móviles). En el 2011, el número de usuarios ascendió a 50 mil.

En 2011 el IEEG seleccionó dos medios informativos oficiales para difundir la calidad del aire y recomendaciones a la población de manera diaria y permanente. Esto son la estación de radio XEZH 1260 AM y el canal 23.

Aprovechando los medios electrónicos y las redes sociales en Internet, se habilitó una cuenta en Facebook con el objetivo de difundir diariamente la calidad del aire y las acciones del ProAire Salamanca. En 2011 se registraron 2152 seguidores

## **5.8. Estrategia 8. Buscar el financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del ProAire Salamanca 2007-2012**

### **Medida 26. Promover la creación de un fideicomiso ambiental para el mejoramiento de la calidad del aire de Salamanca.**

En el año 2009 se concluyó la propuesta de marco jurídico, estructura y reglas de operación para la creación del Fideicomiso Ambiental para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de Salamanca (FAMCAS).

En 2010 se asentó el acuerdo de las partes para realizar la aportación del capital semilla por cada una de las instituciones y dependencias participantes. También se acordó que el Fideicomiso fuera municipal a fin de darle mayor operatividad, por lo que municipio quedó como responsable del seguimiento. El 17 de diciembre de ese mismo año se publicó en el POGEG el acuerdo de creación del Fideicomiso Ambiental.

En el 2011 se presentó el plan de trabajo anual ante el Comité Técnico. En octubre de ese año se recibieron los primeros proyectos a financiar presentados por el municipio, el IEEG y por la Secretaría de Salud.

No se reportan avances respecto a esquemas de financiamiento internacional ni para el establecimiento de esquemas de subsidio cruzado.



**Tabla 5.7. ProAire Salamanca, avance ponderado 2007-2011**

No.	Medida	Estatus y Avance (%)				
		NI	I	P	PT	T
<b>1. Reducción de emisiones en el sector industrial mediante mejoras tecnológicas, incremento del uso de combustibles limpios y eficiencia energética</b>						
1.1	Fomentar programas de regulación en industrias de jurisdicción federal y estatal de Salamanca				86	
1.2	Reducción de emisiones en la Refinería Ing. Antonio M. Amor				96	
1.3	Reducción de emisiones generadas en la Central Termoeléctrica Salamanca				81	
<b>2. Reducción de emisiones de SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, HCT, CO y NO<sub>x</sub> en comercios y servicios</b>						
2.1	Revisión, adecuación y actualización del marco jurídico municipal				93	
2.2	Revisión y regulación de los establecimientos de jurisdicción municipal			74		
2.3	Reducción de emisiones generadas por la industria ladrillera			70		
<b>3. Medidas para vehículos y transporte</b>						
3.1	Implementación del Programa de Detección de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes para el transporte público y privado en el municipio de Salamanca				86	
3.2	Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular				77	
3.3	Reducción de emisiones de los vehículos pesados con motores a diesel del transporte federal y local de carga y de pasaje			61		
3.4	Organización del sistema de transporte público colectivo y estructura vial				77	
<b>4. Aprovechamiento sustentable, restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano mediante la aplicación del ordenamiento ecológico del territorio y el ordenamiento territorial</b>						
4.1	Desarrollar el Plan de Ordenamiento Ecológico y Territorial para Salamanca			64		
4.2	Reducción de las emisiones generadas en la preparación de terrenos agrícolas				83	
4.3	Reducción de las emisiones de partículas generadas en los suelos sin cubierta vegetal, caminos sin pavimentar y bancos de materiales				86	
4.4	Restauración y conservación de los recursos naturales en el Área Natural Protegida Cuenca Alta del Río Temascatío				98	
<b>5. Protección a la salud de la población y prevención a la exposición de niveles de contaminación atmosférica</b>						
5.1	Actualización e instrumentación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para el Municipio de Salamanca				95	
5.2	Fortalecimiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública Ambiental				92	
5.3	Realizar estudios específicos de investigación enfocados a relacionar las afectaciones a la salud provocadas por la contaminación atmosférica				88	
5.4	Implementar un programa de difusión e información a la población sobre los riesgos a la salud por la contaminación atmosférica				80	
<b>6. Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico</b>						
6.1	Instrumentar un Programa de Educación Ambiental en Salamanca				91	
6.2	Impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico				93	
<b>7. Medidas para el fortalecimiento institucional</b>						
7.1	Certificación ambiental de los procesos de administración de calidad del aire, recursos naturales e infraestructura urbana del Municipio			66		
7.2	Fortalecimiento de la red de monitoreo atmosférico de Salamanca				86	
7.3	Actualización del Inventario de Emisiones			50		
7.4	Promover la revisión de normatividad existente y creación de nuevas normas					100
7.5	Desarrollo e implementación de una estrategia de difusión y comunicación social				84	
<b>8. Buscar el financiamiento que garantice el cumplimiento de las medidas del Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de Salamanca 2007-2012</b>						
8.1	Promover la creación del Fideicomiso Ambiental para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca				80	

Claves: NI = No iniciada, I= iniciada, P= en proceso, PT= por terminar, T= terminada

# 6. Evaluación de la Calidad del Aire y de la Reducción de Emisiones

---

## 6.1. Tendencias de la calidad del aire

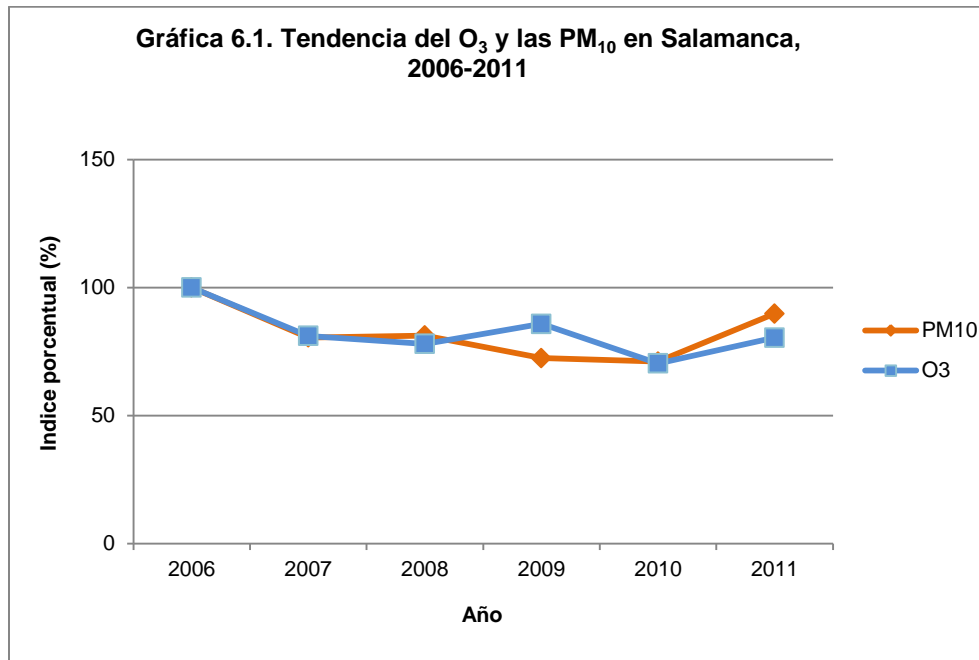
En el presente informe se evalúa la tendencia de cinco contaminantes criterio tomando como referencia el *índice de la media anual relativa*<sup>2</sup>, el cual representa la tasa porcentual de cambio de las concentraciones respecto a un año determinado, en este caso, el 2006. La tendencia se representa como una serie de tiempo donde el punto de partida corresponde al valor de la concentración del año de referencia, ya sea que esté o no dentro de norma, y se le asigna el valor de 100%. En la evaluación, cualquier valor mayor a 100% indica un aumento en la concentración o una tendencia al alza, mientras que un valor menor representa una disminución o tendencia a la baja.

En el caso de las partículas PM<sub>10</sub>, el SO<sub>2</sub> y el O<sub>3</sub>, se utilizaron los datos de concentración de los criterios anuales de las normas respectivas, mientras que para el NO<sub>2</sub> y CO se utilizaron los datos de concentración de las normas horarias.

En la Ciudad de Salamanca, tanto las partículas PM<sub>10</sub> como el O<sub>3</sub> presentan una disminución en sus concentraciones. En ambos casos la tendencia muestra un decremento continuo hasta el 2010, con un cambio en la tendencia en el 2011 (gráfica 6.1).

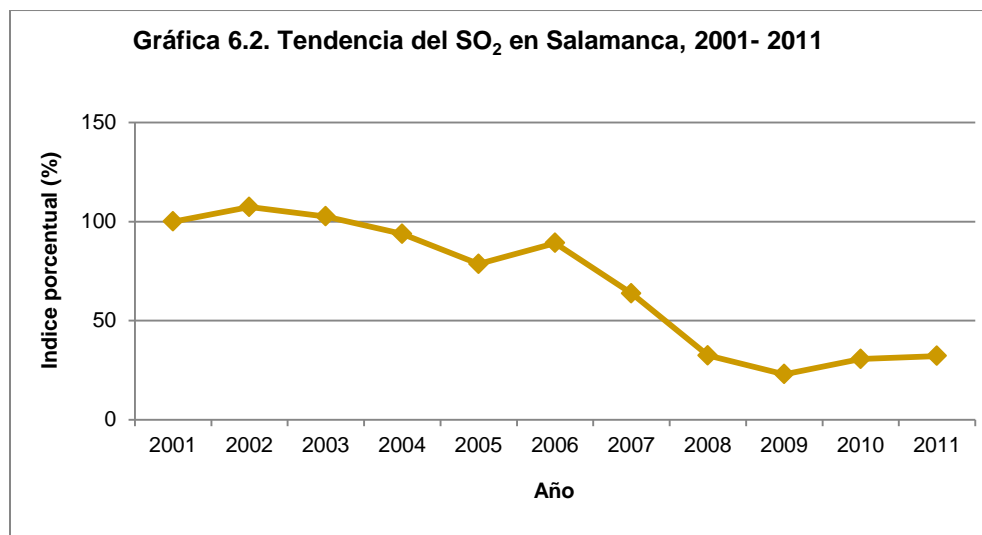
---

<sup>2</sup> Utilizado por el Gobierno del Distrito Federal (2009) en sus informes de calidad del aire; y retomado en la elaboración del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012-2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del IEEG-Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

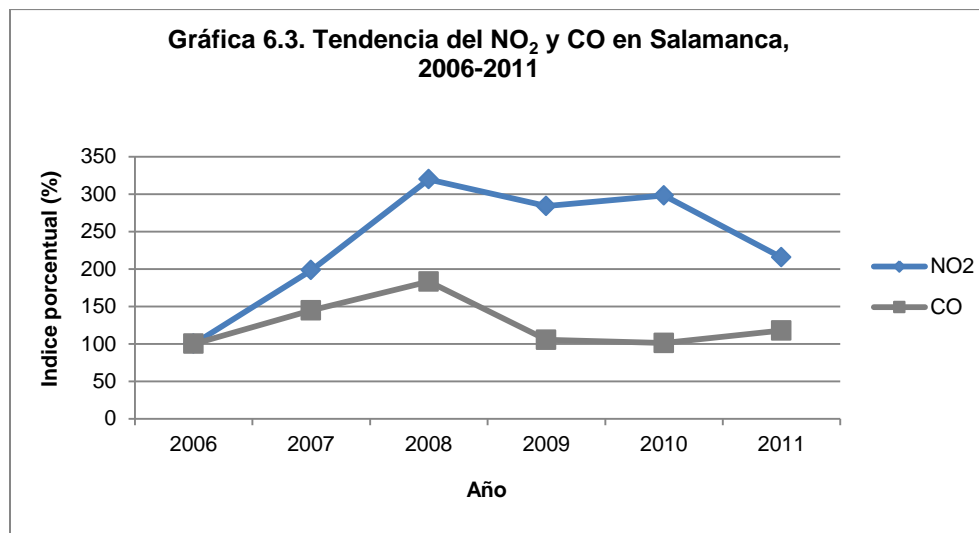
En el caso del SO<sub>2</sub>, se presenta una serie de tiempo más amplia la cual comprende del año 2001 al 2011. En la gráfica 6.2 se aprecia la disminución continua de las concentraciones de este contaminante con una tendencia notablemente a la baja.



Fuente: Elaboración propia con datos del IEEG-Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

En lo que respecta al NO<sub>2</sub> y CO, en ambos casos las concentraciones tiene un incremento. La tendencia respecto al NO<sub>2</sub> es proporcionalmente mucho mayor, sobrepasado en el 2008 el 300%, comportamiento que se revierte en el 2011. En el caso

del CO la tendencia es más estable, con un valor máximo en el 2008, y luego, muestra una tendencia a la baja que se mantiene en los años posteriores pero por arriba del año base (gráfica 6.3)



Fuente: Elaboración propia con datos del IEEG-Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

De los cinco contaminantes evaluados las PM<sub>10</sub>, el O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub> presentan una tendencia descendente, mientras que el NO<sub>2</sub> se encuentra en el caso contrario, es decir, al alza; la tendencia del CO se considera estable en los últimos tres años.

## 6.2. Evaluación en la reducción de emisiones

Para la evaluación del cumplimiento en la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera conforme a las metas señaladas en el ProAire Salamanca 2007-2012 se tomaron en cuenta los inventarios de emisiones año base 2006 y 2008.

Las metas del ProAire respecto a la reducción de emisiones contaminantes son las siguientes:

- a) Reducir al año 2012 el 60% de las emisiones de SO<sub>2</sub> en el sector energía, respecto al año base 2006.
- b) Reducir al año 2012 el 30% las emisiones de PM<sub>10</sub> en los sectores contribuyentes respecto al año base 2006.

- c) Reducir las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno en los sectores energía y transporte.

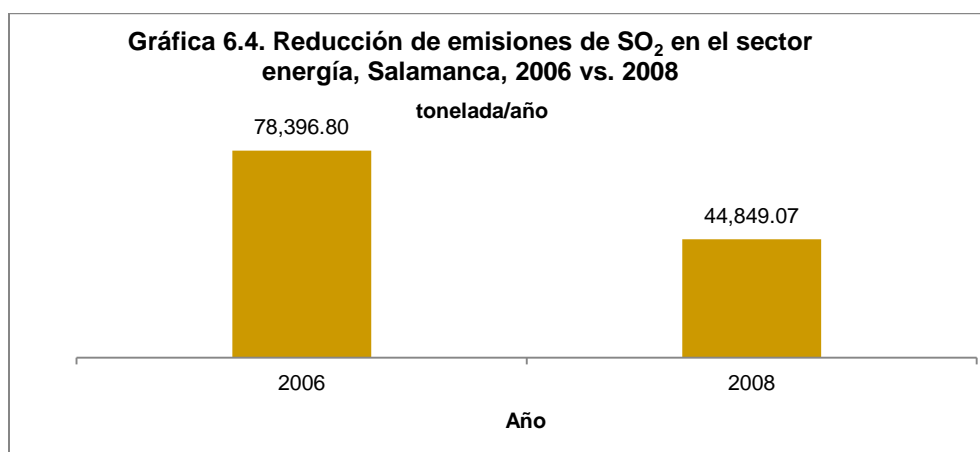
Para la presente evaluación se procede a determinar si hay una variación, ya sea positiva (incremento) o negativa (reducción), de las emisiones totales de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y COV, es decir, se obtiene la diferencia de emisión en toneladas por año y su equivalente en porcentaje, la cual se revisa con las metas del ProAire.

Respecto al primer inciso, se presenta la reducción de las emisiones del SO<sub>2</sub> provenientes del sector energía, que básicamente comprende la generación de energía eléctrica y la industria del petróleo y petroquímica, ya que entre ambas representan el 99.3% de las emisiones de este contaminante. En el 2006 estas fuentes emitieron 78,397 toneladas, mientras que en el 2008, fueron 44,849 toneladas, lo que significa una diferencia de 33.5 mil toneladas, lo que equivale al 42.8% de reducción (tabla 6.1 y gráfica 6.4)

**Tabla 6.1. Reducción de las emisiones de SO<sub>2</sub> en el sector energía de Salamanca (tonelada/año)**

	A 2006 <sup>a/</sup>	A 2008 <sup>b/</sup>
Emisión del sector energía	78,396.80	44,849.07
Variación en el periodo 2006-2008		-33,547.73
Porcentaje de variación (%)		-42.8%

Fuente: Cálculos propios con base en: <sup>a/</sup> ProAire Salamanca 2007-2012; <sup>b/</sup> SEMARNAT-SINEA 2008 (datos preliminares)



Fuente: Tabla 6.1

Con relación a los incisos b y c, que se refieren a la reducción de PM<sub>10</sub>, CO, NO<sub>x</sub> e hidrocarburos, en la tabla 6.2 se presentan las emisiones totales por tipo de contaminante para los años 2006 y 2008.

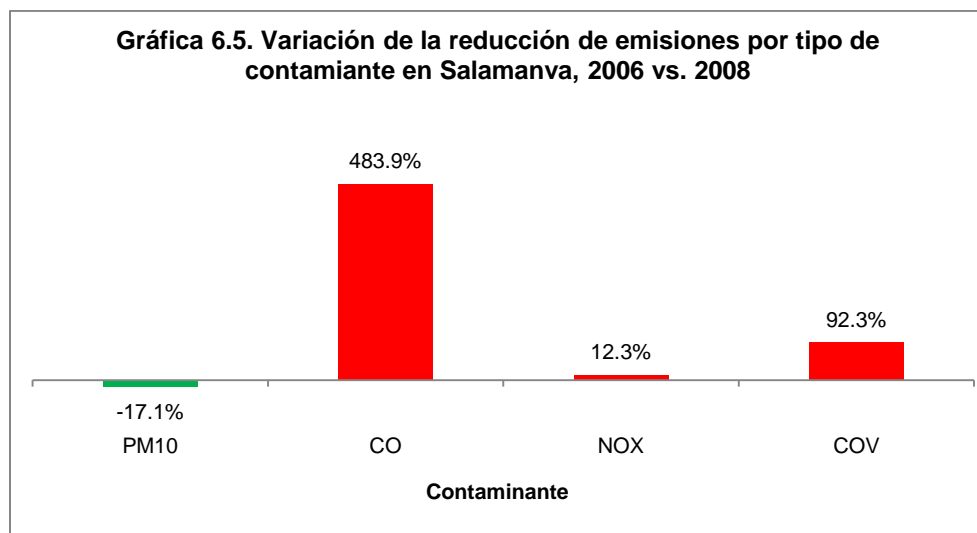
**Tabla 6.2. Reducción de las emisiones por tipo de contaminante en Salamanca (toneladas/año)**

	PM <sub>10</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV
Año base 2006 <sup>a/</sup>	8,362.51	38,899.04	12,871.23	12,064.03
Año base 2008 <sup>b/</sup>	6,931.74	227,143.24	14,456.6	23,197.21
Variación	-1,430.77	188,244.20	1,585.37	11,133.18
Porcentaje (%)	-17.1%	483.9%	12.3%	92.3%
Meta de reducción	30%	ND	ND	ND
¿Cumple la meta?	No			

ND = no definida

Fuente: Elaboración propia con datos de: <sup>a/</sup> ProAire Salamanca 2007-2012 y <sup>b/</sup> IEEG (2012)

La gráfica 6.5 que las emisiones de PM<sub>10</sub> tuvieron una variación negativa, es decir, una reducción de emisiones, lo que favorece a los objetivos del ProAire pero aún sin llegar a cumplir la meta. Sin embargo, en el caso de los NO<sub>x</sub>, COV, pero sobre todo del CO, hay un incremento significativo, cuya variación sobre pasa los 400 puntos porcentuales.



Fuente: Tabla 6.2

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

El municipio de Salamanca es uno de las más importantes del estado de Guanajuato. Este municipio continúa consolidando su desarrollo urbano y experimentando un crecimiento poblacional, industrial, comercial y de vehículos automotores, por el contrario, experimenta una reducción en su superficie agrícola.

De acuerdo con los resultados de la evaluación, el ProAire Salamanca al 2011, obtuvo un avance del 82.8% en la instrumentación de las 26 medidas establecidas, de las cuales una está terminada, 19 están por terminar y 6 se encuentran aún en proceso de instrumentación. El avance por estrategia que se obtuvo es el siguiente:

<i>Estrategia</i>	<i>% de avance real</i>	<i>% de avance ponderado</i>
1. Reducción de emisiones en el sector industrial	90.4%	22.6%
2. Reducción de emisiones en comercios y servicios	76.3%	19.1%
3. Reducción de emisiones generadas por el sector transporte	76.1%	9.1%
4. Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano	80.6%	8.1%
5. Prevención y protección a la salud	90.2%	7.2%
6. Fortalecimiento de la educación ambiental investigación y desarrollo tecnológico	91.7%	5.5%
7. Fortalecimiento institucional	77.4%	4.6
8. Financiamiento	81.4%	6.5%

La serie de medidas implementadas en el ProAire Salamanca 2007-2012 para controlar y reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> y partículas PM<sub>10</sub> han tenido un impacto positivo en la calidad del aire en esta ciudad. En el caso del SO<sub>2</sub>, desde el año 2009 no se rebasa la NOM-022-SSA1-1993. No obstante, las partículas PM<sub>10</sub> continúan presentando rebases a la NOM-025-SSA1-1993, y en años recientes el O<sub>3</sub> también presenta rebases.

Respecto a los objetivos de reducción de emisiones: 60% de SO<sub>2</sub> y 30% de PM<sub>10</sub> al 2012, se obtuvo un avance del 42.8% y 17.1% respectivamente, tomando en cuenta el inventario de emisiones 2008. En el caso de los NO<sub>x</sub>, COV y CO la cantidad de emisión muestra un incremento.

# Recomendaciones

- Reforzar las medidas que incidan en la reducción de emisiones óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, pero sobre todo, de monóxido de carbono.
- Fortalecer los mecanismos de vigilancia para el cumplimiento de la normatividad ambiental de las fuentes fijas y móviles tanto a nivel federal como local.
- Fortalecer el compromiso e involucramiento de las autoridades federales en las medidas relacionadas con el transporte federal.
- Fortalecer las estrategias dirigidas a programas de movilidad y desarrollo urbano.
- Diseñar acciones para desestimular el uso del automóvil, incorporando una política de fomento al transporte no motorizado.
- Instrumentar un programa para retirar de la circulación vehículos ostensiblemente contaminantes.
- Diseñar una estrategia para impulsar la implementación de sistemas de vigilancia epidemiológica con el fin de generar información sobre impactos y costos en salud por la contaminación atmosférica.
- Fomentar la coordinación interinstitucional entre los tres niveles de gobierno, con la participación principalmente de las áreas de salud, medio ambiente, hacienda y transporte.
- Impulsar la participación de la sociedad civil organizada para lograr sinergias en la implementación de acciones en el mejoramiento de la calidad del aire. Asimismo, se requiere impulsar una efectiva colaboración de la iniciativa privada y la academia.
- Impulsar los programas de fortalecimiento en la capacitación y sensibilización de los temas de calidad del aire a autoridades locales, que permitan priorizar el tema en la agenda gubernamental.
- Mantener el nivel de seguimiento del ProAire, la difusión de los informes anuales de avances y evidencias, los cuales son de gran utilidad para futuras evaluaciones.



- Intensificar los esfuerzos en la instrumentación de las siguientes acciones con el fin de alcanzar los objetivos y mejorar el desempeño en la instrumentación del ProAire hacia el 2012:
  - Asegurar la regulación ambiental del 100% de los establecimientos comerciales y de servicio.
  - Elaborar e implementar un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
  - Reducir a 8 años la edad promedio de los vehículos oficiales del municipio.
  - Implementar y promover el programa de verificación vehicular del transporte federal así como el Programa de Transporte Limpio
  - Fortalecer e Incrementar al 80% la verificación vehicular en el municipio, a través de operativos permanentes.
  - Establecer corredores de transporte público de pasajeros en zonas estratégicas de la ciudad de Salamanca.

# Bibliografía

---

- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Guanajuato (2009), *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero, Guanajuato 2005*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.
- Gobierno del Estado de Guanajuato (2008). *Programa Estatal de Protección al Ambiente de Guanajuato 2007-2012*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.
- Gobierno del Estado de Guanajuato, Gobierno del Municipio de Salamanca, SEMARNAT, SENER, Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2003). *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2003-2006*. México.
- Gobierno del Estado de Guanajuato, Gobierno del Municipio de Salamanca, SEMARNAT, SENER, Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2008). *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2007-2012*. México.
- Gobierno del Municipio de Salamanca, Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (s.a.) *Programa de ordenamiento ecológico local de Salamanca, Guanajuato*. Resumen Ejecutivo. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2002). Programa de Manejo del Área Natural Protegida Cuenca Alta del Río Temascalio. *POGEG*, No. 125, 18 de octubre.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2007). *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca 2003-2006*, Informe de Resultados. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2008). *Programa de Educación Ambiental para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2009). Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para el Municipio de Salamanca, Guanajuato. *POGEG*, No. 119, 27 de julio.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2009). *Informe Ambiental del Estado de Guanajuato 2008*. IEEG. Guanajuato, México.

- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2009). *ProAire Salamanca 2007-2012, primer informe de resultados*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2010). *ProAire Salamanca 2007-2012, segundo informe de resultados, año 2009*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2010). *Informe de estado y tendencia de la calidad del aire Guanajuato 2009*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2011). *Informe de estado y tendencia de la calidad del aire Guanajuato 2010*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2011). *ProAire Salamanca 2007-2012, tercer informe de resultados, año 2010*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2012). *ProAire Salamanca 2007-2012, cuarto informe de resultados, año 2011*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2011). Programa Estatal de Verificación Vehicular 2012. *POGEG*, 26 de diciembre.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2012). *Inventario de emisiones de Guanajuato 2008*. IEEG. Guanajuato, México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, SEMARNAT (2010). *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes del estado de Guanajuato 2008*. IEEG. México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, SEMARNAT (2011). *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes del estado de Guanajuato 2009*. IEEG. México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, SEMARNAT (2011). *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes del estado de Guanajuato 2010*. IEEG. México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Listado de centros de verificación en el estado de Guanajuato. Obtenido en:  
<http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/ver?verificacion-vehicular/programa-estatal-verificacion-vehicular/Listado+de+Centros+de+Verificaci%26oacute%3Bn+2012/56>  
 (29.junio.2012)

- Instituto Nacional de Ecología (2011). *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas 2000-2009*. INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Instituto Nacional de Ecología. Sistema Nacional de Información sobre la Calidad del Aire (SINAICA) Consulta en línea sobre la Red de Monitoreo Atmosférico de Salamanca, Guanajuato, en: [http://sinaica.ine.gob.mx/rama\\_salamanca.html](http://sinaica.ine.gob.mx/rama_salamanca.html)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). *Anuario de estadísticas por entidad federativa*. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). *Perspectiva estadística Guanajuato*. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos de población y vivienda 2000 y 2010, Censo de Población y Vivienda 2005. Consulta interactiva de datos para el estado de Guanajuato: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cubos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009. Consulta interactiva de datos para el estado de Guanajuato: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico de Guanajuato, años 2006, 2009 y 2011. Consultado desde la Biblioteca Digital del INEGI, en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/>
- *Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato* (2000). Reforma del 12 de noviembre del 2004. *POGEG*.
- Norma Oficial Mexicana NOM-148-SEMARNAT-2006, Contaminación atmosférica.- Recuperación de azufre proveniente de los procesos de refinación del petróleo. *Diario Oficial de la Federación*. 28 de noviembre del 2007.
- Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. *Diario Oficial de la Federación*. 16 de enero del 2009.
- Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica.- Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. *Diario Oficial de la Federación*. 2 de febrero del 2012.

- Poder Ejecutivo (2000). Decreto No. 164. Se declara como área natural protegida en la categoría de área de uso sustentable, la zona conocida como Cuenca Alta del Río Temascatio, ubicada en los municipios de Salamanca y Santa Cruz de Juventino Rosas. *POGEG*, 6 de junio.
- Poder Ejecutivo (2007). *Plan de Gobierno del Estado de Guanajuato 2006-2012*. *POGEG*, No. 50, 27 de marzo.
- Poder Ejecutivo (2008). Decreto No. 79. Se expide la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-005/2007, que establece las especificaciones para la gestión integral de los residuos agrícolas (esquilmos), así como para la prevención y control de la contaminación generada por su manejo inadecuado. *POGEG*, No. 133, 19 de agosto.
- Poder Ejecutivo (2008). Decreto No. 98. Se expide la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-002/2007, que establece los lineamientos y especificaciones para la selección, operación, seguimiento, abandono, obras complementarias y medidas de regeneración ambiental de un sitio de extracción o explotación de materiales pétreos. *POGEG*, No. 209, 30 de diciembre.
- Poder Ejecutivo (2009). Decreto No. 105. Se expide el Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato para Prevenir y Controlar la Contaminación producida por Fuentes Móviles. *POGEG*, No. 70, 1 de mayo del 2009.
- Poder Ejecutivo (2009). Decreto No. 131. Se expide el Reglamento de Ley para la Protección y Preservación del Ambiental del Estado de Guanajuato en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. *POGEG*, No. 207, 28 de diciembre.
- Poder Ejecutivo (2012). Decreto No. 195. Se expide la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-001/2010, que establece las condiciones para la ubicación y operación de fuentes fijas con actividad artesanal para la producción de piezas elaboradas con arcilla. *POGEG*, No. 22, 7 de febrero del 2012.
- Presidencia Municipal de Salamanca (2010). *Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012*. *Guanajuato*.
- Presidencia Municipal de Salamanca (2000). Reglamento de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Salamanca, Guanajuato. Modificado mediante acuerdo publicado en el *POGEG*, No. 94, el 2 de junio del 2009.

- Presidencia Municipal de Salamanca (2008). Reglamento de Transporte para el Municipio de Salamanca, Guanajuato. *POGEG*, No. 173, 28 de octubre.
- Presidencia Municipal de Salamanca (2009). Reglamento de Seguridad Vial para el Municipio de Salamanca, Guanajuato. Junio de 2009.
- Presidencia Municipal de Salamanca (2010). Acuerdo municipal mediante el cual se aprueba la constitución del fideicomiso público municipal de inversión y administración denominado “Fideicomiso Ambiental para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca”, del Estado de Guanajuato. *POGEG*, No. 201, 17 de diciembre.
- Presidencia Municipal de Salamanca (2012). Acuerdo municipal mediante el cual se aprueba el presupuesto de ingresos y egresos para el ejercicio fiscal 2012 del Fideicomiso Ambiental para Mejorar la Calidad del Aire en Salamanca, Guanajuato. *POGEG*, No. 12, 20 de enero.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). *Compendio histórico de inventario de emisiones en México*. SEMARNAT, México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2008). *Informe de la situación del medio ambiente en México 2008, compendio de estadísticas ambientales*. SEMARNAT. México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). *Resultados de evaluación 2009 del ProAire Salamanca 2007-2012*. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Documento Técnico. México, D.F.
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Consulta en línea de la producción anualizada, cierre de la producción agrícola por estado, periodo 2003-2011 en: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10&Itemid=15](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15)
- Secretaría de Economía (2009). Programa Nacional de Normalización 2009. *Diario Oficial de la Federación*, 24 de abril.

## Siglas y Acrónimos

---

CO	Monóxido de carbono
COT	Compuestos orgánicos totales
COV	Compuestos orgánicos volátiles
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
HCT	Hidrocarburos totales
IEEG	Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
km	Kilómetro
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrados
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
µg/m <sup>3</sup>	Microgramo por metro cúbico
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NOM	Norma oficial mexicana
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
PM <sub>10</sub>	Partículas menores a 10 micrómetros
POGEG	Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato
ppm	Partes por millón
ProAire	Programa de gestión para mejorar la calidad del aire
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre