

# **Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 2006-2012**

---

## **Informe de Evaluación Periodo 2006-2011**

---

**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 de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 2006-2012

## Informe de Evaluación

---

### Contenido

Introducción .....	4
1. Descripción del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012 .....	7
1.1. Antecedentes .....	7
1.2. Calidad del aire antes del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012.....	8
1.3. Estructura y contenido del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012.....	9
1.4. Sistema de administración .....	10
2. Evolución del Municipio de Juárez.....	12
2.1. Expansión territorial.....	12
2.2. Crecimiento de la población .....	13
2.3. Sector primario .....	14
2.4. Sector industrial.....	14
2.5. Comercio y Servicios.....	15
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. Partículas PM <sub>10</sub> .....	19
3.2.2. Ozono (O <sub>3</sub> ).....	22
3.2.3. Monóxido de carbono (CO).....	25
3.3. Evolución de las emisiones contaminantes a la atmósfera .....	27
4. Metodología de Evaluación.....	30
4.1. Evaluación cualitativa .....	31
4.2. Evaluación cuantitativa .....	34
5. Avances en la Aplicación de las Medidas, Periodo 2006-2011 .....	37

5.1 Estrategia 1. Vehículos, transporte y movilidad .....	37
5.2 Estrategia 2. Industria, comercio y servicios.....	41
5.3. Estrategia 3. Protección a la salud .....	46
5.4. Estrategia 4. Educación ambiental .....	47
5.5. Estrategia 5. Fortalecimiento institucional y programas de coordinación binacional.....	48
6. Evaluación de la Calidad del Aire y de la Reducción de Emisiones .....	53
6.1. Tendencias de la calidad del aire .....	53
6.2. Evaluación en la reducción de emisiones.....	54
7. Conclusiones y Recomendaciones .....	56
Bibliografía.....	59
Siglas y Acrónimos .....	65

# 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 Ciudad Juárez, Chihuahua, 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 Ciudad Juárez, cuando entre 1996 y 1997 se observó que las normas de calidad del aire se rebasaban en un 2% de los días del año para el ozono, en 7% para el monóxido de carbono y en 18% de los muestreos de las partículas  $PM_{10}$ . Ante esta situación, en 1998 se puso en marcha el Programa de Gestión de la Calidad del Aire en Ciudad Juárez 1998-2002. Sin embargo, a pesar de las acciones implementadas, y por el incremento de las actividades productivas, así como el consumo de combustibles y aumento de la flota vehicular, entre otros factores, continuó la presencia de problemas de calidad del aire, por lo cual seis años más tarde se determinó implementar un segundo Programa de Gestión de la Calidad del Aire en Ciudad Juárez 2006-2012, 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 de Gestión de la Calidad del Aire en Ciudad Juárez (ProAire Ciudad Juárez) 2006-2012, se puso en marcha en el año 2006. Posteriormente, en el 2010 la SEMARNAT y la Coordinación Regional de Ciudad Juárez realizaron una primera evaluación que comprendió los avances logrados hasta el 2009, obteniendo un grado de avance de 4.39%, calificado como insuficiente.

El presente *Informe de Evaluación del periodo 2006-2011*, 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 Ciudad Juárez 2006-2012.

El *Capítulo 2* describe información sobre el crecimiento del municipio de Ciudad Juárez en 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 el municipio de Ciudad Juárez 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 algunas consideraciones respecto a los objetivos de la reducción de emisiones.

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

# 1. Descripción del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012

---

## 1.1. Antecedentes

Ciudad Juárez, Chihuahua, es uno de los municipios fronterizos más importantes del país. El municipio se caracteriza por tener un importante número de industrias maquiladoras, lo que ha favorecido en gran medida el crecimiento urbano y demográfico de la ciudad, sin olvidar también el papel que tiene el intercambio comercial y turístico debido a su vecindad con los Estados Unidos de América. Si bien, su dinámica socioeconómica ha traído beneficios, también ha generado problemas relacionados con la contaminación ambiental, en particular, la del aire.

En el año de 1997 en Ciudad Juárez, se emitieron a la atmósfera 662 mil toneladas de contaminantes, de las cuales el 72% correspondía a monóxido de carbono (CO), 10% a hidrocarburos (HC) y el 9.6% a partículas menores a 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>). La principal fuente de emisión correspondía a los vehículos automotores (83.7%).

El monitoreo de la calidad del aire en Ciudad Juárez durante 1996 y 1997 detectó altos niveles de concentración de CO y de partículas PM<sub>10</sub>. Asimismo, se observó un aumento en la frecuencia de los días fuera de norma de calidad del aire para el CO, pasando de 12 días en 1996, a 24 días en 1997, es decir, el 7% de los días del año. Las partículas PM<sub>10</sub> excedieron su norma de forma similar en 1996 y 1997 (14 y 11 días, respectivamente). Si bien, la situación que presentaba Ciudad Juárez en términos de contaminación atmosférica no era del todo grave, podría incrementarse a paso del tiempo, por lo que las autoridades de los tres niveles de gobierno consideraron necesario instrumentar medidas “preventivas” tendentes a mejorar la calidad del aire en esta región. Fue así que surgió el *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002*.

La elaboración de este programa también contó con la participación del sector académico, industrial y de organizaciones civiles. Al respecto, destacan las recomendaciones realizadas por el Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte y del Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Cuenca Atmosférica de Ciudad Juárez-El Paso-

Sunland Park. Cabe señalar que desde la década de los ochenta, se realizaron esfuerzos para el control de la contaminación ambiental, entre estos estaba en Programa Frontera XXI, que sirvió de base para coordinar acciones binacionales.

El ProAire Ciudad Juárez 1998-2002 propuso 40 medidas de corto y mediano plazo. Entre las principales acciones realizadas destacan las siguientes:

- La mejora de la calidad de los combustibles (comercialización de gasolina oxigenada a base de metil-terbutil-eter).
- El fortalecimiento del programa de verificación vehicular.
- Control de emisiones en la microindustria ladrillera.
- Reforzar la inspección vehicular en la importación de vehículos usados.
- Reducción de emisiones de COV mediante el uso de pistolas de bajas emisiones y casetas de pinturas en talleres de pintura automotriz.
- Establecimiento de un Comité de Reforestación.
- Fomento de la educación ambiental mediante ferias ecológicas, publicaciones, radio, prensa y televisión.
- Puesta en operación la línea rápida sobre el puente Carlos Villarreal con el fin de acelerar el cruce en los puentes internacionales.
- Elaboración del estudio “Sistema de monitoreo de la calidad del aire en Ciudad Juárez”.

## **1.2. Calidad del aire antes del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012**

En retrospectiva puede afirmarse que durante la instrumentación del ProAire Ciudad Juárez 1998-2002 y hasta el año 2005, la calidad de aire no fue satisfactoria. Destaca el caso de las partículas  $PM_{10}$ , que durante el 2003 el valor de la norma diaria (igual a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se encontró tres veces por arriba del límite establecido, esto es, una concentración de  $426 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Asimismo, la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en ese mismo año, fue de  $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , disminuyendo a  $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el 2005, pero aún así, esto significó estar dos veces por arriba del límite.

El ozono también excedió los criterios horario y anual de la norma respectiva. Respecto al promedio de los máximos diarios (0.11 ppm) en el 2002 se obtuvo un valor de 0.128 ppm; para el año 2005 se alcanzó un valor promedio de 0.143 ppm.



De 1998 al 2002, las concentraciones de CO mostraron una reducción significativa al pasar de 24.8 ppm a 10.5 ppm. A partir del año 2000 se logró que este contaminante estuviera dentro de norma (11 ppm). No obstante, en el 2005 hubo un repunte de 13.2 ppm, incumpliendo de esta forma el límite establecido.

Es importante señalar que el ProAire Ciudad Juárez 2006-2012. Carece de los indicadores de concentraciones horarias, diarias y promedios móviles por contaminante, mediante los cuales se puedan definir tendencias espaciales y temporales de los contaminantes, y sobre todo, evaluar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente. En este sentido, el ProAire reduce la posibilidad de contar con antecedentes y el seguimiento de la calidad del aire, y de elementos con los cuales se pueda realizar una comparación entre éste y el ProAire anterior.

### **1.3. Estructura y contenido del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012**

El ProAire Ciudad Juárez 2006-2012 parte de un análisis del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera del año base 2002, del monitoreo atmosférico y de los efectos de la contaminación del aire en la salud de la población juarense. Asimismo se retoman las experiencias del ProAire predecesor, reforzando y replanteando los objetivos y alcances de algunas medidas.

Como objetivo general se plantea el proteger la salud de la población de los efectos nocivos causados por la contaminación atmosférica, mediante la reducción de las concentraciones de contaminantes que prevalecen en la actualidad, buscando niveles que aseguren la protección a la salud.

Los objetivos y las metas se centran en la reducción de las concentraciones de monóxido de carbono, dióxido de azufre y partículas menores a 10 micras ( $PM_{10}$ ), sin descuidar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente para los demás contaminantes criterio.

Para alcanzar los objetivos y metas planteadas se establecen 24 medidas distribuidas en cinco estrategias dirigidas a los principales sectores involucrados. En la tabla 1.1 se presenta la relación de cada una de las medidas.

**Tabla 1.1. Estrategias y medidas establecidas en el ProAire Ciudad Juárez 2006-2012**

<i>Estrategia</i>	<i>Medida</i>
I. Vehículos, transporte y movilidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortalecer el programa de Verificación vehicular y vincularlo con los vehículos de importación</li> <li>2. Fortalecer el programa de detección y sanción a vehículos contaminantes</li> <li>3. Promover la utilización de combustibles alternos en los vehículos de carga y pasajeros</li> <li>4. Promover los mecanismos necesarios para agilizar el cruce en los puentes internacionales</li> <li>5. Generar, promover e instrumentar un sistema de movilidad sustentable</li> </ol>
II. La industria, comercios y servicios	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Vigilar el cumplimiento de la regulación aplicable para las fuentes fijas.</li> <li>7. Reglamentar y convenir con las empresas pedreras la reducción de emisiones de partículas</li> <li>8. Reubicación y reconversión de ladrilleras y hornos</li> <li>9. Implementar un programa de reducción de vapores en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles</li> <li>10. Mitigar las emisiones de COV en tintorerías, talleres de pintura, automotriz, imprentas y maquiladoras</li> <li>11. Evaluación del impacto de las emisiones de las planta de generación de energía eléctrica</li> <li>12. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales, comerciales y de servicios</li> <li>13. Promoción y consolidación del sistema integrado de regulación en la industria, comercios y servicios</li> <li>14. Promoción y fortalecimiento de los programas de autorregulación en la industria</li> <li>15. Promover y desarrollar estímulos fiscales y económicos de fomento ambiental para los establecimientos industriales, comerciales y de servicio</li> </ol>
III. Protección a la salud	<ol style="list-style-type: none"> <li>16. Desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación atmosférica</li> <li>17. Divulgar los niveles de contaminación del aire y sus pronósticos, así como difundir las medidas preventivas de protección a la salud.</li> </ol>
IV. Educación ambiental	<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Poner en operación el Plan Municipal de Educación Ambiental</li> </ol>
V. Fortalecimiento institucional y programas de coordinación binacional	<ol style="list-style-type: none"> <li>19. Promover la participación del Comité Consultivo Conjunto en el seguimiento y evaluación del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012</li> <li>20. Actualización y mantenimiento del inventario de emisiones</li> <li>21. Participar en el programa del Southwest Center for Environmental Research and Policy (SCERP), a través de las universidades mexicanas en investigación de la calidad del aire de la cuenca Paso del Norte</li> <li>22. Continuar con las actividades binacionales en materia de calidad del aire en el marco del Programa Ambiental México-Estados Unidos Frontera 2012</li> <li>23. Desarrollar un sistema de información para determinar la capacidad de carga de contaminantes del aire en la cuenca Paso del Norte</li> <li>24. Identificar mecanismos de financiamiento para el logro de las medidas ambientales planteadas en el ProAire Ciudad Juárez 2006-2012</li> </ol>

## 1.4. Sistema de administración

La coordinación para implementar las 24 medidas establecidas en el ProAire Ciudad Juárez 2006-2012 está a cargo del Grupo de Coordinación y Seguimiento, responsable de

la instrumentación de las medidas, así como de la verificación en el cumplimiento y seguimiento de avances.

El Grupo está conformado por los siguientes actores:

- Gobierno Municipal de Juárez
- Gobierno del Estado de Chihuahua
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Secretaría de Energía (SENER)
- PEMEX
- Comisión Federal de Electricidad,
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
- Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
- Comité Consultivo Conjunto y organizaciones civiles

## 2. Evolución del Municipio de Juárez

---

El municipio de Juárez se localiza en el norte del estado de Chihuahua, a los 31° 44' de latitud norte, y 106° 26' de longitud oeste. Cuenta con una extensión territorial de 3,567.8 km<sup>2</sup>, lo que representa el 1.5% de la superficie estatal. La altitud promedio en la cabecera municipal, Ciudad Juárez, es de 1,140 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los condados de Nuevo México y Texas (Estados Unidos de América); al este con Texas y el municipio de Guadalupe; al sur con Guadalupe, Ahumada y Ascensión; y al oeste con el municipio de Ascensión.

### 2.1. Expansión territorial

En los últimos cuarenta años el municipio de Juárez cuadruplicó su población y registró tasas de crecimiento demográfico superiores a las nacionales. El impacto demográfico y el dinamismo interno de las actividades económicas definieron una ciudad de crecimiento extensivo, cuya estructura urbana se ha construido con base en adiciones espaciales emergentes, privilegiando la vivienda y la industria maquiladora, en menoscabo de los demás componentes urbanos necesarios para su funcionalidad.

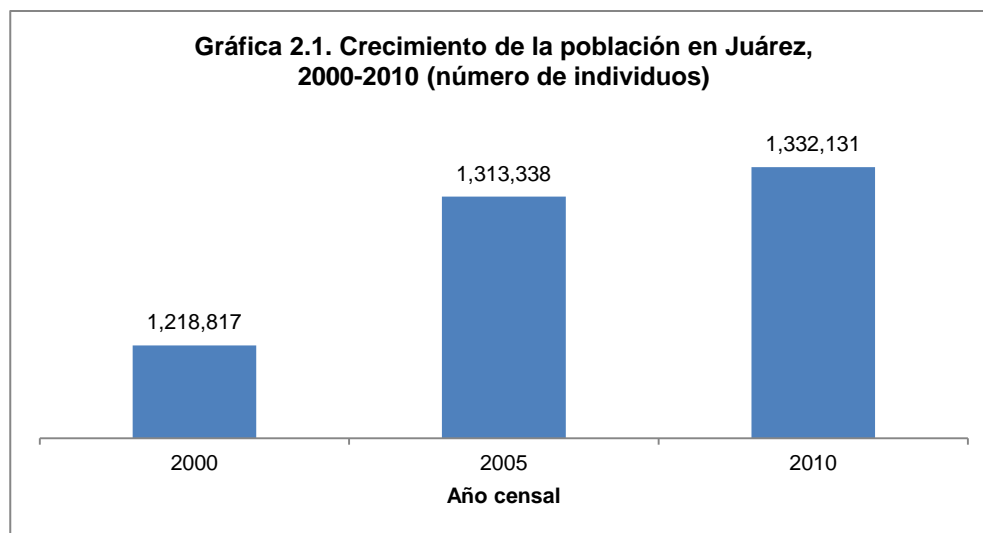
La expansión urbana ha generado, por un lado, espacios centrales consolidados, pero con problemas de deterioro físico y funcional, como es el caso de la zona centro de Ciudad Juárez. Por otro lado, espacios periféricos, en el borde de la mancha urbana, con problemas de dotación de los servicios básicos como pavimento, equipamiento, servicios e infraestructura. El dotar servicios públicos a las localidades y colonias del municipio es una tarea que se ha visto reducida ante la magnitud del crecimiento urbano. Por ejemplo, la superficie urbana de Ciudad Juárez pasó de 154 km<sup>2</sup> en 1995, a 380 km<sup>2</sup> en el 2008, es decir, que en tan solo trece años creció dos veces y media.

Ciudad Juárez se cataloga como la octava zona metropolitana en importancia en México. Asimismo, esta ciudad junto con El Paso (Texas, Estados Unidos) crean un área binacional de poco más de dos millones y medio de habitantes, siendo la segunda área binacional más grande de México, por debajo de Tijuana-San Diego (California).

## 2.2. Crecimiento de la población

El fenómeno demográfico de Ciudad Juárez está asociado, principalmente, con el desarrollo económico, observándose que éste ha sido una condición que ha propiciado el crecimiento urbano y que ha traído un incremento en la demanda de bienes y servicios por parte de la población, como son el transporte colectivo, el uso intensivo del automóvil, el aumento en el consumo de energéticos, tanto en las actividades productivas como domésticas. Muestra de esto fue que entre 1950 y 1990 la población de Ciudad Juárez se incrementó en seis veces, debido en gran parte, a los flujos migratorios. El ritmo de crecimiento durante el periodo 1980-1990, fue a una tasa anual de 3.6%.

En el 2010 el municipio de Juárez alcanzó una población de 1'332,231 habitantes, lo cual representa el 39.1% de la población estatal. La tasa de crecimiento media anual (TCMA) se redujo al 1.32 % durante el periodo 2000-2005, y al 0.22% en el 2005-2010, cuando en periodos anteriores mantenía tasas de alrededor del 4.8%. Esta disminución se atribuye fundamentalmente a la desaceleración de la industria maquiladora en la frontera mexicana y a la situación de violencia social en la región.



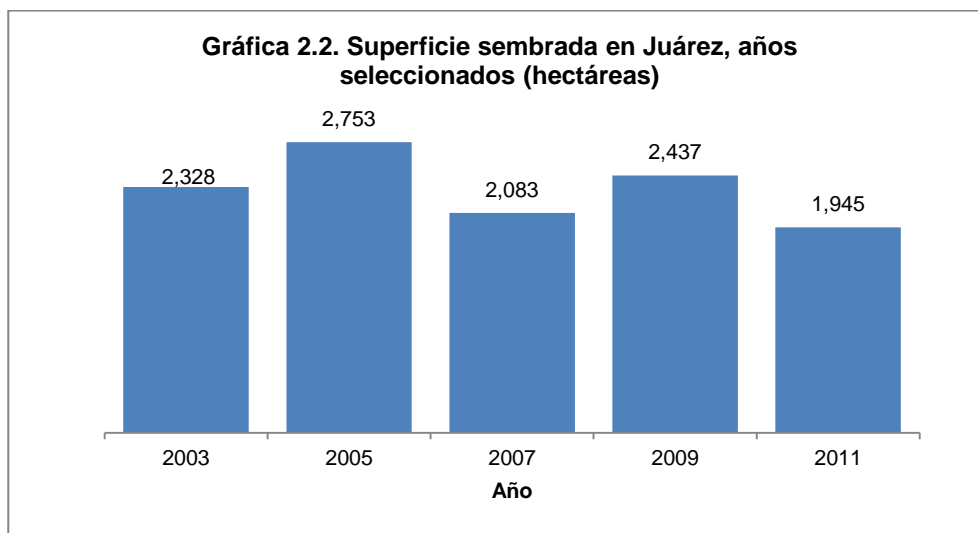
Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2000 y 2010, y II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Ciudad Juárez es la localidad más poblada del municipio, con una participación de 99.2% de la población. En el 2010 su TCMA estuvo por debajo de la estatal igual a 1.0%.

### 2.3. Sector primario

La agricultura en el municipio de Juárez se lleva a cabo en una franja cultivable que está en la línea fronteriza con los Estados Unidos, mejor conocida como "Valle de Juárez" la cual comprende una extensión aproximada de 53 mil hectáreas de riego, siendo los cultivos principales el trigo, algodón, alfalfa, sorgo forrajero y nogal. Parte del forraje es utilizado en la crianza de ganado bovino y aviar, y en menor medida en el porcino, equino, ovino y caprino. En el Valle de Juárez también se practica la apicultura.

En la gráfica 2.2 se presenta el comportamiento de la superficie sembrada para el periodo 2003-2011. Como se puede observar, el número de hectáreas presentó fluctuaciones. La mayor superficie sembrada ocurrió en el 2005 y la menor en el 2011, la cual estuvo por debajo del promedio para este periodo calculado en 2,309 ha/año.



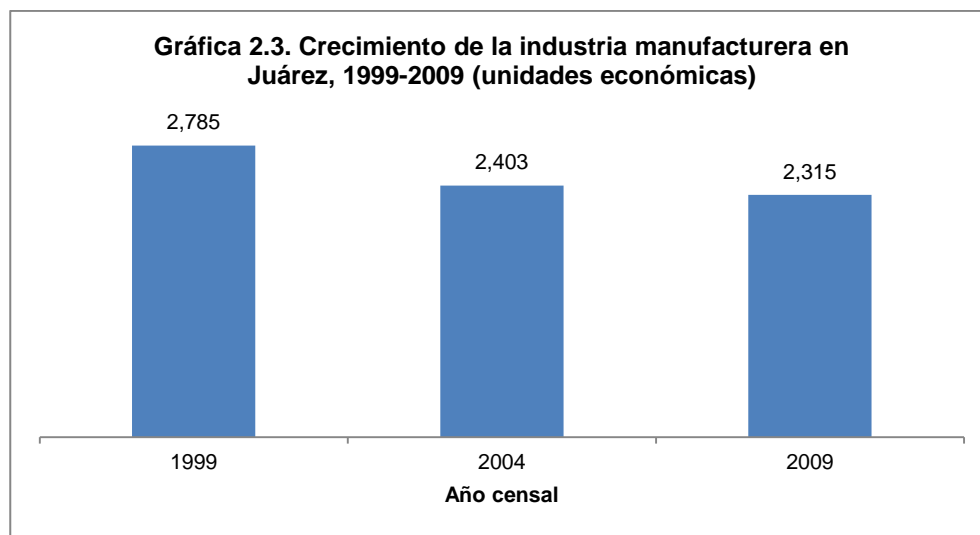
Fuente: SAGARPA-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

### 2.4. Sector industrial

El desarrollo de las actividades económicas a partir del año 1965 en el municipio de Juárez permitió la consolidación del sector industrial. Ciudad Juárez ha fortalecido su infraestructura e inversión en la industria maquiladora, lo cual le ha permitido mantener la competitividad tanto a nivel nacional como internacional.

Las principales actividades productivas tienen que ver con la fabricación de artículos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones, la fabricación de partes y accesorios automotrices, la confección de prendas de vestir, la agroindustria y alimentos.

El la gráfica 2.3 se muestra el crecimiento de la industria manufactura en cuanto al número de unidades económica para tres años seleccionados. En los últimos 10 años se aprecia una disminución de éstas. Es importante señalar que, la recesión de la economía mundial de 2009 afectó significativamene a la economía mexicana, de manera particular, a la industria manufacturera.



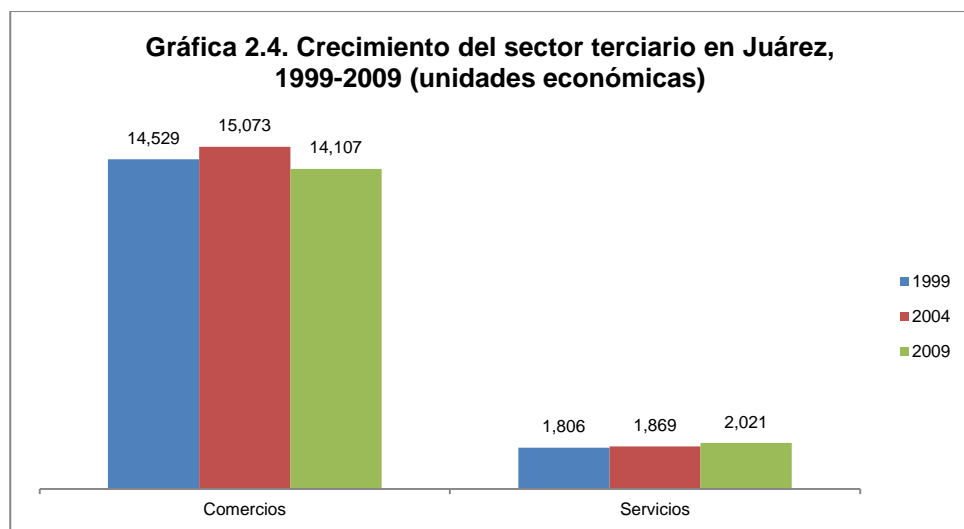
Fuente: INEGI. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009.

## 2.5. Comercio y Servicios

El sector terciario (comercio y servicios) en Ciudad Juárez ha incrementado gradualmente su participación y ha contribuido a mitigar el efecto las crisis económicas, absorbiendo parte del empleo que se perdió por la crisis financiera de 2009.

Las actividades más importantes dentro del sector son el comercio al por menor, seguido por los servicios inmobiliarios, profesionales y educativos. Existen áreas importantes de oportunidad para dar mayor valor agregado, en diferentes sectores como turismo, servicios a negocios, servicios financieros y servicios de esparcimiento.

El la gráfica 2.4 se muestra el crecimiento tanto de comercios como de servicios en cuanto al número de unidades económica para tres años seleccionados. Al respecto, se observa que en cuanto al número de comercios experimentaron un decremento del orden del 2.9%. En contraste, los servicios tuvieron un incremento del 11.9%. Cabe señalar que la contracción del comercio en 2009, fue sensiblemente menor a la observada en la industria.



Fuente: INEGI. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009.

## 2.6. Parque vehicular

El parque vehicular registrado del municipio de Juárez representa actualmente el 38.6% del total estatal. Se calcula que el índice de motorización para el año 2010 es de 349.77 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 383,611 vehículos, a 465,943, lo que significa un incremento del 21.5% (gráfica 2.5).

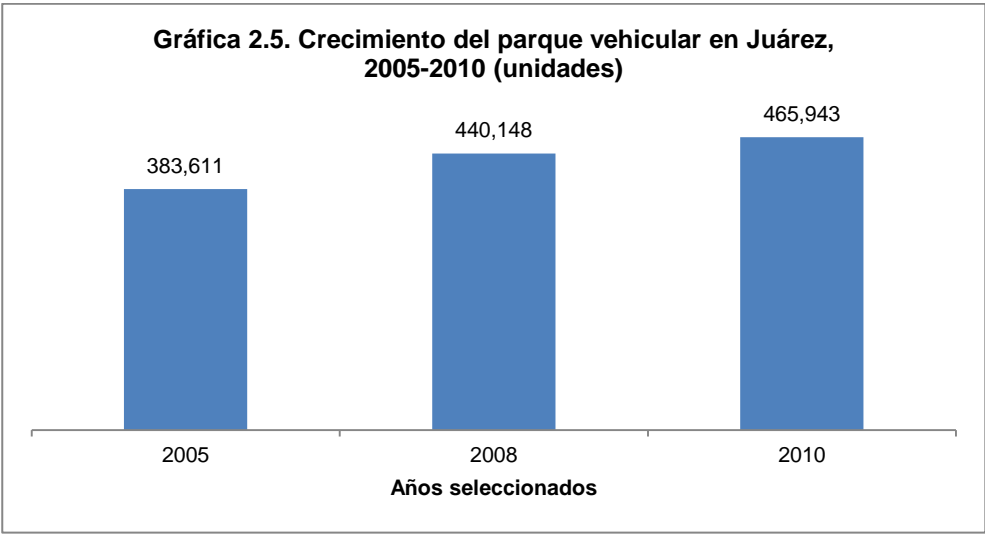
**Tabla 2.1. Parque vehicular registrado por año según tipo de servicio**

Año	Automóviles	Camiones de pasajeros	Camiones de carga	Motocicletas	Total
2005	302,333	3,566	76,758	954	383,611
2008	349,303	3,346	85,948	1,551	440,148
2010	371,964	3,644	88,549	1,786	465,943

Nota: incluye vehículos fronterizos

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del estado de Chihuahua, varios años.





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 Ciudad Juárez; 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

En el marco del Acuerdo de la Paz de 1983 se realizaron acciones para reducir fuentes de contaminación ambiental en una franja de cien kilómetros en ambos lados de la frontera internacional. Entre las acciones consideradas estaba la realización de estudios sobre contaminantes atmosféricos.

Los primeros muestreos de la calidad del aire se realizaron en 1990. La Red de Monitoreo Atmosférico de Ciudad Juárez inició su operación en 1993 con 5 equipos manuales para  $PM_{10}$ , apoyados por el Programa Ambiental Fronterizo y por el actual TCEQ (*Texas Commission for Environmental Quality*) antes TNRCC (*Texas Natural Resources Conservation Commission*). Posteriormente, en 1996 inicia operaciones la red automática y entre los años 2007 y 2009 se incorporan siete estaciones más a la red.

Actualmente la Red de Monitoreo es operada por la Dirección de Ecología y Protección Civil del Municipio de Juárez, en conjunto con el TCEQ y está conformada por 12 estaciones de las que 8 son manuales y 4 automáticas. Por el momento, las estaciones automáticas solamente recolectan información de dos contaminantes criterio: ozono ( $O_3$ ) y CO, diariamente. Respecto a las variables meteorológicas, en tres estaciones se mide dirección y velocidad del viento, humedad relativa, y temperatura. En la tabla 3.1 se indican las características de cada una de las estaciones.

**Tabla 3.1. Estaciones de monitoreo de Ciudad Juárez**

<i>Inicio de operación</i>	<i>Nombre de la estación</i>	<i>Clave</i>	<i>Contaminantes evaluados y meteorología</i>
1993	Advance	ADV	O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>10</sub> (manual) y meteorología
1993	Tecnológico	TECNO	O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>10</sub> (manual) y meteorología
1993	Pestalozzi	PESTA	PM <sub>10</sub> (manual)
1993	Club 20-30	20-30	O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> (manual) y meteorología
1993	Zenco	ZENCO	PM <sub>10</sub> (manual)
2007	Niñez-Mexicana	NIM	PM <sub>10</sub> (manual)
2007	Secundaria Federal 3	FED3	PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> (manual)
2007	Anapra-Bomberos	ANA-B	PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> (manual)
2008	Babicora	BABI	O <sub>3</sub> , CO y PM <sub>10</sub> (manual)
2008	Acs	ACS	PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> (manual)
2009	Estación de Policía Chihuahua	EPC	PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> (manual)
2009	Benito Juárez	BEJ	PM <sub>10</sub> (manual)

Fuente: INE (2011). Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas 2006-2009

La Red de Monitoreo Atmosférico de Ciudad Juárez se incorpora al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) en el 2004 transmitiendo desde entonces los datos generados casi en tiempo real. De acuerdo con la evaluación realizada por el Instituto Nacional de Ecología (2011) esta red obtuvo en general un desempeño muy bueno. No obstante, es necesario identificar y corregir las causas que provocan la baja recuperación de datos validados principalmente para el O<sub>3</sub> y CO.

## 3.2. Indicadores de la calidad del aire

A continuación se presentan los indicadores de la calidad del aire para los contaminantes que son vigilados en Ciudad Juárez durante el periodo 2000-2011, tomando en cuenta las estaciones más representativas, es decir, aquellas con datos de seis años o más. 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. Partículas PM<sub>10</sub>

La modificación a la Norma Oficial Mexicana 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.

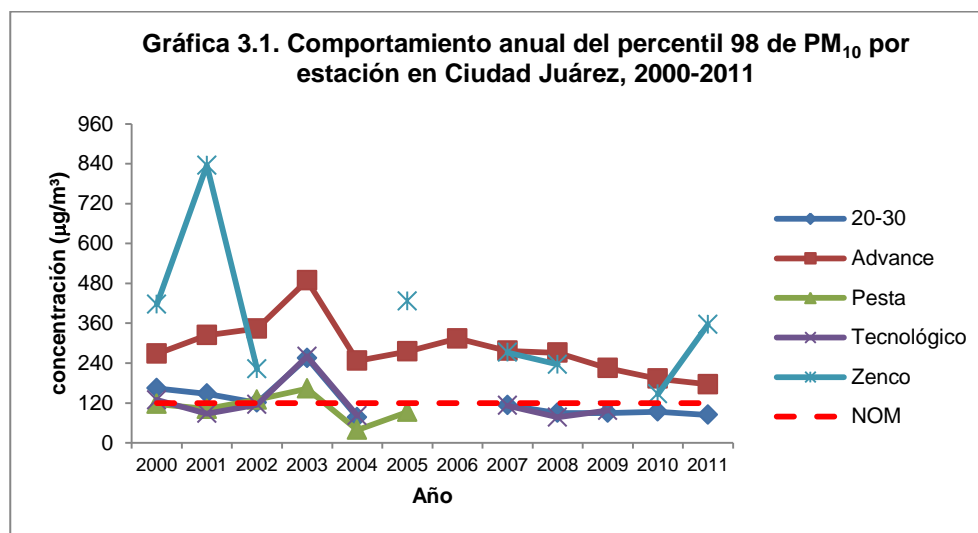
Con relación al comportamiento de la norma diaria de las PM<sub>10</sub>, en principio, se advierte que en todos los años el valor de concentración estuvo por arriba de la norma. Asimismo, la tendencia de las concentraciones en la estación Advance se muestra a la baja (tabla 3.2 y gráfica 3.1).

**Tabla 3.2. Cumplimiento de la norma diaria de PM<sub>10</sub> (120 µg/m<sup>3</sup>) en Ciudad Juárez  
Percentil 98 de los muestreos de 24 horas, 2000-2011**

Año	Estación				
	20-30	Advance	Pesta	Tecnológico	Zenco
2000	164	268	117	129	417
2001	148	324	102	88	835
2002	121	344	130	115	222
2003	255	489	163	260	DI
2004	77	247	39	82	SM
2005	DI	275	93	DI	426
2006	DI	314	SM	DI	SM
2007	113	277	DI	112	272
2008	90	271	SM	77	236
2009	90	225	SM	97	DI
2010	94	193	SM	SM	147
2011	84	176	SM	SM	356

DI= datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: Datos seleccionados de INE (2011) y datos proporcionados por el Municipio de Juárez para 2010 y 2011



Fuente: Tabla 3.2

En la tabla 3.3 se presenta el comportamiento de la norma anual de las PM<sub>10</sub>. En el periodo de análisis, los valores de concentración no cumplen el criterio de la norma, llegando a estar hasta 2.9 veces por arriba del límite máximo, como es el caso de la

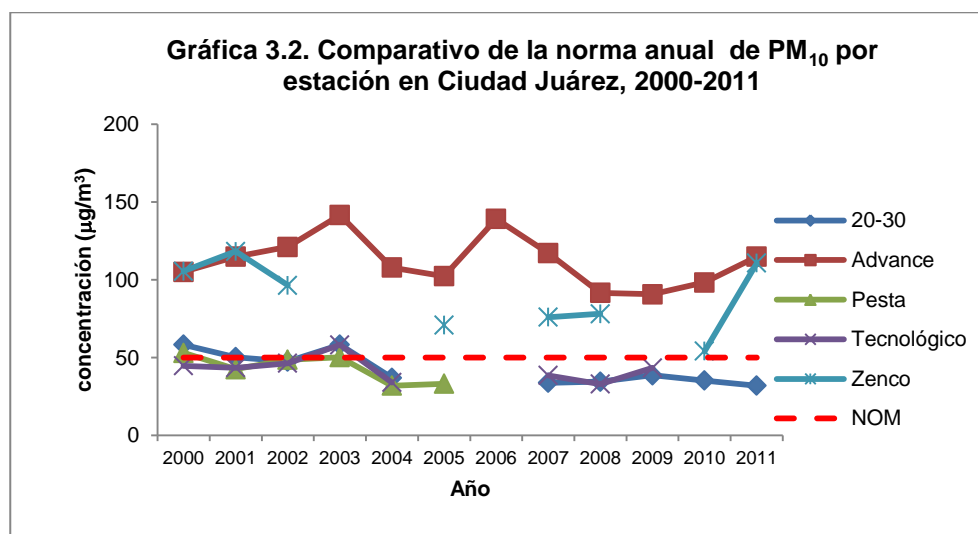
estación Advence. Asimismo, las concentraciones muestran una tendencia estable (gráfica 3.2).

**Tabla 3.3. Cumplimiento de la norma anual de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) en Ciudad Juárez**  
**Promedio anual de los muestreos de 24 horas, 2000-2011**

Año	Estación				
	20-30	Advance	Pesta	Tecnológico	Zenco
2000	58.3	105.1	53.1	44.8	105.5
2001	50.3	114.9	42.6	43.5	118.3
2002	47.5	121.2	48.7	46.4	96.5
2003	58.3	141.6	50.3	58.2	DI
2004	37.1	107.9	32.0	34.1	SM
2005	DI	102.3	33.2	DI	71.0
2006	DI	139.2	SM	DI	SM
2007	33.9	117.2	DI	38.6	76.0
2008	34.6	91.7	SM	33.0	78.2
2009	38.7	90.7	SM	43.4	DI
2010	35.3	98.3	SM	SM	54.2
2011	32.0	114.9	SM	SM	110.8

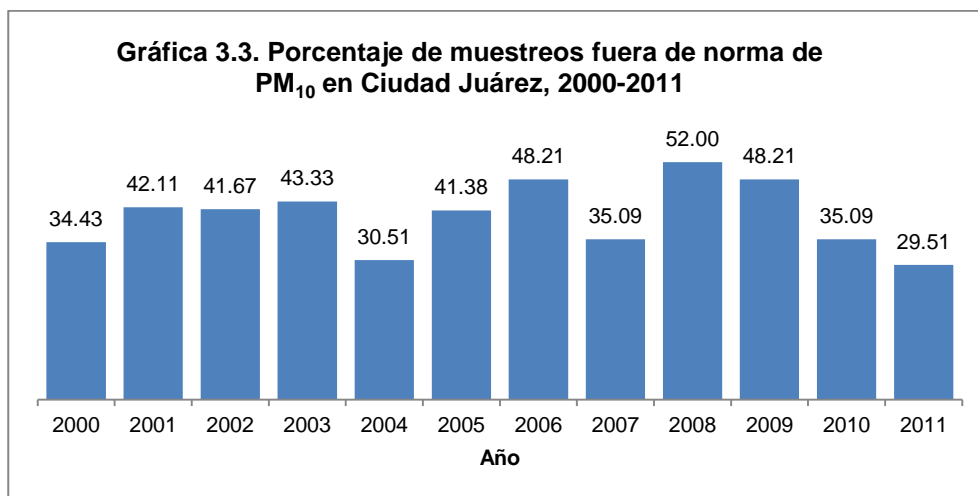
DI= datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: Datos seleccionados de INE (2011) y datos proporcionados por el Municipio de Juárez para 2010 y 2011



Fuente: Tabla 3.3.

Debido a que la vigilancia de la norma de PM<sub>10</sub> no es automática, sino que se realiza con equipos manuales, analizando las muestras cada seis días. Además en algunos días no se cuenta con información suficiente, ya que en lugar de mostrar el número de días fuera de norma, se señala el porcentaje de los muestreos que rebasan la norma respecto al total de muestreos realizados al año (gráfica 3.3).



Fuente: INE (2011) y Municipio de Juárez (2012)

### 3.2.2. 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.

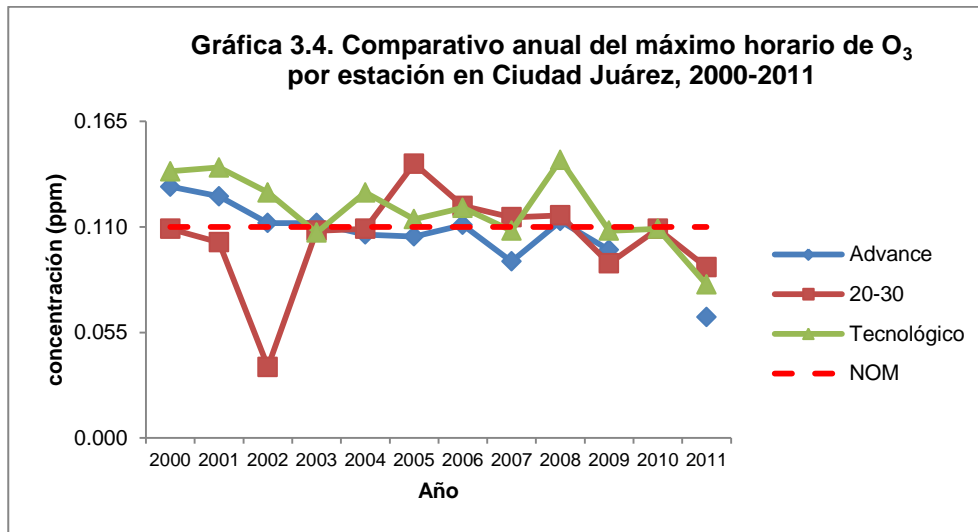
El indicador de la norma horaria presentado en la gráfica 3.4, señala que a partir del 2009 en las tres estaciones las concentraciones de O<sub>3</sub> cumplen con el criterio de la norma. Asimismo, las concentraciones presentan una clara tendencia a la baja.

**Tabla 3.4. Cumplimiento de la norma horaria de O<sub>3</sub> (0.11 ppm) en Ciudad Juárez máximo horario, 2000-2011**

Año	Estación		
	Advance	20-30	Tecnológico
2000	0.131	0.109	0.139
2001	0.126	0.102	0.141
2002	0.112	0.037	0.128
2003	0.112	0.108	0.107
2004	0.106	0.109	0.128
2005	0.105	0.143	0.114
2006	0.111	0.121	0.120
2007	0.092	0.115	0.108
2008	0.113	0.116	0.145
2009	0.098	0.091	0.108
2010	DI	0.109	0.109
2011	0.063	0.089	0.080

DI= datos insuficientes

Fuente: Datos seleccionados de INE (2011) y datos proporcionados por el Municipio de Juárez para 2010 y 2011



Fuente: Tabla 3.4

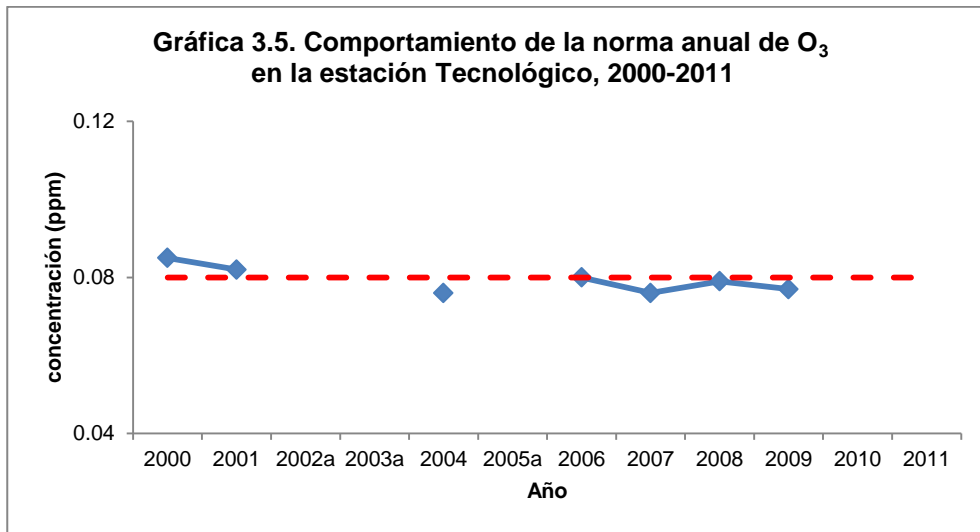
Respecto al comportamiento de la norma anual, únicamente la estación Tecnológico tiene un mayor número de datos suficientes, aunque de forma interrumpida, para poder hacer un seguimiento de este indicador. Los primeros años del periodo las concentraciones superaron el límite normado, pero a partir del 2004 éstas comienzan a estar dentro de norma. Tomando en cuenta el inicio y el final del periodo, se puede decir que hubo una mejoría en la calidad del aire (tabla 3.5 y gráfica 3.5).

**Tabla 3.5. Cumplimiento de la norma anual de O<sub>3</sub> (0.08 ppm) en Cd. Juárez. Quinto máximo de los promedios móviles de 8 horas, 2000-2011**

Año	Estación		
	Advance	20-30	Tecnológico
2000	DI	DI	0.085
2001	0.078	DI	0.082
2002	DI	DI	DI
2003	DI	DI	DI
2004	0.061	DI	0.076
2005	DI	DI	DI
2006	DI	DI	0.080
2007	DI	DI	0.076
2008	DI	DI	0.079
2009	DI	DI	0.077
2010	DI	0.063	SM
2011	0.053	0.066	SM

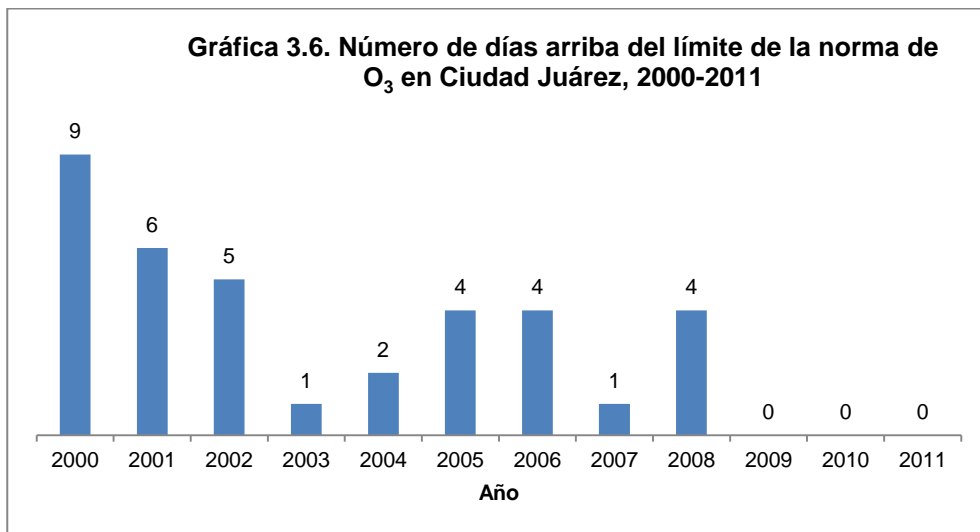
DI= datos insuficientes

Fuente: INE (2011) y datos proporcionados por el Municipio de Juárez para 2010 y 2011



Fuente: Tabla 3.5

En cuanto al número de días al año en los que se rebasa la norma de O<sub>3</sub> en Ciudad Juárez se observa una reducción al final del periodo. El año 2000 fue el que registró el mayor número de días fuera de norma con 9 días y en contraste, los años con apenas un día fuera de norma fueron 2003 y 2007. El 2009 es el primer año en que no se registraron rebases a la norma. Cabe recordar que la NOM no permite excedencias a lo largo del año (gráfica 3.6).



Fuente: INE (2011) y Municipio de Juárez (2012)



### 3.2.3. Monóxido de carbono (CO)

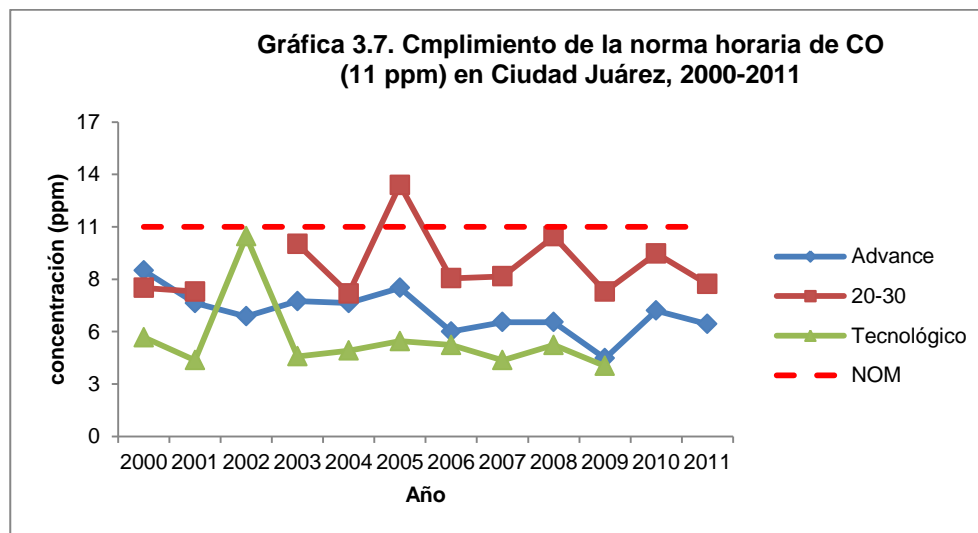
La NOM-021-SSA1-1993 de CO establece un límite de 11 ppm en promedio móvil de 8 horas. Este contaminante presentó excedencias al límite establecido en varias ocasiones. Respecto a su comportamiento, cada una de las estaciones tiene un patrón distinto. Las estaciones Advance y Tecnológico mostraron una tendencia a la baja (tabla 3.6 y gráfica 3.7).

**Tabla 3.6. Cumplimiento de la norma de 8 horas de CO (11 ppm) en Ciudad Juárez  
Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas, 2000-2011**

Año	Estación		
	Advance	20-30	Tecnológico
2000	8.7	7.8	5.2
2001	7.0	7.6	4.0
2002	6.3	SM	10.5
2003	7.1	10.1	4.2
2004	7.0	7.5	4.5
2005	7.8	13.2	5.0
2006	5.5	8.3	4.8
2007	6.0	8.4	4.0
2008	6.0	10.5	4.8
2009	4.1	7.6	3.7
2010	6.6	9.6	SM
2011	5.9	8.0	SM

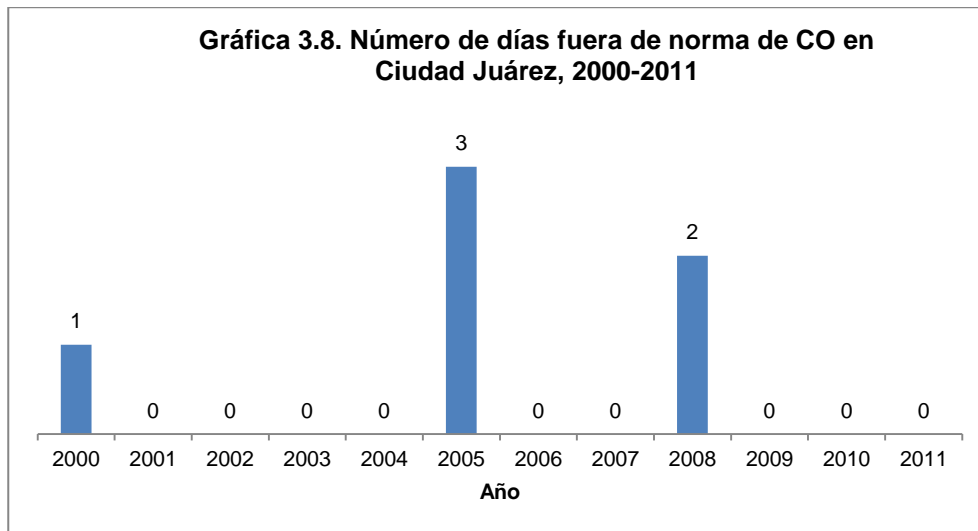
DI= datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: INE (2011) y datos proporcionados por el Municipio de Juárez para 2010 y 2011



Fuente: Tabla 3.6

Con relación a la frecuencia de días fuera de norma de  $O_3$  en Ciudad Juárez, únicamente en tres ocasiones se presentó esta situación, con un máximo de 3 días durante el 2005 (gráfica 3.8).



Fuente: INE (2011) y Municipio de Juárez (2012)

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

En 1993 el Instituto Nacional de Ecología elaboró un primer inventario emisiones de Ciudad Juárez. En este primer ejercicio de estimación se consideraron únicamente las fuentes fijas de jurisdicción federal y las fuentes móviles (tabla 3.7).

**Tabla 3.7. Inventario de emisiones de Ciudad Juárez 1993**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)				
	PST	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Puntuales	4,968	5,751	17,199	9,160	1,195
Móviles	2,164	1,636	566,460	20,833	55,824
<b>Total</b>	<b>7,132</b>	<b>7,387</b>	<b>583,659</b>	<b>29,993</b>	<b>57,019</b>

Fuente: INE-SEDESOL (1994). Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Críticas.

Posteriormente, para la elaboración del ProAire 1998-2002, se elaboró un nuevo inventario de emisiones, año base 1996 (tabla 3.8). Cabe señalar que este inventario excluyó fuentes de relativa importancia como la Central Termoeléctrica Samalayuca y Cementos de Chihuahua Planta Samalayuca, por encontrarse a más de 40 kilómetros del área urbana, y en ese momento se desconocía si causaban o no algún impacto en la calidad del aire de la ciudad. Otras fuentes que tampoco se incluyeron fueron los rellenos sanitarios, las fuentes naturales (vegetación), el uso de fertilizantes y plaguicidas, las plantas tratadoras de aguas residuales, el aeropuerto y los hospitales.

**Tabla 3.8. Inventario de emisiones de Ciudad Juárez 1996**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)				
	PST	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Puntuales	210	716	861	1,393	2,395
Área	281	1,834	2,055	802	19,244
Móviles	1,020	1,596	449,844	23,920	54,493
Vegetación/suelos	45,096	NA	NA	ND	ND
<b>Total</b>	<b>46,607</b>	<b>4,146</b>	<b>452,760</b>	<b>26,115</b>	<b>76,132</b>

NA = no aplica; ND = no determinado  
Fuente: ProAire Ciudad Juárez 1998-2002

Para la elaboración del ProAire Ciudad Juárez 2006-2012, se actualizó el inventario de emisiones tomando el 2002 como año base (tabla 3.9). Este nuevo inventario presenta nuevos cambios, por ejemplo, reporta las emisiones de partículas como PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en vez de partículas suspendidas totales (PST), y las de compuestos orgánicos totales (COT) en lugar de hidrocarburos (HC). También incorpora nuevas las fuentes, como pedreras, venta de comida ambulante, almacenadoras de granos, labranza agrícola y las emisiones

de la vegetación. Sin embargo, no se estimaron las emisiones del aeropuerto y de la terminal de autobuses.

**Tabla 3.9. Inventario de emisiones de Ciudad Juárez 2002**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)					
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT
Puntuales	1,344	1,008	25,695	2335	8,273	2,282
Área	457	419	543	89,721	9,622	11,763
Móviles	3,193	872	876	6,414	1,000	7,226
Vegetación/suelos	18,669	3,007	NA	NA	8	5
<b>Total</b>	<b>23,664</b>	<b>5,306</b>	<b>27,114</b>	<b>98,470</b>	<b>18,903</b>	<b>21,276</b>

NA = no aplica

Fuente: ProAire Ciudad Juárez 2006-2012

En el 2005 la SEMARNAT elaboró el inventario de emisiones año base 1999 para seis estados de la frontera norte, el cual incluye las estimaciones de las emisiones asociadas con los sectores industrial, de transporte, fuentes móviles no carreteras, servicios y las generadas por procesos naturales, a escala, estatal y municipal. En la tabla 3.10 se presente el resumen correspondiente al municipio de Juárez.

**Tabla 3.10. Inventario de emisiones del municipio de Juárez 1999**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)					
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV
Fija	1,741.4	1,663.2	21,539.4	2,092.4	9,567.7	1,501.2
Área	67,029.3	12,876.3	13,743.7	11,483.2	5,606.7	30,889.4
Móviles	241.7	198.0	462.6	76,395.5	8,192.9	10,016.2
Móviles no carretera	2.3	2.1	1.8	11.1	13.2	3.0
Naturales	NA	NA	NA	NA	421.6	3,742.6
<b>Total</b>	<b>69,014.7</b>	<b>14,739.60</b>	<b>35,747.5</b>	<b>89,982.2</b>	<b>23,802.1</b>	<b>46,152.4</b>

NA = no aplica

Fuente: SEMARNAT (2005) Inventario de emisiones de los estados de la frontera norte de México 1999

Dentro de los trabajos de actualización y seguimiento al Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México (SINEA), la SEMARNAT realizó los inventarios de emisiones del estado de Chihuahua correspondientes al año base 2005 y 2008, este último en fase preliminar. En las tablas 3.11 y 3.12 se muestra el resumen de los inventarios correspondientes.

**Tabla 3.11. Inventario de emisiones del municipio de Juárez 2005**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)					
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV
Fija	1,963.46	1,530.43	31,209.56	1,732.29	7,748.85	1,771.71
Área	1,398.10	810.59	12,109.30	2,840.32	5,077.67	25,507.54
Móviles	204.56	146	379.19	452,544.36	26,223.41	38,172.87
Naturales	NA	NA	NA	NA	960.11	1,465.13
<b>Total</b>	<b>3,566.12</b>	<b>2,487.02</b>	<b>43,698.05</b>	<b>457,116.97</b>	<b>40,010.04</b>	<b>66,917.25</b>

NA = no aplica

Fuente: SEMARNAT, SINEA 2005.

**Tabla 3.12. Inventario de emisiones del municipio de Juárez 2008**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)					
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV
Fija	1,559.45	1,216.89	13,048.07	7,191.28	5,645.33	2,334.83
Área	3,826.27	3,607.49	61.89	27,377.24	2,805.06	48,363.43
Móviles <sup>a/</sup>	NE	NE	23.77	43,459.17	6,919.47	6,913.48
Móvil no carretera	10.15	9.40	3.13	47.36	288.01	13.34
Naturales	NA	NA	NA	NA	397.94	321.22
<b>Total</b>	<b>5,395.87</b>	<b>4,833.77</b>	<b>13,136.86</b>	<b>78,075.04</b>	<b>16,055.81</b>	<b>57,946.29</b>

NA = no aplica

Fuente: SEMARNAT, Inventario Nacional de Emisiones de México 2008 (datos preliminares), excepto en <sup>a/</sup> Texas Commission on Environmental Quality (2011)

Como se puede apreciar, los inventarios no son del todo comparables debido a las diferencias metodológicas, cobertura y al tipo de fuentes consideradas. Para poder hacer una comparación se requiere recalcular dichos inventarios, lo cual queda fuera de los alcances de la presente evaluación.

## 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 del 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 Ciudad Juárez 2006-2012 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 Ciudad Juárez en el estado de Chihuahua 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 Ciudad Juárez, 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 y con el área técnica de la red de monitoreo atmosférico.

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 Ciudad Juárez, 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 Ciudad Juárez 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 Ciudad Juárez 2006-2012.

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 Ciudad Juárez 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 Ciudad Juárez 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 Ciudad Juárez.

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 Ciudad Juárez 2006-2012 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 Ciudad Juárez 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 (2002) 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 Ciudad

---

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

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

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 2006-2011

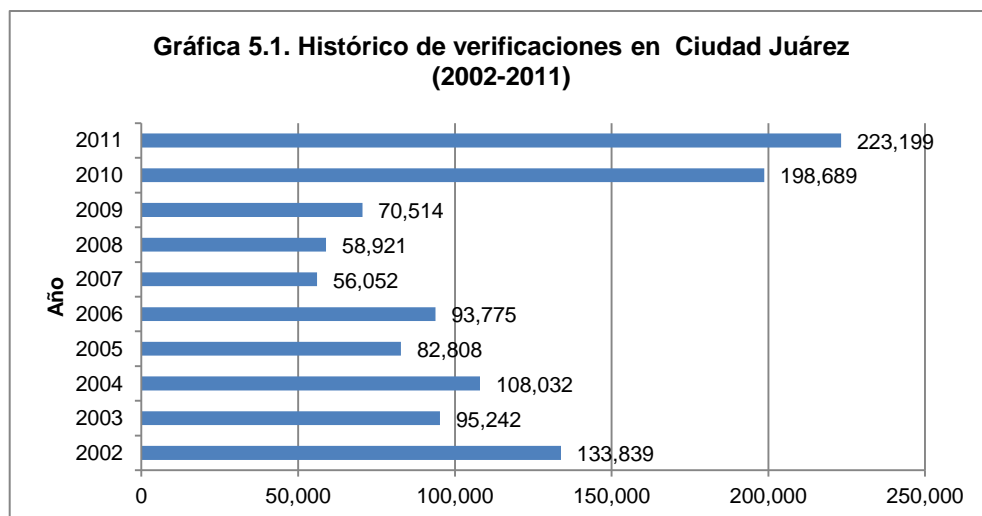
## 5.1 Estrategia 1. Vehículos, transporte y movilidad

### Medida 1. Fortalecer el programa de verificación vehicular y medidas de control para los vehículos de importación.

El Gobierno Municipal de Juárez modificó el Programa de Verificación de Emisiones Vehiculares (PVEV) en los años 2008 y 2011. El PVEV establece como estrategias la creación de centros talleres de verificación, además de los centros de verificación dedicados; asimismo, para reducir el costo de la verificación solo aplica la prueba estática, la verificación es anual para los vehículos particulares y cada seis meses para los de uso intensivo.

Del 2006 al 2011 la cantidad de verificaciones realizadas anualmente presentó altibajos. En los dos últimos años se aprecia un incremento significativo, alcanzando en 2011 una cobertura del 48.4%. Sin embargo, aún se encuentra por debajo de la meta (gráfica 5.1).

Con la finalidad de fortalecer el marco jurídico de este programa, en noviembre del 2011 se adiciona el Capítulo I Bis denominado "Centros de Verificación Vehicular", a la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua.



Fuente: Gobierno del Municipio de Juárez (2012).

En marzo del 2010 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el Acuerdo por el que se establece el Programa de fronterización de vehículos automotores usados en circulación en la zona conurbada de “Ciudad Juárez” en el Estado de Chihuahua. En los Puntos Segundo y Quinto, de este Acuerdo se establece la posibilidad de que los propietarios de los vehículos automotores opten por destruirlos en lugar de fronterizarlos, recibiendo un apoyo económico. Los Lineamientos para la Aplicación de este programa se publicaron en junio del 2010 en el DOF.

Mediante Acuerdo publicado en el DOF en octubre del 2011, se reconocen como válidos los certificados o constancias emitidos conforme a las regulaciones de los Estados Unidos de América, para efectos de acreditar su cumplimiento según lo dispuesto en las normas oficiales mexicanas en materia de emisiones contaminantes por fuentes móviles (NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-047-SEMARNAT-1999).

**Medida 2. Fortalecer el programa de detección y sanción a vehículos contaminantes.**

La autoridad de tránsito municipal reporta los siguientes registros en cuanto a infracciones a vehículos sin holograma de verificación u ostensiblemente contaminantes (tabla 5.1.).

**Tabla 5.1. Número de infracciones según tipo de motivo y por año**

<i>Motivo de infracción</i>	2009	2010	2011
Falta de engomado ecológico	3,392	34,361	12,218
Vehículo contaminante	7,613	4,004	4,760

Fuente: Gobierno del Municipio de Juárez. Dirección General de Tránsito (2012)

Con las reformas y adiciones a la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua en el 2011, se brinda sustento jurídico a la detección de vehículos contaminantes, acción que permite retirarlos de la circulación.

La operación del Programa de Monitoreo Vehicular mediante sensor remoto de emisiones (RSD 300), se aplicó como una acción para la identificación del comportamiento de las emisiones del parque vehicular. En la tabla 5.2 se muestra el seguimiento de este programa.

**Tabla 5.2. Resultados del Programa de Monitoreo Vehicular, 2008-2011**

<i>Año</i>	<i>Vehículos monitoreados</i>	<i>Vehículos con excedencia</i>	<i>Porcentaje respecto a los V. Monitoreados</i>	<i>Sanciones aplicadas</i>
2008	29,382	6,095	20.7%	0
2009	89,286	24,633	27.6%	3,747
2010	49,590	17,829	35.9%	12,176
2011	ND	ND	ND	7,649

Fuente: Gobierno del Municipio de Juárez. Dirección de Ecología y Protección Civil (2012)

### **Medida 3. Promover la utilización de combustibles alternos en los vehículos de carga y pasajeros.**

Desde el año 2000 el Reglamento de Vialidad para el Municipio de Juárez señala que para que el transporte público no pierda la concesión es obligatorio que las unidades cuenten con motor ecológico, gas natural licuado y verificar las unidades de forma semestral. No obstante, no se reportan avances en la conversión de las unidades.

### **Medida 4. Promover los mecanismos necesarios para agilizar el cruce en los puentes internacionales.**

En 2011 inicia la construcción de un nuevo cruce internacional Ciudad Juárez-El Paso denominado El Tornillo- Guadalupe. Se prevé que entre en funcionamiento en el primer cuatrimestre del 2013. Este cruce contará con 4 líneas de inspección de automóviles, 3 líneas de inspección comercial y con 10 carriles de inspección para unidades de carga.

Con la finalidad de agilizar los cruces fronterizos, se puso a disposición de la población en general un sitio en internet en donde se puede consultar los tiempos de espera en los cruces fronterizos, este sitio es: <http://www.canal44.com/reportedepuentes.php> y <http://www.ci.el-paso.tx.us/commute/bridge.asp>

Con el fin de reducir los tiempos de espera en los puentes internacionales se implementó el carril SENTRI y se implementó la tecnología de los pasaportes (Scanner).

Para reducir el uso intensivo del vehículo particular, generando alternativas para el cruce internacional de persona, se incrementó el número de garitas de revisión para peatones y ciclistas.

En el 2011 del Departamento de Transporte de Texas dio a conocer el Plan Operacional de los Puertos de Entrada de la Región de El Paso, el cual tiene como meta maximizar el uso de los seis cruces existentes en la región. El documento propone seis

recomendaciones a implementar relacionadas con recursos humanos, tecnología, infraestructura e ingeniería de tráfico. De estas recomendaciones destacan: ampliar el horario comercial de operación; implementar el Sistema de Información de Viajero y Carga Fronteriza para proveer información sobre tiempos de espera y largo de las colas; y reconfigurar la asignación de carriles para separar autos y camiones.

#### **Medida 5. Generar, promover e instrumentar un sistema de movilidad sustentable.**

El Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) realizó el primer estudio integral de transporte para Ciudad Juárez en 1996, del cual se desarrolló su primer macromodelo de demanda de desplazamientos (MDD). Diez años después, con el objetivo de actualizar el MDD, se realizó la primera etapa del Estudio Integral de Transporte en Ciudad Juárez 2006. Dicho estudio se orientó al “Desarrollo de alternativas para la eficiencia el transporte público de pasajeros y su impacto en el medio ambiente”. En el 2008 el Gobierno municipal de Juárez y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) lanzaron la convocatoria 2008-01 para desarrollar la segunda etapa del Estudio, así como determinar el impacto vial del corredor troncal piloto de transporte público.

Por otra parte, las estrategias y acciones del Plan Sectorial de Movilidad Urbana consistentes en una red vial compuesta por los corredores de movilidad urbana que descongestionen los puntos conflictivos del tránsito en la ciudad, y que permita albergar la nueva red de transporte público, la red de ciclo-pistas y los puntos de intermodales. Al respecto, se tiene planeado utilizar sistemas de transporte tipo BRT (*Bus Rapid Transit*).

En agosto del 2011 la SEMARNAT dio a conocer los resultados de la primera etapa del programa Transporte Limpio, el cual puso en marcha en proyecto piloto en el 2009. Con apoyo financiero y asesoramiento técnico de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), se llevaron a cabo dos proyectos demostrativos en la frontera norte del país, en Tijuana-Nogales y en Ciudad Juárez. Después del curso de capacitación que se impartió a los conductores, se logró documentar un ahorro de combustible promedio de 24% en el caso de Tijuana y Nogales, y de hasta 40% en Ciudad Juárez.

Se han puesto en operación corredores peatonales mejorando sustancialmente las banquetas y mobiliario urbano.



Se cuenta con la herramienta para realizar pronóstico de tráfico bajo diferentes escenarios de movilidad y de condiciones económicas.

## **5.2 Estrategia 2. Industria, comercio y servicios**

### **Medida 6. Vigilar el cumplimiento de la regulación aplicable para las fuentes fijas.**

Entre los años 2010 y 2011 el gobierno municipal, otorgó 39 autorizaciones de combustión a cielo abierto durante los operativos de simulacro de incendio y contingencias. Periódicamente se realizan inspecciones con el objetivo de regular las operaciones de comercios y servicios. En el mismo periodo se realizaron 221 inspecciones a establecimientos, entre los que se encuentran restaurantes, compra-venta de metales, talleres, tiraderos de chatarra, comercios e industria en general. De estas inspecciones, únicamente 16 llegaron a sanciones por incumplimiento o malas prácticas. Asimismo se atendieron 255 denuncias de las cuales 24 correspondieron a medio ambiente, y a su vez, 10 en materia de atmósfera.

### **Medida 7. Reglamentar y convenir con las empresas pedreras la reducción de emisiones de partículas.**

Se avanzó en la elaboración de un inventario de partículas suspendidas de la industria pedrera. Aunado a ello se cuenta con el Inventario Nacional de Bancos de Materiales, el cual tiene por objeto proporcionar información previa sobre la existencia y disponibilidad de materiales para la construcción y conservación de las obras en las que interviene la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En este Inventario se tienen identificadas las restricciones ecológicas para su aprovechamiento.

Cada año la autoridad ambiental realiza visitas de inspección y vigilancia, y se da seguimiento a las empresas a las que se les ha iniciado algún procedimiento administrativo para que cumplan con la normatividad aplicable.

En mayo de 2011 se publicó la Ley de Desarrollo Urbano Sostenible del Estado de Chihuahua, a partir de la cual se espera incidir en la regulación de los bancos de materiales a través de la creación de normas técnicas ambientales estatales.

### **Medida 8. Reubicación y reconversión de ladrilleras y hornos.**

Respecto al proyecto para la reubicación de las ladrilleras, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez ha realizado los siguientes trabajos: *Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez (2004)* y *La cartografía de riesgo como instrumento técnico para la reubicación de la industria ladrillera del municipio de Juárez, México (2010)*.

En el 2009 el Gobierno del Estado autorizó la adquisición del predio para la reubicación de las ladrilleras. La reubicación de las ladrilleras contempla dos etapas, la primera, con aquellas que quedaron dentro de la mancha urbana, y la segunda, con las localizadas en la periferia. El nuevo parque ladrillero está ubicado en el surponiente de la ciudad, considerando que el crecimiento de la ciudad se dirige hacia el suroriente.

Se pretende que los productores ladrilleros utilicen tecnologías más limpias, por ejemplo, los hornos ecológicos MK2, los cuales pueden reducir hasta en un 80 por ciento las emisiones contaminantes a la atmósfera.

### **Medida 9. Implementar un programa de recuperación de vapores de gasolina en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles.**

En el Congreso del Estado, los diputados presentaron una iniciativa de decreto con el fin de obligar y regular la instalación de equipos para la recuperación de vapores de combustibles en gasolineras. Esto se haría a través de una reforma al artículo 165 de la Ley de Desarrollo Urbano Sostenible del Estado de Chihuahua.

En 2005, inició el Programa de Supervisión Técnica a Estaciones de Servicio en Operación en etapa de Mantenimiento, periodo 2005-2007. La supervisión técnica contempla efectuar pruebas de funcionamiento a determinados equipos y sistemas de las estaciones de servicio. Las pruebas de funcionamiento verifican la correcta operación de los equipos, instalaciones y sistemas de las estaciones de servicio, entre otras acciones contemplan la revisión de conectores rápidos de mangueras de recuperación de vapores en tanques, codos de recuperación de vapores, alarma del sistema de recuperación de vapores, etc.

**Medida 10. Mitigar las emisiones de COV en tintorerías, talleres de pintura automotriz, imprentas y maquiladoras.**

Con financiamiento del Programa Frontera 2012, estudiantes y maestros de la Universidad Autónoma de Juárez distribuyeron 60 aspersores de pintura de bajo volumen/baja presión (LVLP, por sus siglas en inglés) en talleres automotrices e instaron a los operadores a remplazar sus antiguos aspersores, los cuales originan altas concentraciones de compuestos volátiles orgánicos (COV). Como parte del proyecto, 28 talleres automotrices (20% de los talleres de la ciudad) participaron en un curso donde se explicó el uso y ventajas de esta tecnología. Estudiantes universitarios visitaron otros talleres para promocionar el uso de los aspersores LVLP.

Como parte del proyecto, se realizaron campañas de monitoreo de COV que liberan durante los procesos de pintado automotriz. Con la información obtenida se generaron mapas digitales permitiendo identificar el potencial de exposición a benceno y tolueno, subproductos químicos del pintado con aspersores, en lugares de la ciudad donde hay talleres automotrices cercanos a zonas residenciales.

**Medida 11. Evaluación del impacto de las emisiones de las plantas de generación eléctrica.**

El marco de un Convenio de Colaboración entre la SEMARNAT y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el 2004 se concluyó el estudio "Evaluación de las externalidades ambientales de la generación termoeléctrica en México". Este estudio tuvo como objetivo calcular los costos externos de la producción de energía de 11 centrales eléctricas del país (entre éstas la de Samalayuca), que utilizan combustóleo o carbón. El estudio contempla la dispersión de los contaminantes, el cálculo de las concentraciones y el impacto en la salud humana. De acuerdo con este estudio la termoeléctrica Salamayuca presentó los niveles más bajos de concentración de contaminantes de las 11 centrales, cumpliendo con las normas de calidad del aire ambiente. El costo externo en salud se calculó en tres y medio millones de dólares al año, contrastando con los ciento siete millones de dólares de la central Adolfo López Mateos, Tuxpan, Veracruz.

En el 2009 la CFE desarrolló, con la participación de la SEMARNAT y un asesor externo, la metodología de Evaluación Ambiental Estratégica para la selección de sitios y

trayectorias de proyectos eléctricos. Dicha metodología se aplicó a un proyecto piloto de la región noreste del país.

Como parte del análisis estratégico socio ambiental para el desarrollo de proyectos, en el 2010 la CFE realizó el análisis de la factibilidad de instalar el proyecto Central de Ciclo Combinado Norte III en el área natural protegida de Médanos de Samalayuca.

**Medida 12. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales, comerciales y de servicios.**

La Delegación en el Estado de Chihuahua de Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología de Gobierno de Chihuahua, y la Dirección General de Ecología y Protección Civil del Municipio de Juárez, recibieron en el periodo 2006-2010, un total de 242 denuncias en materia ambiental, de las cuales 84 (34.7%) corresponden al sector aire. En el 2007 alcanzó el mayor número de denuncias, disminuyendo en los años siguientes (tabla 5.3).

**Tabla 5.3. Denuncias recibidas en el municipio de Juárez por sector (2006-2011)**

<i>Año</i>	<i>Aire</i>	<i>Agua</i>	<i>Suelo</i>	<i>Otro</i>	<i>Suma</i>
2006	7	1	11	3	22
2007	35	3	49	1	88
2008	29	5	52	6	92
2009	3	0	7	6	16
2010	10	2	7	5	24
2011	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>11</b>	<b>126</b>	<b>21</b>	<b>242</b>

ND = no disponible

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del estado de Chihuahua, varios años.

En materia de expedición de la licencia ambiental única (LAU) por la Delegación Estatal de la SEMARNAT, durante el 2009 fueron 12 y 4 en el 2010. Cabe señalar que el 6 de febrero del 2010 la SEMARNAT emitió un aviso acerca de que los trámites relacionados con la LAU de las fuentes fijas de jurisdicción federal tendrían que realizarse en la Delegación Estatal de la SEMARNAT, toda vez que el Gobierno del Estado de Chihuahua dio por terminado el convenio de Coordinación y Concentración de Acciones para el fortalecimiento de la aplicación de la Licencia Ambiental Única en el Municipio de Juárez.

Por lo anterior, el Grupo de Trabajo del ProAire acordó modificar la medida con el propósito de definir competencias. La nueva medida que se propuso fue la de “*Promover un convenio de coordinación entre los órdenes de Gobierno*”.

### **Medida 13. Promoción y consolidación del sistema integrado de regulación en la industria, comercio y servicios.**

Con la participación de los tres niveles de gobierno, durante el 2008 se avanzó hacia la implementación de la Licencia Ambiental electrónica, el pago de derechos electrónico y el seguimiento de trámites por Internet.

La SEMARNAT publicó el 6 de febrero del 2010 en el Periódico Oficial del Estado de Chihuahua, el Aviso por medio del cual se informa a los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal ubicados en el Municipio de Juárez, que las solicitudes de Licencia Ambiental Única (LAU) y cualquier trámite relacionado con este tipo de licencias, deberán presentarse y gestionarse directamente en la SEMARNAT. De conformidad con este Aviso, el Convenio Coordinación y Concentración de Acciones para el fortalecimiento de la aplicación de la LAU en el Municipio de Juárez se dio por terminado.

### **Medida 14. Promoción y fortalecimiento de los programas de autorregulación en la industria.**

En abril del 2010, se publicó en el DOF el nuevo Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales. Con este nuevo Reglamento se agilizarán los trámites de las solicitudes de certificación ambiental que presenten voluntariamente las industrias y empresas comerciales y de servicios en todo el país. Además, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá otorgar oficialmente el Reconocimiento de Excelencia Ambiental para distinguir a aquellas empresas que, una vez certificadas en el máximo nivel de desempeño ambiental, demuestran acciones sobresalientes en el cuidado del medio ambiente.

El Gobierno del Estado, a través de las secretarías de Desarrollo Urbano y Ecología y de Desarrollo Industrial y en asociación estratégica con el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, dio a conocer el Programa Voluntario de Regulación Ambiental, con el objetivo incentivar el cumplimiento de la normatividad y difundir la cultura de “buenas prácticas ambientales”.

**Medida 15. Promover y desarrollar estímulos fiscales y económicos de fomento ambiental para los establecimientos industriales, comerciales y de servicio.**

En el marco del Programa de Retención a la Industria que durante 2010 y 2011 se realizaron más de 200 visitas para dar seguimiento a establecimientos industriales localizados en diferentes regiones y municipios del estado, con el objetivo de dar atención y mantener una relación estrecha con el sector productivo de Chihuahua y conocer con exactitud la situación por la que atraviesan, así como los indicadores de empleo, rotación, ausentismo, equidad de género, expectativas de crecimiento, inversión y desarrollo tecnológico, de manera que se atiendan con mayor facilidad sus gestiones ante los diferentes niveles de gobierno y se faciliten las mejoras necesarias para el incremento de su competitividad e incluso, en caso de ser necesario, se definen apoyos fiscales para proteger la operación de las empresas y así poder mantener el empleo.

### **5.3. Estrategia 3. Protección a la salud**

**Medida 16. Desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación atmosférica.**

El Instituto Nacional de Salud Pública en el 2003 presentó el estudio referente al impacto de la contaminación atmosférica en la morbilidad y mortalidad de la población infantil de Ciudad Juárez. El estudio reveló que las enfermedades respiratorias relacionadas con la contaminación atmosférica fueron la causa de muerte de más de la mitad de infantes menores de un año, entre 1997 y 2001.

Otros estudios sobre efectos en la salud de la población que se pueden mencionar son los de Cortez y colaboradores (2004), quienes realizaron el estudio relativo a los “Niveles ambientales de las  $PM_{2.5}$  y distancia a una vía de alto tránsito en Ciudad Juárez”; por su parte, Hernández y colaboradores (2007) estudiaron la “Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez. De este último estudio cabe resaltar que las concentraciones de  $O_3$ , pero no de  $PM_{10}$ , se asociaron significativamente con las consultas a urgencias por afecciones respiratorias, principalmente en niños de 5 años o menores.

En el 2009 la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) impartió el seminario “Los Riesgos Sanitarios Asociados a la Contaminación del Aire en

México”. Dentro de las recomendaciones emitidas por los participantes destaca la de utilizar de manera expedita y prioritaria la información obtenida en las áreas operativas de salud y medio ambiente para que ésta sea utilizada en la toma de decisiones para la prevención y disminución del riesgo sanitario provocado por la exposición de la población a contaminantes atmosféricos.

**Medida 17. Divulgar los niveles de contaminación del aire y sus pronósticos, así como, difundir las medidas preventivas de protección a la salud.**

El Gobierno de Juárez, por conducto de la Dirección General de Ecología y Protección Civil elabora el pronóstico del estado del tiempo y de la calidad del aire el cual difunde por diversos medios. En este boletín también se mencionan los riesgos a la salud de acuerdo con el grado de exposición a la contaminación atmosférica y las medidas de protección a la salud a seguir. Para tal fin se utiliza una escala de colores y el índice metropolitano de la calidad del aire (IMECA).

#### **5.4. Estrategia 4. Educación ambiental**

**Medida 18. Poner en operación el Plan Municipal de Educación Ambiental.**

En el 2003 se inició un proyecto sin precedentes en la región fronteriza: reunir a instituciones de gobierno y organizaciones civiles con el fin de consolidar la educación ambiental en Ciudad Juárez. De estos primeros encuentros surgieron dos talleres de planeación en el ámbito de la educación ambiental: 1) *Hacia un plan municipal de educación ambiental*; y 2) *Hacia un plan binacional de educación ambiental, capacitación para el desarrollo sustentable y comunicación educativa en la Región Paso del Norte, Programa Frontera 2012*.

Como resultado de los talleres se conformó el Comité de Educación Ambiental Fronterizo (CEAF) para coordinar y redactar el plan municipal de educación ambiental. Dicho plan se concluyó en 2004. Dada la importancia del documento, se decidió que éste fuera la base para la creación del Plan de Educación, Capacitación y Comunicación para el Estado de Chihuahua.

En junio del 2008 se efectuó la primer Conferencia Fronteriza de Educación Ambiental, binacional y bilingüe, de la *North American Association for Environmental Education* (NAAEE), conjuntamente con el Programa Frontera 2012. El evento reunió cerca de cien educadores de la región fronteriza México-Estados Unidos.

La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) a partir del 2009 puso en marcha el Programa de Educación Ambiental para Niños y Niñas, como parte de una propuesta para vincular a los estudiantes de las licenciaturas de la UACJ con escuelas, organizaciones, instituciones y sociedad en general, por parte de la Red Ambientalista Universitaria. Entre las actividades de este Programa está la elaboración de material didáctico para niños y niñas, en temas de educación ambiental, cultural, turístico y valores; la elaboración de material visual; la elaboración de material electrónico y digital; la elaboración de material manual; el desarrollo de cursos, prácticas y actividades para niños y niñas; y la promoción del conocimiento de la cultura al respeto del medio ambiente.

## **5.5. Estrategia 5. Fortalecimiento institucional y programas de coordinación binacional**

### **Medida 19. Promover la participación del Comité Consultivo Conjunto (CCC) en el seguimiento y evaluación del Programa de Gestión de la Calidad del Aire en Ciudad Juárez 2006-2012.**

Desde la conformación del Comité en 1996, se participa en los grupos de trabajo respectivos. De 2006 al 2011 se han realizado una serie de reuniones en los que se han tratado los siguientes temas y proyectos: programa de verificación vehicular, monitoreo atmosférico, pavimentación, normatividad (calidad de combustibles), reubicación de ladrilleras, emisiones vehiculares, transporte limpio, cambio climático, avances del ProAire Juárez, entre otros.

Cabe señalar que en el 2011 el CCC cumplió 15 años de operaciones. Las actas, agendas y presentaciones de las reuniones se encuentran disponibles en el sitio web de la CCC, [www.jac-ccc.org](http://www.jac-ccc.org)

### **Medida 20. Actualización y mantenimiento del inventario de emisiones.**



Como parte de la actualización del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México, la SEMARNAT cuenta con el inventario a nivel estatal y municipal de Chihuahua/Ciudad Juárez desagregado por tipo de fuente y contaminante. El inventario está disponible para su consulta en: Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php>

En el 2011 la EPA otorgó recursos a la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ) para elaborar el inventario de emisiones de Ciudad Juárez 2008. Para esto se contrató al Centro para Recursos Ambientales y Energía de la Universidad de Texas (UT-CEER) que, en colaboración con autoridades mexicanas, realizó dicho trabajo. El nuevo inventario, combinado con los de El Paso y del condado de Doña Ana, New México, servirá de base para modelar la calidad del aire en la cuenca atmosférica.

**Medida 21. Participar en el programa del Southwest Center for Environmental Research and Policy (SCERP) a través de universidades mexicanas en investigación de la calidad del aire de la cuenca Paso del Norte.**

Actualmente participan alrededor de 18 universidades estadounidenses y mexicanas; entre éstas últimas están: Universidad Autónoma de Baja California, El Colegio de la Frontera Norte, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de Baja California Campus Ensenada, Universidad Autónoma de Baja California Sur y Universidad de Sonora.

Entre los estudios realizados en materia de contaminación atmosférica destacan:

- Investigating the Health Effects of Dust Storms in El Paso Texas, and Ciudad Juarez, Chihuahua.
- Field Evaluation of Sources of Air-Borne PAHs in the El Paso Area.
- Cytotoxicity Studies Relating to Long Term Exposure to Low Concentrations of Carbon Nanotube Aggregates in the Indoor Air: Implications for Asthma and Other Respiratory Health Effects in the Paso del Norte Region.
- Toxicology Study of Inhalable Soil Dusts from the Paso del Norte Region.

- Qualifying and Quantifying the Major Indoor and Outdoor Sources of Carbon Nanotubes and Related Nanocrystal Aggregates in the El Paso/Juarez Metroplex: Establishing an Environmental Baseline for Potential Respiratory Health Effects.
- Collection and Characterization of Atmospheric Nanoparticulates in the El Paso, Texas/Ciudad Juárez, Mexico Metroplex.
- Feasibility Demonstration of an Integrated Air Quality Monitoring Approach to PM Source Apportionment in the Paso del Norte Region.

En enero del 2011 se llevó a cabo la Conferencia Técnica Anual, en el estado de Arizona Estados Unidos, en la cual participó la Universidad de Baja California, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y el Colegio de la Frontera Norte, respecto a los temas de calidad del aire.

**Medida 22. Continuar con las actividades binacionales en materia de calidad del aire en el marco del Programa Ambiental México-Estados Unidos Frontera 2012.**

Los Coordinadores Nacionales de Frontera 2012, la SEMARNAT y la EPA concluyeron el más reciente reporte de actividades 2010-2012 de este programa. Un número importante de proyectos Frontera 2012 están redituando reducciones en la contaminación proveniente de fuentes como motores de diesel, automóviles viejos, caminos sin pavimentar, hornos para la fabricación de ladrillos, y plantas de energía.

**Medida 23. Desarrollar un sistema de información para determinar la capacidad de carga de contaminantes del aire en la cuenca Paso del Norte.**

Desde el 2008 el Instituto Nacional de Ecología realiza diversos estudios para delimitar cuencas atmosféricas en México. A la fecha el Instituto ha desarrollado la metodología para la delimitación de cuencas, así como trabajos de modelación en las principales ciudades mexicanas, entre ellas, Ciudad Juárez. Asimismo, se trabaja en un proyecto de adecuaciones al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica el cual establece nuevas atribuciones en materia de cuencas atmosféricas.

Dentro de las acciones realizadas por el Comité Consultivo Conjunto se elaboró un programa basado en Sistemas de Información Geográfica en plataforma de Internet (ARC-IMS por sus siglas en inglés) mediante el cual se puede consultar el inventario de emisiones de fuentes de área de Ciudad Juárez.

**Medida 24. Identificar mecanismos de financiamiento para el logro de las medidas ambientales planteadas en el ProAire 2006-2012.**

En marzo del 2008 el Grupo Técnico del ProAire presentó una propuesta de creación de un fideicomiso para el ProAire Juárez. La propuesta tiene como fundamento las adiciones a la Ley de Coordinación Fiscal y las reformas a la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (Diario Oficial de la Federación, 21 de diciembre del 2007), que habla sobre el impuesto a la venta final de combustibles y su destino a entidades federativas y municipios para la aplicación a programas ambientales, movilidad urbana, infraestructura urbana y rural, entre otros. No obstante, para su instrumentación se requiere contar con un marco legal aprobado por el Congreso del Estado y Cabildo Municipal.

En marzo del 2011 el Congreso del Estado aprobó el Fideicomiso Estatal para la Vitalización del Transporte de Chihuahua. La finalidad de este fideicomiso, es para el mejoramiento de los sistemas de transporte que propicie elevar la calidad de vida de los habitantes y la competitividad de las comunidades del Estado de Chihuahua, de acuerdo con las necesidades requeridas en oferta y demanda (tarifas, itinerarios, concesiones, horarios, frecuencias, rutas, entre otros). Con los recursos de este Fideicomiso se tiene proyectado introducir un sistema de transporte semimasivo en Ciudad Juárez y la pavimentación de calles.

**Tabla 5.4. Resumen. ProAire Ciudad Juárez,  
avance ponderado 2006-2011**

No.	Medida	Estatus y Avance (%)				
		NI	I	P	PT	T
<b>1. Vehículos, transporte y movilidad</b>						
1.1	Fortalecer el programa de verificación vehicular y medidas de control para los vehículos de importación			50		
1.2	Fortalecer el programa de detección y sanción a vehículos contaminantes			38		
1.3	Promover la utilización de combustibles alternos en los vehículos de carga y pasajeros	0				
1.4	Promover los mecanismos necesarios para agilizar el cruce en los puentes internacionales			29		
1.5	Generar, promover e instrumentar un sistema de movilidad sustentable			47		
<b>2. Industria, comercio y servicios</b>						
2.1	Vigilar el cumplimiento de la regulación aplicable para las fuentes fija			43		
2.2	Reglamentar y convenir con las empresas pedreras la reducción de emisiones de partículas			26		
2.3	Reubicación y reconversión de ladrilleras y hornos				80	
2.4	Implementar un programa de recuperación de vapores de gasolina en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles		18			
2.5	Mitigar las emisiones de COV en tintorerías, talleres de pintura automotriz, imprentas y maquiladoras		17			
2.6	Evaluación del impacto de las emisiones de las plantas de generación eléctrica		24			
2.7	Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales, comerciales y de servicios			64		
2.8	Promoción y consolidación del sistema integrado de regulación en la industria, comercio y servicios		4			
2.9	Promoción y fortalecimiento de los programas de autorregulación en la industria			64		
2.10	Promover y desarrollar estímulos fiscales y económicos de fomento ambiental para los establecimientos industriales, comerciales y de servicio		9			
<b>3. Protección a la salud</b>						
3.1	Desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación atmosférica		7			
3.2	Divulgar los niveles de contaminación del aire y sus pronósticos, así como difundir las medidas preventivas de protección a la salud		15			
<b>4. Educación ambiental</b>						
4.1	Poner en operación el Plan Municipal de Educación Ambiental			34		
<b>5. Fortalecimiento institucional y programas de coordinación binacional</b>						
5.1	Promover la participación del Comité Consultivo Conjunto (CCC) en el seguimiento y evaluación del Programa de Gestión de la Calidad del Aire en Ciudad Juárez 2006-2012				85	
5.2	Actualización y mantenimiento del inventario de emisiones			42		
5.3	Participar en el programa del Southwest Center for Environmental Research and Policy (SCERP)			47		
5.4	Continuar con las actividades binacionales en materia de calidad del aire en el marco del Programa Ambiental México-Estados Unidos Frontera 2012			49		
5.5	Desarrollar un sistema de información para determinar la capacidad de carga de contaminantes del aire en la cuenca Paso del Norte.			32		
5.6	Identificar mecanismos de financiamiento para el logro de las medidas ambientales planteadas en el ProAire Ciudad Juárez 2006-2012			40		

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 tres 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.

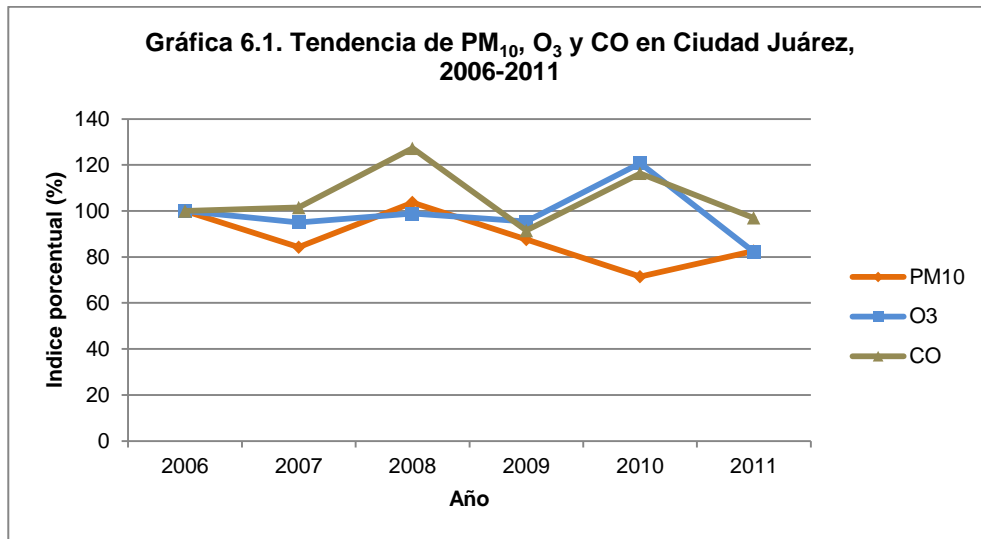
En el caso de las partículas PM<sub>10</sub> y el O<sub>3</sub>, se utilizaron los datos de concentración de los criterios anuales de las normas respectivas, mientras que para el CO se utilizaron los datos de concentración de las normas horarias.

En Ciudad Juárez, tanto las partículas PM<sub>10</sub> como el O<sub>3</sub> presentan una tendencia a la baja a lo largo del periodo excepto en el 2010 cuando el O<sub>3</sub> presenta un pico. En el caso del CO su tendencia no está definida ya que al inicio y al final del periodo las concentraciones tienen un valor cercano a los 100 puntos, además presenta dos picos importantes, uno en el 2008 y el otro en el 2010 no obstante, este contaminante se encuentra dentro de norma (gráfica 6.1).

Cabe destacar que a pesar de la clara tendencia descendente de las PM<sub>10</sub> éstas no cumplen el criterio de la norma anual de 50 µg/m<sup>3</sup>. Por el contrario la norma anual del O<sub>3</sub> se cumple desde el 2007.

---

<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.



## 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 Ciudad Juárez 2006-2012, se tomaron en cuenta los inventarios de emisiones año base 2002 y 2008.

Los objetivos y las metas del ProAire se centran en la reducción de las concentraciones de contaminantes que prevalecen en la ciudad, siendo estos las partículas PM<sub>10</sub>, el O<sub>3</sub> y el CO.

Como se puede observar el ProAire no establece objetivos o metas en cuanto a reducción de emisiones, ni tampoco se refieren a la reducción de emisiones por algún tipo de fuente en particular. Por lo que para la presente evaluación se procede a determinar si hay una variación, ya sea positiva (incremento) o negativa (reducción), de las emisiones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub>. En la tabla 6.1 se presentan las emisiones totales por tipo de contaminante para los años 2002 y 2008. A partir de esas cantidades se obtuvo la diferencia de emisión en toneladas por año y la variación porcentual.

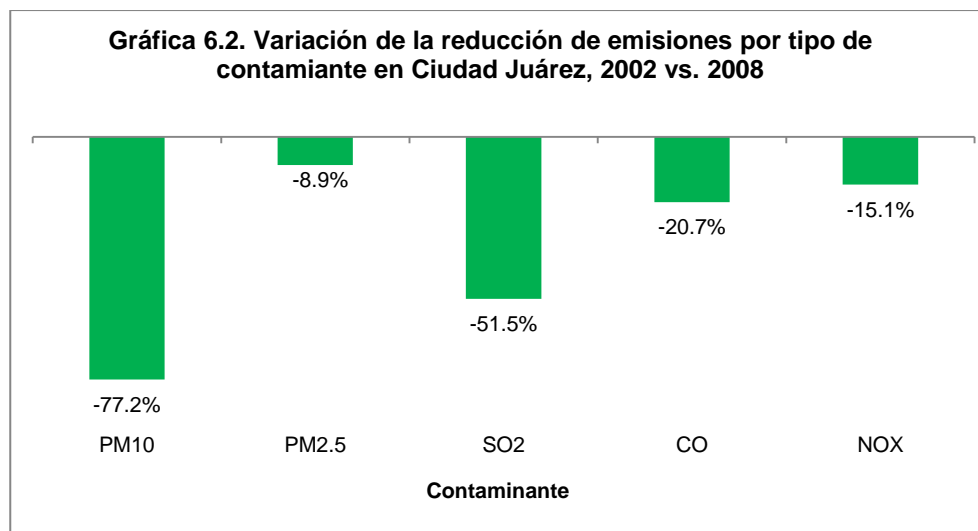
**Tabla 6.1. Reducción de las emisiones totales por tipo de contaminante en Ciudad Juárez (toneladas/año)**

Característica	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV
Año base 2002 <sup>a/</sup>	23,664	5,306	27,114	98,470	18,903	NE
Año base 2008 <sup>b/</sup>	5,396	4,834	13,137	78,075	16,056	57,946
Variación	-18,268	-472	-13,977	-20,395	-2,847	
Porcentaje	-77.2%	-8.9%	-51.5%	-20.7%	-15.1%	
¿Hay reducción?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	

NE= no estimado

Fuente: Elaboración propia con datos de: <sup>a/</sup> ProAire Ciudad Juárez 2006-2012 y <sup>b/</sup> SEMARNAT (2012) Inventario Nacional de Emisiones de México 2008 (datos preliminares), TCEQ (2011)

La gráfica 6.2 muestra que en cinco casos hay una variación negativa, es decir, una reducción de emisiones, lo que favorece a los objetivos del ProAire. En orden de importancia destaca la reducción de partículas PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> y CO.



Fuente: Tabla 6.1.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

En la última década Ciudad Juárez ha experimentado una disminución en su tasa de crecimiento poblacional, así como una reducción en el número de establecimientos industriales y comerciales, y en la superficie dedicada a la agricultura.

De acuerdo con los resultados de la evaluación, el ProAire Ciudad Juárez al 2011, obtuvo un promedio total de cumplimiento del 31.0% en la instrumentación de las 24 medidas establecidas, de las cuales 2 están por concluir, 14 en proceso de instrumentación, 7 iniciadas y 1 sin iniciar. El avance por estrategia que se obtuvo es el siguiente:

<i>Estrategia</i>	<i>% de avance real</i>	<i>% de avance ponderado</i>
1. Vehículos, transporte y movilidad	33.3%	11.7%
2. Industria, comercios y servicios	33.2%	8.3%
3. Protección a la salud	10.2%	2.05%
4. Educación ambiental	34.3%	1.7%
5. Fortalecimiento institucional y programas de coordinación binacional	48.3%	7.2%

Los objetivos del ProAire se centran en la reducción de las concentraciones de partículas  $PM_{10}$ ,  $O_3$  y el CO. Al respecto, las partículas  $PM_{10}$  constituyen el principal contaminante que afecta la calidad del aire en Ciudad Juárez. Sin bien del 2006 al 2011 las partículas muestran una tendencia a la baja, aún persisten concentraciones por arriba del límite establecido en la Modificación a la NOM-025-SSA1-1993.

Con relación al  $O_3$  y al CO, destaca que en los últimos tres años (2009-2011) no se han presentado días fuera de norma. La tendencia del  $O_3$  se muestra a la baja mientras que la del CO se ha mantenido estable.

El ProAire no establece objetivos o metas en cuanto a reducción de emisiones, ni tampoco se refieren a la reducción de emisiones por algún tipo de fuente en particular. No obstante, al tomar en cuenta los inventarios de emisiones 2002 y 2008 se observa una reducción en cinco contaminantes, principalmente en  $PM_{10}$  y  $SO_2$ .



# Recomendaciones

- Fortalecer la red de monitoreo atmosférico de Ciudad Juárez con el monitoreo continuo de  $PM_{10}$ , además incorporar el monitoreo de  $NO_x$  y  $SO_2$ .
- Incorporar medidas relacionadas con los recursos naturales, reforestación rural y urbana, combate de incendios forestales, incremento de áreas verdes.
- Desarrollar el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Juárez.
- Reforzar las medidas referentes al control y reducción de hidrocarburos.
- Fortalecer la operación del programa de verificación vehicular, incorporando gradualmente la verificación dinámica universal a todos los vehículos.
- Establecer con el gobierno federal un programa de verificación de emisiones de vehículos transfronterizos.
- Fortalecer las acciones dirigidas a la disminución de emisiones de vehículos en circulación, incorporando estrategias para la renovación de la flota vehicular.
- En coordinación con autoridades locales y federales, impulsar un sistema de seguimiento epidemiológico, para determinar los costos en salud por la contaminación del aire.
- Diseñar un plan de movilidad urbana incorporando alternativas de movilidad no motorizada y el reordenamiento del sistema de transporte de pasajeros.
- 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:
  - Promover la participación de las industrias pedreras en los programas de autorregulación.
  - Promover la utilización de combustibles alternos en los vehículos de carga y pasajeros.

- Consolidar el sistema integrado de regulación en la industria, comercio y servicios.
- Desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación atmosférica.
- Promover y desarrollar estímulos fiscales y económicos de fomento ambiental para los establecimientos industriales, comerciales y de servicio.

# Bibliografía

---

- Barraza, M. P. (2011). *Conversión a pistolas ecológicas en talleres de carrocería y pintura de Ciudad Juárez*. Informe Final. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.
- Cervera, L. E. (2005). *Diagnóstico geo-socioeconómico de Ciudad Juárez y su sociedad*. El Colegio de la Frontera Norte, Instituto Nacional de las Mujeres, Chihuahua, México.
- Comisión Federal de Electricidad (2011). *Informe anual 2010*. CFE. México. Obtenido en: <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/publicaciones/Paginas/Publicaciones.aspx>
- Comisión Federal de Electricidad. *Informe anual 2009*, Capítulo 7 Responsabilidad Social, 7.2. Desarrollo Sustentable. Versión digital, disponible en: CFE <http://app.cfe.gob.mx/Informeanual2009/7.2>. (8-agosto-2012)
- Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire Paso del Norte, en: <http://www.jac-ccc.org/index-esp.html> (23 de octubre de 2012)
- Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire Paso del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área de Ciudad Juárez en SIG, disponible en: <http://gis3.tceq.state.tx.us/website/irjzei1/viewer.htm>
- Consejo Estatal de Población (2007). *Consideraciones sobre el fenómeno de la migración en Chihuahua*. Documento Técnico. Chihuahua. México.
- Contreras A.; Salas- Plata, J. A.; Velásquez, G.; Quevedo, H. (2008). Determinación de la isla de calor urbano en Ciudad Juárez mediante programa de cómputo. *Rev. Frontera Norte*, 5 (26) mayo-junio: 3-16
- Corral, A. Y.; De la Mora, A.; Cota, A. D.; Corral, R.; et al. (2009). La cartografía de riesgo como instrumento técnico para la reubicación de la industria ladrillera del municipio de Juárez, México. *Rev. Int. Contaminación Ambiental*, 26 (1): 17-26
- Cortez, M.; Holguín, F.; Flores, S.; Romieu, I. (2004). Niveles ambientales de las PM2.5 y distancia a una vía de alto tránsito en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud Pública de México*, 46 (6): 534-537

- Departamento de Transporte de Texas (2011). *Plan operacional de los puertos de entrada de la región de El Paso*. Cambridge Systematics, Inc. Texas, EUA.
- Fuentes, C. M. (2001). Los cambios en la estructura interurbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, de monocéntrica a multicéntrica. *Rev. Frontera Norte*, 13 (25) enero-junio: 95-118
- García, E. J. (2008). *El proceso de expansión urbana y su impacto en el uso de suelo y vegetación del municipio de Juárez, Chihuahua*. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2005). *Plan Estatal de Desarrollo 2004-2010*. Poder Ejecutivo del Estado. Chihuahua, México
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2011). *Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016*. Poder Ejecutivo del Estado. Chihuahua, México.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2011). Decreto No. 282, por medio del cual se autoriza al Ejecutivo Estatal, [...], formalice contrato de fideicomiso que se denominará Fideicomiso Estatal para la Vitalización del Transporte de Chihuahua “FIDEVIVE”, [...]. *Periódico Oficial*, No. 26, 30 de marzo.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2011). Decreto No. 494. Reformas y adiciones a la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua. *Periódico Oficial*, No. 92, 16 de noviembre.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2011). Programa Sectorial de Ecología 2010-2016, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. *Periódico Oficial*, No. 101, 17 de diciembre.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2011). *Primer Informe de Gobierno 2010-2016*. México.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2012). *Programa Sectorial 2010-2016*. Secretaría de Economía. *Periódico Oficial*, No. 2, 7 de enero.
- Gobierno del Estado de Chihuahua, Gobierno del Municipio de Juárez, SEMARNAT, Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Ecología (1998). *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002*. México.

- Gobierno del Estado de Chihuahua, Gobierno del Municipio de Juárez, SEMARNAT, (2006). *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 2006-2012*. México.
- Gobierno del Municipal de Juárez (2008). *Programa de Verificación de Emisiones Vehiculares 2008-2010*. Dirección General de Ecología y Protección Civil.
- Gobierno del Municipal de Juárez (2010). *Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez 2010*. Instituto Municipal de Investigación y Planeación. Chihuahua, México.
- Gobierno del Municipal de Juárez (2011). *Plan Municipal de Desarrollo 2010-2013 del Municipio de Juárez, Chihuahua. Periódico Oficial*, No. 17, 26 de febrero
- Gobierno del Municipal de Juárez (2011). *Programa de Verificación de Emisiones Vehiculares 2011-2013*. Dirección General de Ecología y Protección Civil.
- Gobierno del Municipal de Juárez (2011). *Primer informe de gobierno Ciudad Juárez 2010-2013*. México.
- Gobierno del Municipal de Juárez (2012). *Motivo y número de infracciones a vehículos del 2009 al 2011*. Dirección General de Tránsito Municipal. Oficio No. 3003/DGTM/12 de fecha 29 de febrero del 2012.
- Hernández, L.; Barraza, A.; Ramírez, M.; Moreno, H.; Miller, P.; Carbajal, L. A.; Romieu, I. (2007). Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud Pública de México*, 49 (1): 27-36
- 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 (2005). *Inventario de emisiones de los estados de la frontera norte de México 1999*. INE-SEMARNAT, México, D.F.
- Instituto Nacional de Ecología. Sistema Nacional de Información sobre la Calidad del Aire (SINAICA) Consulta en línea sobre el Sistema de Medición de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez, Chihuahua, en: [http://sinaica.ine.gob.mx/rama\\_cj.html](http://sinaica.ine.gob.mx/rama_cj.html)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). *Anuario de estadísticas por entidad federativa*. INEGI, México.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). *Perspectiva estadística Chihuahua*. INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2008). *II Censo de Población y Vivienda, México y sus municipios*. INEGI, 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 Chihuahua: <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 Chihuahua: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico de Chihuahua años del 2006 al 2011. Consultado desde la Biblioteca Digital del INEGI, en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/>
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales (2010). *Diario Oficial de la Federación*, 29 de abril de 2010.
- Romieu, I.; Ramírez, M.; Moreno, H.; Barraza, A.; Hernández, L.; et al. (2003). *Impactos de la contaminación atmosférica en la morbilidad y mortalidad de la población infantil de Ciudad Juárez, Chihuahua, México*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.
- 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 Gobernación (2009). *Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevención y erradicación de la violencia en la región norte: el caso de Ciudad Juárez, Chihuahua*. Documento Técnico. México

- Secretaría de Economía (2010). Acuerdo por el que se establece el Programa de fronterización de vehículos automotores usados en circulación en la zona conurbada Ciudad Juárez en el Estado de Chihuahua. *Diario Oficial de la Federación*. 29 de marzo.
- Secretaría de Economía (2010). Lineamientos para la aplicación del Programa de fronterización de vehículos automotores usados en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Diario Oficial de la Federación*. 29 de julio.
- Secretaría de Economía (2011). Panorama minero del estado de Chihuahua. Servicio Geológico Minero-SE. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005). *Compendio histórico de inventario de emisiones en México*. SEMARNAT, México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006). *Planes estatales de educación, capacitación y comunicación ambientales*. Volumen 2. 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 Ciudad Juárez 2006-2012*. Informe técnico. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). Aviso a los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal ubicados en el Municipio de Juárez, sobre solicitudes, trámites y gestiones sobre la LAU. *Periódico Oficial*, No. 11, 6 de febrero.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Agencia de Protección Ambiental (2012). Programa Frontera 2012. Informe de Resultados 2010-2012
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México 2005. Consulta en línea: <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php> (31-julio-2012)

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comunicado 377/11: El programa transporte limpio permite reducir hasta en 40% el consumo de combustible. Disponible en: Biosfera, Sala de Prensa on-line de la SEMARNAT: <http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/> (10-agosto-2012)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2004). *Evaluación de las externalidades ambientales de la generación termoeléctrica en México*. Informe LC/MEX/L.644. SEMARNAT/CEPAL.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Economía (2011). Acuerdo por el que se aceptan como equivalentes a la NOM-041-SEMARNAT-2006 y a la NOM-047-SEMARNAT-1999, las regulaciones que se indican y sus respectivos procedimientos de evaluación de la conformidad y se reconocen como válidos para efectos de acreditar su cumplimiento en los puntos de ingreso al país los certificados que se señalan. *Diario Oficial de la Federación*. 20 de octubre.
- Southwest Consortium for Environmental Research and Policy (2012). Research and eventse, in SCERP <http://scerp.org/> (23-octubre-2012)
- Texas Commission on Environmental Quality (2011). *2008 Emissions Inventory for the Municipality of Juárez, Chihuahua, Mexico, Final Report*. University of Texas & Eastern Research Group, Inc. USA.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Programa de Educación Ambiental para Niños y Niñas. Consultado en UACJ, Red Ambientalista Universitaria: <http://www.uacj.mx/rau/Paginas/ProgramadeEducaci%C3%B3nAmbientalparani%C3%B1osyni%C3%B1as.aspx> (9-agosto-2012)



# Siglas y Acrónimos

---

CO	Monóxido de carbono
CONAPO	Consejo Nacional de Población
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
DOF	Diario Oficial de la Federación
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
HC	Hidrocarburos
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
msnm	Metros sobre el nivel del mar
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
ppm	Partes por millón
ProAire	Programa de gestión para mejorar la calidad del aire
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre