

**Recomendaciones de política pública
para mejorar la calidad del aire en
México.**



Una visión compartida

Agradecimientos



La elaboración de este documento fue un esfuerzo del Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), con la colaboración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Health Effects Institute (HEI), Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), Centro de Transporte Sustentable (CTS-EMBARQ México), Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Bosch; Energía, Tecnología y Educación (ENTE), The International Council on Clean Transportation (ICCT) y Ética ambiental, A.C.

THE WILLIAM AND FLORA
HEWLETT
FOUNDATION

Agradecemos a la Fundación William y Flora Hewlett por apoyarnos en la realización de este documento

Contenido

I. Resumen Ejecutivo	5
II. Introducción	12
III. Impactos de la mala calidad del aire	13
a) Consideraciones del impacto de la salud pública por exposición a la contaminación del aire en México por Dan Greenbaum, Health Effects Institute (HEI)	13
b) ¿Cuál es el impacto de la contaminación en la salud de las poblaciones del Distrito Federal y Monterrey? por Gabriela Alarcón, Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO)	15
IV. Panorama actual normativo de tecnologías de vehículos y combustibles	17
a) El sector transporte y sus implicaciones en la calidad del aire por Hilda Martínez, Centro de Transporte Sustentable de México, (CTS-EMBARQ)	17
Normas de control de emisiones para vehículos nuevos	18
Normas de calidad de combustibles	23
b) Mejores prácticas internacionales sobre tecnologías para el control de emisiones por Kate Blumberg, ICCT	25
V. Panorama actual de la calidad del aire en México	31
a) Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes por Ana María Contreras, SEMARNAT	31
Avances legislativos	31
Inventario Nacional de Emisiones	33
Programas de gestión de la calidad del aire (ProAire)	35
Principales logros en el mejoramiento de la calidad del aire	36
Monitoreo atmosférico	38
b) Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, por Sandra Herrera, SEMARNAT	39
Fuentes móviles	39
Monitoreo de la calidad del aire	40
Impacto de las políticas públicas en la calidad del aire	41
VI. Panorama global de la calidad del aire	45
VII. Visión de la industria	49
a) Parque vehicular en circulación y la necesidad de una solución integral por Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)	49
b) La nueva generación Diesel por Marco Galindo, BOSCH	52
VIII. Otros mecanismos	55
Norma de eficiencia energética	55
Autos importados usados de América del Norte	56
Subsidios	62
Programas de renovación vehicular	64
Planeación urbana	65

Eficiencia energética. La agenda climática pendiente del autotransporte en México 2012-2018 Dirección de Economía Ambiental, Instituto Nacional de Ecología (INE), por M.C. Iván Islas Cortés y Mtra. Rocío Fernández Ramírez	66
Incorporación de incentivos fiscales.....	66
Revisión y actualización del marco normativo.....	67
Etiquetado	68
IX. Recomendaciones de política pública	69
Normas de Salud y calidad del aire	69
Normas de emisiones de vehículos y tecnologías	70
Calidad de combustibles	70
Mejores tecnologías.....	71
Programas de monitoreo	71
Programas de verificación	73
Control vehicular y renovación de flota.....	74
Movilidad sustentable y transporte.....	74
Autos usados importados	74
Temas transversales	75
X. Apéndice	77
Tipos de contaminación	77
Partículas suspendidas.....	79
Dióxido de azufre	80
Monóxido de carbono.....	80
Ozono.....	80
Bióxido de nitrógeno.....	80
Plomo	80
XI. Fuentes de información	82

I. Resumen Ejecutivo

“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.” Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Artículo 4º, párrafo 5.

El presente documento analiza el estado actual de la calidad del aire a nivel nacional y propone recomendaciones de política pública a nivel federal que serán la base para crear un diálogo con el nuevo gobierno y tomadores de decisiones para poder encontrar soluciones al problema que enfrenta actualmente el país en materia de calidad del aire. El documento recoge la visión de diversos actores clave que ayudaron a construir una visión integral; además, es el punto de partida para continuar trabajando con el objeto de impulsar una agenda ambiental enfocada a limpiar el aire en México, como parte esencial del derecho a un medio ambiente sano.

El estudio fue coordinado por el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), apoyado por la Fundación Hewlett. Contó con la importante colaboración de instituciones nacionales e internacionales, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Health Effects Institute (HEI), Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), Centro de Transporte Sustentable (CTS-EMBARQ México), Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Bosch, Energía, Tecnología y Educación (ENTE), The International Council on Clean Transportation (ICCT), así como la organización Ética Ambiental, AC.

La primera parte del documento describe de forma puntual cuál es el panorama actual de la gestión pública de la calidad del aire en el país, así como los avances que México ha tenido en materia legislativa. Primero, se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, seguida de la reforma al artículo 4º Constitucional que establece el derecho a un medio ambiente sano. Ello es respaldado por otros artículos constitucionales referentes a la conservación y aprovechamiento de los recursos, y a la preservación y protección del medio ambiente; así como por el reglamento vigente de la Ley en materia atmosférica, que busca una política de gestión de la calidad del aire a largo plazo y a nivel nacional.

Posteriormente, se describen cuáles han sido los avances de la política y los autores hacen referencia al año 1990, fecha en la que por primera vez México desarrollaba su primer Inventario Nacional de Emisiones (INEM). El último inventario es el del 2005 y éste fue publicado en el 2011. Dicho instrumento de política pública es de vital importancia porque contiene información de las emisiones de contaminantes criterio de las fuentes fijas, móviles, de área y naturales en las 32 entidades federativas del país. Actualmente se trabaja en el INEM 2008, que servirá para planear acciones a nivel nacional, estatal y local y medir los avances en materia de calidad del aire. El Inventario es una pieza angular para poder desarrollar políticas públicas adecuadas, porque permite saber de forma clara como se comportan los contaminantes y cuáles son las fuentes que más emisiones generan en el país.

Asimismo, este apartado, describe y analiza la importancia de los programas de gestión de la calidad del aire (Proaire) existentes en México. Dichos programas sirven como instrumento de coordinación entre los tres órdenes de gobierno y los actores relevantes para reducir emisiones y mejorar la calidad del aire en el país. De acuerdo con los últimos datos del gobierno, la meta era contar con 12 programas Proaire vigentes para el 2012, poder publicar dos cada año y cubrir el 50% de la población urbana del país.

Por otro lado, para poder llevar a cabo acciones que contrarresten los efectos de la contaminación atmosférica, es indispensable conocer el tipo de contaminantes que alteran la calidad del aire y las concentraciones que éstos tienen en la atmósfera, por lo que es necesario contar con redes de monitoreo atmosférico e inventarios por fuentes que ofrezcan esta información. Por ello, la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT, presenta un recuento de las normas oficiales mexicanas (NOM) que tienen impacto en la calidad del aire de las ciudades mexicanas, como lo son las NOM-042-SEMARNAT-2005 y la NOM-044-SEMARNAT-1993, que establecen los límites permisibles de contaminantes para los vehículos ligeros y pesados, respectivamente.

Estas normas pueden ser exitosas y tener impactos positivos si van acompañadas de políticas públicas en materia de calidad del aire. Un ejemplo de ello es la aplicación de las NOM 041 y 047 en el *Programa de Verificación Vehicular Obligatoria*, con un esquema de *Verificentros*. Ello es acompañado del programa *Hoy no circula*, de la renovación de vehículos de uso intensivo, de la chatarrización, y de una mayor oferta de transporte público. Sin embargo, la Subsecretaría de Normatividad hace énfasis en que las soluciones deben ser integrales y el problema debe atacarse a través de acciones concisas que frenen la entrada de autos usados importados de la región de América del Norte, así como de integrar políticas que fomenten la renovación de la flota y la disminución de los viajes motorizados, desarrollando buenas políticas de desarrollo urbano y de sustentabilidad energética.

En ese sentido, otro de los temas que se tocan en este apartado es la importancia de contar con combustibles de buena calidad, por lo que es necesario el cumplimiento total de la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 por parte de PEMEX.

Posteriormente se ofrece un panorama global de la calidad del aire. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica causa alrededor de 1.34 millones de muertes en zonas urbanas alrededor del mundo. También se le atribuyen más de dos millones de muertes prematuras al año, la mayoría en países en desarrollo, siendo la mitad de ellas ocasionadas por neumonías en niños menores de cinco años. Casos como el de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la *Clean Air Act* en Estados Unidos muestran que cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria y cardiovascular de su población, resultando más costoso atender los efectos de la contaminación atmosférica que implementar acciones que mejoren la calidad del aire a nivel mundial.

En cuanto a los impactos de la mala calidad del aire el Health Effects Institute, hace un recuento de los estudios científicos que muestran los efectos reales y potenciales de la contaminación atmosférica en la salud humana. La contaminación del aire contribuye a aumentar la mortalidad prematura, exacerbar el asma, aumentar las hospitalizaciones y visitas a las salas de emergencia e incrementar el número de días perdidos de trabajo y escuela. En los estudios sobre México y América Latina es posible encontrar evidencia de los efectos respiratorios, cardiovasculares y de otra índole, causados por la contaminación atmosférica, con evidencias especialmente fuertes para los efectos de PM y ozono en la mortalidad prematura y salud infantil. Por ejemplo, de acuerdo a la OMS, la contaminación del aire en México causó 14,700 muertes prematuras en 2008. En ese panorama, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) estimó que reducir las concentraciones de PM₁₀ de 50µg/m³ a 20µg/m³ de acuerdo con las directrices mundiales de calidad del aire, podría evitar entre 6,500 y 14,300 muertes prematuras en nuestro país.

Con el fin de enriquecer la discusión sobre los impactos que tiene la contaminación dentro de la salud, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) realizó un estudio donde analiza los efectos que tienen distintas concentraciones de contaminantes atmosféricos sobre el número de visitas a hospitales por motivo de enfermedades respiratorias agudas (infecciones respiratorias altas [IRA] e infecciones respiratorias bajas [IRB]) y otras enfermedades respiratorias en Monterrey y el Distrito Federal. El estudio mostró que a medida que aumenta la contaminación, las visitas a hospitales por enfermedades respiratorias también se incrementan en ambas ciudades. Los impactos más fuertes son encontrados cuando aumentan las concentraciones de partículas suspendidas y de dióxido de nitrógeno, y se da un impacto menor con el resto de los contaminantes. En general, se muestra una relación significativa entre la concentración de los contaminantes y las enfermedades respiratorias, por lo que se hace necesario construir políticas públicas que disminuyan estos riesgos en la salud.

Posteriormente, se ofrece un análisis del sector transporte y su relación con la calidad del aire. En las grandes ciudades la contaminación del aire proviene principalmente del sector transporte, debido a deficiencias en su administración, manifestadas en fallas en el sistema de transporte público, congestionamiento vial y mayores distancias recorridas en los vehículos automotores; todo ello asociado a una flota vehicular con tasa de renovación poco dinámicas que impiden el uso generalizado de tecnologías de menores emisiones y mayor rendimiento energético.

De acuerdo con CTS-EMBARQ México, el transporte representa una de las principales fuentes de emisiones y consumo energético en el país, pues en 2006 generó el 20% de las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI), además de que consume el 95% de la gasolina del país. El parque vehicular total en 2010 se conformaba por más de 24 millones de unidades, con una proyección de casi 54 millones para 2035.

Por ende, para reducir la contaminación del aire se requiere una estrategia integral, con metas a corto, mediano y largo plazo. Es necesario diseñar una política integral de transporte cuyos componentes principales sean la introducción de tecnologías más limpias y la disponibilidad de mejores combustibles. En primer lugar, deben revisarse y actualizarse las NOM 042 y 044 para adoptar tecnologías de bajas emisiones. Hasta el momento la NOM 044 es la única que se encuentra en proceso de modificación, adoptando los estándares más estrictos hasta el momento, EPA10 y EURO VI, ya que actualmente el binomio tecnológico actual es EPA04/EUROIV.

La falta de actualización de las NOM 044 y 042 frena la entrada de mejores tecnologías al país y ocasiona que la industria de transporte en México pierda competitividad a nivel internacional, causando impactos negativos en términos laborales y económicos. Además, la introducción de tecnologías más eficientes requiere de la disponibilidad de combustibles más limpios, con un menor contenido de azufre, de ahí la relación que las normas de emisiones tienen con la calidad de los combustibles y el cumplimiento de la norma que establece la calidad de los combustibles que deben ser distribuidos a nivel nacional desde el 2009.

Al respecto, la industria automotriz ha establecido su compromiso con la innovación tecnológica y con el desarrollo de vehículos más eficientes en el uso de combustible y, por ende, con menores emisiones. Por ello es importante la gestación de un modelo de desarrollo compartido industria-gobierno, donde el este implemente políticas públicas para apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías revolucionarias y promueva la introducción en el mercado de dichos vehículos mediante apoyos en infraestructura, incentivos y disponibilidad de combustibles adecuados. Ello se ve reflejado, por ejemplo, en la elaboración de la norma de eficiencia energética para dar cumplimiento al Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2009-2012).

Sin embargo, la Industria asegura que deben tomarse medidas que involucren a todo el parque vehicular, incluyendo a los autos usados importados y a los vehículos en circulación, no sólo a los automóviles nuevos. Por ende, las principales oportunidades en el corto y mediano plazo para mejorar la calidad del aire dependerán de una política integral, consistente en acciones que se tomen respecto a los vehículos en circulación y su alcance a nivel nacional, así como el efectivo control de las importaciones de vehículos usados y la distribución de combustibles limpios.

Otro ejemplo de la postura de la industria lo ofrece Bosch a través de la nueva generación Diesel. Los fabricantes de automóviles están aumentando su oferta de vehículos a Diesel, debido a ventajas como el bajo consumo de combustible y menores emisiones de contaminantes. Esta nueva tecnología provee beneficios económicos y ambientales al país, permitiendo el cumplimiento de las normas de emisiones más estrictas. El crecimiento del segmento de vehículos ligeros que se anticipa para los próximos años impulsará todavía más la contribución de la industria Diesel a la economía nacional. Sin embargo, a medida que la economía se expande y el mercado Diesel crece, también aumenta la necesidad de contar con producción y refinación de Diesel de mayor calidad.

Los esfuerzos por mejorar la calidad del aire en México requieren de una adecuada gestión de la calidad del aire, apoyada en una política integral que incluya a los diferentes actores y promueva instrumentos de política que garanticen resultados efectivos. Por ende, se plantean diversas recomendaciones que el gobierno podría retomar como punto de partida para garantizar el derecho de los mexicanos a un medio ambiente sano y para mejorar la calidad del aire en el país.

Como parte de las propuestas generales es importante trabajar en diversas líneas, una de ellas es disminuir los costos fiscales para los vehículos más eficientes y aumentarlos de manera proporcional a los que no cumplan con las normas establecidas; promoviendo así la renovación del parque vehicular y, por ende, la modernización de la tecnología en un amplio porcentaje del segmento.

Sin embargo, esto debe afianzarse mediante la distribución de combustibles limpios a través del cumplimiento de la NOM 086 y así ayudar a tener una flota vehicular más eficiente, reducir el consumo de gasolina y Diesel, brindar mayor seguridad energética y permitir un ahorro en finanzas públicas al reducir la importación. Asimismo, se debe considerar la eliminación de los subsidios a los precios de los combustibles, ya que mientras éstos se mantengan, la demanda seguirá aumentando y no habrá un incentivo real para que los consumidores opten por vehículos más eficientes u otras alternativas.

Si la atención se centrara en actualizar las normas federales de calidad del aire para alinearlas con los estándares de la OMS, sería necesario establecer redes de monitoreo y promover a nivel estatal que se mida la contaminación, al menos en ciudades de cierto tamaño (por ejemplo, 250 mil habitantes). En ese sentido, cabe señalar que las normas vigentes mexicanas equivalen a las que Estados Unidos y Europa tenían hace seis años, provocando un retraso inminente en la gestión de la calidad del aire en el país. Por ejemplo, es patente la necesidad de renovar las NOM 042 y 044 sobre las emisiones máximas de contaminantes para vehículos y establecer que éstos tengan tecnología EPA 2010 o Euro VI, ya que los motores con esta tecnología emiten entre 80 y 90% menos contaminantes que la mayoría de los vehículos que en la actualidad circulan en el país.

Finalmente, el conjunto de autoridades en las diversas materias y colaboradores que participan en este documento coinciden en la necesidad de instrumentar iniciativas que permitan: 1) asegurar la aplicación efectiva de la normatividad de emisiones a los vehículos usados importados; 2) prohibir la importación de vehículos de desecho; 3) fortalecer los programas de *chatarización* de unidades obsoletas; 4) garantizar la plena introducción por parte de PEMEX en todo el territorio nacional de la gasolina magna y el Diesel Ultra Bajo Azufre (UBA), lo cual, de acuerdo con la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, tendría que haber ocurrido en 2009; 5) promover la participación de las autoridades de transporte público en los procesos de toma de decisiones urbanísticas; 6) limitar el crecimiento urbano y conservar el espacio abierto; 7) privilegiar la movilidad no motorizada; y 8) ubicar los centros de trabajo, escolares, de servicios de salud y de esparcimiento a distancias próximas a los hogares de las personas para que se reduzca el tiempo de los traslados, aumente el tiempo de convivencia en familia y se incremente la calidad de vida.

Una visión compartida servirá como punto de inicio para trabajar con la administración entrante, impulsando las políticas y acciones necesarias para mejorar la calidad del aire en las ciudades mexicanas de manera integral, plasmando las oportunidades y responsabilidades de los diferentes actores (gobierno, industria, academia y sociedad civil).

Recomendaciones de política pública

- **Normas de salud.** Actualizar las normas federales de calidad del aire (NOM) a cargo de Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) sobre las concentraciones máximas de contaminantes en la atmósfera para alinearlas con los estándares que recomienda la OMS; establecer un mandato para que los estados establezcan sus propias redes de monitoreo; crear o modificar programas locales para combatir la contaminación atmosférica; promover el uso de transporte público y gestionar de forma más eficiente el empleo del automóvil.
- **Normas de calidad del aire.** Actualizar las NOM 042 y 044 para establecer límites máximos permisibles más estrictos de emisión de partículas suspendidas y revisar las normas de calidad del aire relacionadas con bióxido de nitrógeno y bióxido de azufre cuyos límites están por encima de los recomendados por la OMS.
- **Calidad de combustibles.** PEMEX debe cumplir totalmente con la NOM 086, así como la SEMARNAT, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y la Secretaría de Economía, a través de la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), deben vigilar su aplicación en los centros de producción y distribución, y en los lugares de comercialización del producto, respectivamente.
- **Mejores tecnologías.** En cuando a los vehículos a gasolina, introducir paulatinamente en los vehículos nuevos a gasolina el cumplimiento con un estándar equivalente al modelo federal actual de Estados Unidos y utilizar los sistemas de diagnóstico a bordo. En lo referente a los vehículos a Diesel, acceder a este tipo de combustibles para poder adoptar las tecnologías más novedosas; migrar al estándar EPA10/EURO VI y establecer los protocolos necesarios para el uso de urea y el aprovisionamiento continuo de este compuesto, mismo del que depende el correcto funcionamiento de los sistemas de reducción catalítica selectiva y la reducción de emisiones de los NOx, principalmente.
- **Programas de monitoreo.** Establecer redes de monitoreo estatales que se integren a un sistema nacional y que permitan medir la concentración de todos los contaminantes en el aire, para así poder determinar cuáles son las fuentes emisoras y cuáles son sus efectos en la población. Así, el monitoreo constituye la base de información confiable que permite el desarrollo de políticas y estrategias que mejoren la calidad del aire, así como la evidencia del cumplimiento de las respectivas normas vigentes.

- **Programas de verificación.** Implementar programas de verificación vehicular eficientes y obligatorios a nivel nacional para todos los vehículos en circulación, considerando un examen tanto de emisiones de gases como de las condiciones físico-mecánicas de las unidades.
- **Control vehicular y renovación de flota.** Consolidar un control vehicular confiable de todo el parque vehicular mediante el REPUVE, asegurando su obligatoriedad en todo el territorio nacional a través de convenios con los estados; y promover programas de renovación vehicular *multianual* con un esquema robusto de *chatarrización* de unidades obsoletas.
- **Movilidad sustentable y transporte.** Promover una movilidad urbana sustentable, a través de la integración dentro de las prioridades de las ciudades en crecimiento de un ordenamiento territorial y un desarrollo urbano que disminuya la demanda de viajes motorizados y fomente otras formas de movilizar a las personas y a las mercancías; desarrollar los mecanismos necesarios para incentivar más y mejores sistemas de transporte público; e incentivar el uso de nuevas tecnologías y combustibles alternos para dar entrada a una nueva generación de movilidad.
- **Autos usados importados.** Impulsar medidas no arancelarias que reduzcan los niveles de importación de autos usados; asegurar una aplicación efectiva de la normatividad de emisiones a los vehículos usados importados; dar seguimiento a vehículos en el país a través de Programas de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO), y elaborar una NOM emergente para uso de sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) en programas de verificación para facilitar la inspección de los vehículos usados importados.
- **Temas transversales** La actualización e implementación de normas en materia de calidad del aire es imperativo para el desarrollo y gestión de la normatividad del aire. En este ámbito, existen tres líneas transversales para la aplicación de políticas públicas efectivas, las cuales son rendición de cuentas, financiamiento y comunicación y educación. La rendición de cuentas se debe incluir como parte de la actualización e implementación de normas fundamentándose en el *derecho de acceso a la información, la exigibilidad de transparencia* y la generación de espacios de diálogo y debate público. En el ámbito de *comunicación y educación*, es necesario generar una ciudadanía con un acceso a la información adecuado, actualizado y transparente. La *exigibilidad* es por tanto un requisito fundamental para el desarrollo e implementación de normas sobre calidad del aire, así como también para la implementación de normas más adecuadas y una ciudadanía más informada. El *financiamiento*, es necesario establecer una visión trasversal de la aplicación de normas en donde las fuentes de financiamiento y los fondos tengan una incidencia en los mecanismos de planeación del presupuesto.

II. Introducción

El presente documento analiza el estado actual de la calidad del aire a nivel nacional y propone recomendaciones de política pública a nivel federal que serán la base para crear un diálogo con el nuevo gobierno y tomadores de decisiones para poder hacer frente al problema que enfrenta actualmente el país en materia de calidad del aire. El documento recoge la visión de diversos actores clave que ayudaron a construir una visión integral, además es el punto de partida para continuar trabajando con el objeto de impulsar una agenda ambiental enfocada a limpiar el aire en México, como parte esencial del derecho a un medio ambiente sano.

El documento logra plasmar las visiones de los diferentes actores (gobierno, industria, academia y sociedad civil), y los efectos que estas tienen en la sociedad, la economía y el medio ambiente, porque la política de calidad del aire en México se debe construir desde el consenso. Esto plantea la necesidad de un diálogo plural que resulte en una política integral sobre la calidad del aire y la salud, así como impulsar mejoras desde los diferentes sectores estratégicos. La prevención de los impactos en la salud, el ejercicio de derechos y la competitividad son algunos de los catalizadores del sentimiento de preocupación compartida sobre la calidad del aire en México.

Por otro lado, el documento aborda de manera general y concisa los temas que integran la agenda actual de calidad del aire en México, describiendo el origen del problema, los impactos y las soluciones; así como las acciones que otros países desarrollan actualmente para enfrentar este problema. También ofrece un panorama general del sector transporte en México y el impacto que éste tiene en la calidad del aire. Asimismo, con el apoyo de otras organizaciones, se analizaron cuáles son los efectos y costos en salud para los mexicanos, provocados principalmente por los contaminantes del aire provenientes de las fuentes móviles.

Finalmente, se propone una serie de acciones integrales a corto, mediano y largo plazo, que permitan al gobierno ir construyendo una política que contrarreste los efectos de la mala calidad del aire.

III. Impactos de la mala calidad del aire

a) Consideraciones del impacto de la salud pública por exposición a la contaminación del aire en México, por Dan Greenbaum, Health Effects Institute (HEI)

Hay extensa literatura científica en el mundo que examina los efectos de la contaminación del aire en la salud y que encuentra evidencias de una amplia gama de efectos reales y potenciales tanto respiratorios como cardiovasculares y de otra índole. Esto incluye estudios epidemiológicos de exposición al aire contaminado a corto y largo plazo en poblaciones, así como investigaciones clínicas de exposición humana controlada y exámenes de toxicología en laboratorios y animales. Estos estudios han encontrado evidencia, entre otros efectos, de cómo la contaminación del aire contribuye a aumentar la mortalidad prematura, exacerbar el asma, aumentar las hospitalizaciones y visitas a las salas de emergencia y perder días de trabajo y escuela.¹ Con base en estos estudios, la OMS estableció las Directrices Mundiales sobre Calidad de Aire² para partículas suspendidas (PM), ozono y otros contaminantes; por tanto, diversos países alrededor del mundo han tomado medidas para reducir la exposición a estos contaminantes.

En 2005, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) realizó una revisión sistemática de los estudios de contaminación del aire y salud en Latinoamérica,³ además, recientemente Luis Cifuentes y colaboradores prepararon una actualización de esta revisión de la OPS para el Instituto de Efectos en Salud.⁴ La evidencia científica específica para la ciudad de México fue revisada posteriormente por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) en el análisis del ProAire para futuros programas de calidad de aire en México.⁵ En resumen, estas revisiones encontraron que la literatura científica de Latinoamérica halló efectos similares a los del resto del mundo, con evidencias especialmente fuertes para los efectos de PM y ozono en mortalidad prematura y salud infantil. De manera más reciente, un proyecto del HEI, el Estudio de Salud y Contaminación del Aire en Latinoamérica (ESCALA), llevó a cabo el análisis más sistematizado en la actualidad sobre salud en adultos y niños y contaminación del aire en nueve ciudades de Latinoamérica, incluyendo las ciudades de México, Monterrey y Toluca. Este estudio encontró, entre otros resultados, un incremento de 0.7% en la mortalidad por cada 10 µg/m³ de exposición a la contaminación de PM₁₀,⁶ una estimación muy parecida a los niveles de mortalidad que se encuentran en estudios similares alrededor del mundo.⁷

¹ OMS (2006). *Air Quality Guidelines. Global Update 2005*. World Health Organization, Geneva Switzerland.

² *Ibid.*

³ OPS (2005). *An assessment of health effects of ambient air pollution in Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C., OPS.

⁴ Cifuentes, L., Mehta, S. y Dussailant, J. (2011). *The Health and Social Benefits of Reduced PM_{2.5} and Ozone concentrations in Brazil, Mexico, and Chilean cities: An analysis of Sao Paulo, Mexico City, and Santiago*. Health Effects Institute, Marzo.

⁵ ProAire (2011). *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*. México.

⁶ Romieu, I., Gouveia, N. y Cifuentes, L. (2012). *Multicity Study of Air Pollution and Mortality in Latin America. Research Report 171*. Health Effects Institute, Boston, MA.

⁷ Cifuentes, L., Mehta, S. y Dussailant, J. (2011). *Op. Cit.*

Consideraciones del impacto de la salud pública por exposición a la contaminación del aire en México

En los últimos años se han realizado varios análisis sobre el impacto en la salud pública de la contaminación del aire en México, indicando un considerable potencial de beneficios a la salud pública si se reduce la contaminación del aire. Específicamente:

- ✧ La OMS, en su reciente actualización del *Update of the Global Burden of Disease from Outdoor Air Pollution*,⁸ estimó que la contaminación del aire causó 14,700 muertes prematuras en las ciudades de México en 2008;
- ✧ El INSP, en su análisis del impacto en la salud pública de la ciudad de México para el ProAire, estimó que reducir las concentraciones de PM₁₀ de 50µg/m³ a 20µg/m³ de acuerdo con las directrices mundiales de calidad del aire, podría evitar entre 6,500 y 14,300 muertes prematuras;⁹ y
- ✧ El análisis de tres ciudades de Latinoamérica (México, Sao Paulo [Brasil] y Santiago [Chile]), apoyado en los resultados del proyecto ESCALA, estimó que reducir la contaminación de PM₁₀ hasta cumplir lo establecido en la guía de la OMS evitaría anualmente 3,800 muertes prematuras en la ciudad de México y más de 80,000 casos de infecciones respiratorias infantiles (como la neumonía).¹⁰

⁸ OMS (2011). *Burden of disease associated with urban outdoor air pollution for 2008*, http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/burden_disease/en/index.html

⁹ ProAire (2011). Op. Cit.

¹⁰ Cifuentes, L., Mehta, S. y Dussailant, J. (2011). Op. Cit.

b) ¿Cuál es el impacto de la contaminación en la salud de las poblaciones del Distrito Federal y Monterrey? por Gabriela Alarcón, Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO)

Con el fin de enriquecer la discusión sobre los impactos que tiene la contaminación dentro de la salud, el IMCO realizó un estudio para analizar el impacto que tienen distintas concentraciones de contaminantes atmosféricos (O_3 , $PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 , CO y SO_2) sobre el número de visitas a hospitales por motivo de enfermedades respiratorias agudas (infecciones respiratorias altas [IRA] e infecciones respiratorias bajas [IRB]) y otras enfermedades respiratorias.

El análisis se efectuó para las ciudades de Monterrey y el Distrito Federal,¹¹ pues estas dos ciudades fueron las únicas que contaban con información suficiente para realizar el análisis a través de un periodo de tiempo amplio. El estudio analizó los efectos en niños menores de 15 años, adultos mayores a 65 años y en la población en general. La relación entre dichas enfermedades y la contaminación atmosférica se determinó de acuerdo con el catálogo internacional de enfermedades de la OMS, al revisar la literatura y consultar con expertos epidemiológicos.

Para estimar los efectos de los contaminantes sobre los ingresos hospitalarios se emplearon métodos econométricos similares a los que se encuentran en la literatura especializada. Básicamente, se evaluó el aumento en los ingresos diarios hospitalarios derivado de un aumento en la concentración diaria de los contaminantes (aislándolo de otros posibles efectos ambientales como son la humedad en el ambiente, los cambios en la temperatura o la época del año, entre otros). Para el Distrito Federal, el periodo de tiempo analizado fue de 2008 a 2011; para Monterrey fue de 2004 a 2009.

En concreto, los resultados encontrados de este estudio evidencian que a medida que aumenta la contaminación, las visitas a hospitales por enfermedades respiratorias también se incrementan en ambas ciudades. También puede observarse que el efecto es mayor en el DF que en Monterrey, a pesar de que en Monterrey el número de días en que las concentraciones de contaminantes sobrepasan los límites permitidos (NOM) es mayor. Además, de manera general, en Monterrey las consultas aumentan dos días después de la exposición al contaminante, mientras en el DF éstas se incrementan al siguiente día.

Las relaciones más fuertes y significativas encontradas entre el nivel de contaminantes y el de las visitas a hospitales en ambas ciudades se presentan cuando aumenta tanto la concentración de partículas en el aire, ya sean grandes (PM_{10}) o pequeñas ($PM_{2.5}$), como el dióxido de nitrógeno (NO_2). En Monterrey, el incremento es menor en ambos componentes, en particular en el aumento de partículas pequeñas, y en algunos casos los efectos no son significativos.

¹¹ La información para el DF y Monterrey fue distinta. Para el DF se usaron datos del *Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México* (SIMAT). Para Monterrey se empleó información del *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas* que publica el Instituto Nacional de Ecología (INE). El periodo estudiado en el DF fue de enero de 2008 a diciembre de 2011 y, en Monterrey, de octubre de 2004 a diciembre de 2009.

Los resultados muestran un impacto menor para los otros tres contaminantes analizados. Por ejemplo, en el caso del ozono (O_3) se encontró que cuando aumenta su concentración en el DF se incrementan las visitas a hospitales de personas mayores de 65 años por IRB; mientras que en Monterrey se relaciona con un incremento en las consultas dos días después en niños menores de 15 años y en la población en general. Por otro lado, los resultados muestran un aumento de consultas en el DF al día siguiente del aumento de dióxido de azufre (SO_2), mientras que en Monterrey el efecto no es significativo. Finalmente, para el monóxido de carbono (CO) no se muestran efectos significativos en Monterrey, mientras que en el DF hay un aumento significativo de consultas en los tres grupos analizados.

El estudio estima las implicaciones económicas derivadas de dichos impactos en la salud. Argumenta que, para el caso del Distrito Federal, si se lograra reducir los niveles de contaminantes desde cuando se declaran Pre-contingencias a los que marca la Norma Oficial Mexicana para partículas suspendidas, se reducirían 1,517 visitas al año (una reducción de 37% en las visitas hospitalarias). Esto se traduciría en un ahorro por cada persona enferma de 24,233 pesos para el sector salud —o para las familias, en el caso de que éstas asumieran el costo por la hospitalización. De esta manera, en el Distrito Federal el sector salud podría ahorrarse 37 millones de pesos, por un menor número de enfermos hospitalizados si se cumplieran las normas federales de calidad del aire. Al mismo tiempo, esto representaría un ahorro para las empresas locales (por un menor ausentismo laboral) que equivaldría a 1.25 millones de pesos. En el caso de que se cumplieran los estándares recomendados por la Organización Mundial de la Salud, los ahorros para el sector salud serían de 92.7 millones de pesos y el aumento en productividad equivaldría a 3.2 millones de pesos.

Cabe destacar que el estudio reconoce que los impactos estimados no consideran a los enfermos que no acuden al IMSS o que no ingresaron al hospital. Con ello, reconocen que los impactos económicos subestiman el efecto total de la contaminación.

Derivado de este estudio es posible afirmar que, a pesar de algunas limitantes en la información, la evidencia muestra una relación significativa entre la concentración de los contaminantes y las enfermedades respiratorias (reflejada en el número de visitas a hospitales). Por tanto, la pregunta obligada es: ¿qué políticas públicas se deben seguir para disminuir este riesgo en la salud?

IV. Panorama actual normativo de tecnologías de vehículos y combustibles

a) El sector transporte y sus implicaciones en la calidad del aire. Hilda Martínez, Centro de Transporte Sustentable de México, (CTS-MEBARQ)

En las grandes ciudades la contaminación del aire proviene principalmente del sector transporte, debido a deficiencias en la administración de éste, que se manifiestan en fallas en el sistema de transporte público, congestionamiento vial y mayores distancias recorridas en los vehículos automotores. Todo esto está asociado a una flota vehicular con tasa de renovación poco dinámica que impiden el uso generalizado de tecnologías de menores emisiones y mayor rendimiento energético.

De acuerdo al cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009), en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) las fuentes móviles representan el 82.4% de los NOx emitidos, por otro lado en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) las fuentes móviles son el 99.5% de CO emitido.

De acuerdo con datos del Centro de Transporte Sustentable de México EMBARQ México (CTS-EMBARQ México), el transporte representa una de las principales fuentes de emisiones y consumo energético en el país. En 2006 generó 20% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), del cual, 93% corresponde a vehículos automotores. Este sector consume 95% de la gasolina del país, asociado principalmente a los vehículos ligeros.¹² La clasificación de vehículos ligeros y pesados en México se determina por su peso bruto vehicular,¹³ el límite es 3,857 kilogramos, hasta este peso se denominan ligeros y, arriba de él, vehículos pesados.

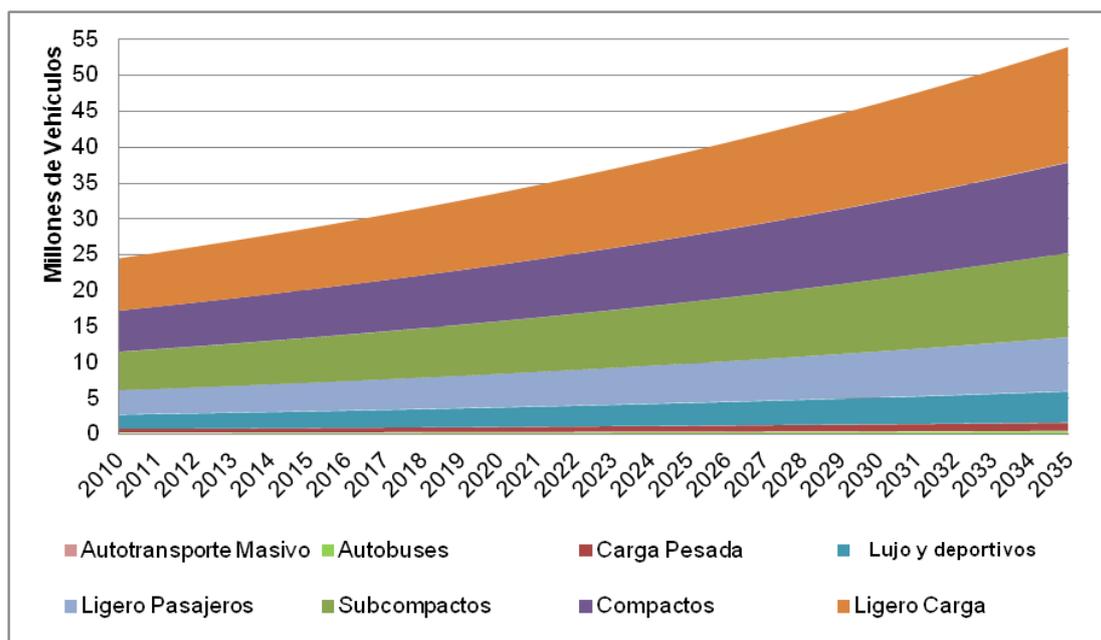
El parque vehicular total en 2010 se conformaba por más de 24 millones de unidades, con una proyección de casi 54 millones para 2035.¹⁴

¹² Nota técnica sobre la evolución de las emisiones de bióxido de carbono y rendimiento de combustible de los vehículos ligeros nuevos en México 2008-2011, INE, junio de 2012.

¹³ Definición de la NOM 042- SEMARNAT- 2003: "El peso máximo del vehículo especificado por el fabricante expresado en kilogramos, consistente en el peso nominal del vehículo sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal".

¹⁴ Elaboración: CTS-Embarq México con base en el modelo de simulación de emisiones GEI a partir de información del Instituto Mexicano del Petróleo, 2012. Proyecciones elaboradas con una tasa de crecimiento de 3% anual.

Figura 1. Parque vehicular por tipo (millones de vehículos).



En términos generales, se aprecia que los vehículos particulares, es decir compactos, subcompactos, de lujo y deportivos, representan la mayoría de la flota, con 53% del total. En seguida se encuentran los vehículos de carga, que representan aproximadamente 32% del total. El 15% restante corresponde a vehículos de transporte de pasajeros, entre los que se incluyen autobuses, vehículos de autotransporte masivo (BRT) y vehículos ligeros de pasajeros.

Normas de control de emisiones para vehículos nuevos

Para continuar avanzando en la reducción de la contaminación del aire se requiere una estrategia integral, con metas a corto, mediano y largo plazo. Para ello es necesario diseñar una política integral de transporte cuyos componentes principales sean la introducción de tecnologías más limpias y la disponibilidad de mejores combustibles.

El primer paso para contar con tecnologías de baja emisión es establecer su adopción a través de las normas oficiales mexicanas que regulan a los vehículos nuevos (NOM 042 y NOM 044). Estas buscan establecer límites máximos de emisiones de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono provenientes de vehículos ligeros, pesados y nuevos, respectivamente. La NOM 042 contempla a los vehículos que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y Diesel; mientras que la NOM 044 considera solamente a aquellos que utilizan Diesel como combustible.

Ambas normas requieren revisión y actualización; la NOM 042 debería buscar empatarse con el nivel de exigencia TIER 2, sin embargo, hasta el momento la NOM 044 es la única que se encuentra en proceso de modificación, y se espera se actualice a los estándares más estrictos hasta el momento, EPA10 y EURO VI, ya que desde julio de 2008 el binomio tecnológico vigente es EPA04/EUROIV.

Figura 2. Evolución de Estándares Ambientales para vehículos pesados en México, EPA y EURO

	Regulación	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
NOM-044	EPA 98	NOx=4.0 Partículas=0.10 g/bhp-hr											
	EURO III			NOx=3.72 Partículas=0.075 g/bhp-hr									
	EPA 04						NOx=2.5 partículas=0.10 g/bhp-hr						
	EURO IV						NOx=2.61 Partículas=0.015 g/bhp-hr						
	EPA 07				NOx=0.25 Partículas=0.010 g/bhp-hr			Más ULSD+EGR					
	EURO V			SCR+UREA+PFD+EGR		NOx=1.5 Partículas=0.015 g/bhp-hr							
	EPA 10				ULSD+SCR+UREA+PFD+OBD+EGR			NOx=0.2 Partículas=0.01 g/bhp-hr					
	EURO VI							NOx=0.2 Partículas=0.015 g/bhp-hr					

ULSD – Ultra Low Sulfur Diesel , SCR – Selective Catalytic Reduction, UREA – Aditivo al motor, OBD – On-Board Dignostics, EGR – Exhaust Gas Recirculation

Fuente: Presentación Navistar Truck Group, 2012

Figura 3. Límite de emisiones NOM-042-SEMARNAT-2003

Las emisiones máximas que debe presentar un vehículo para cumplir con la norma NOM-042-SEMARNAT-2003, son las siguientes:

Estándar	Categoría	CO g/km		HCNM g/km		NOx g/km		Part (1) g/km	
		gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel
A	VP	2.11		0.156		0.25	0.62	-	0.050
	CL1 y VU								
	CL2 y VU	2.74		0.200		0.44	0.62	-	0.062
	CL3 y VU								
	CL4 y VU	3.11		0.240		0.68	0.95	-	0.075

(1) Aplica solo para vehículos a Diesel. Estándar A: Límites máximos permisibles para vehículos año modelo 2004 y hasta 2009.

Fuente: Portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares (Eco vehículos), 2012

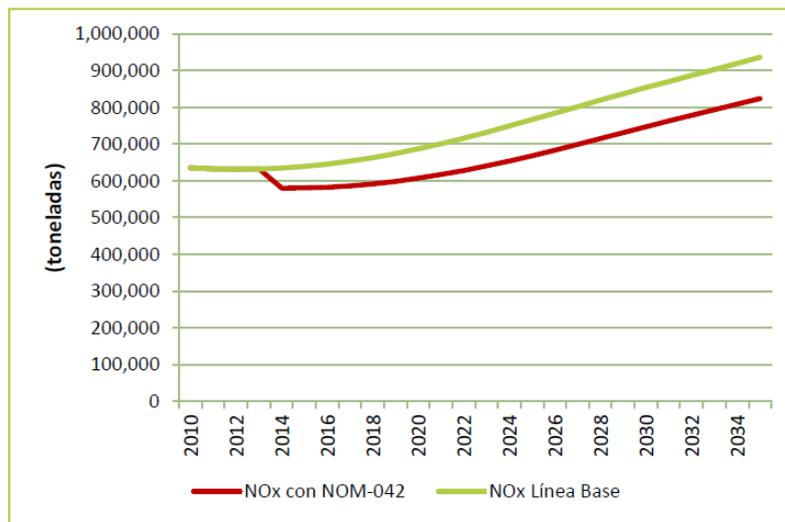
Un factor importante para la introducción de las tecnologías más eficientes es la disponibilidad de combustibles más limpios, particularmente con un menor contenido de azufre, ya que las altas proporciones de azufre en el combustible reducen la durabilidad y la efectividad de los sistemas de control de emisiones, de ahí la relación que las normas de emisiones tienen con la calidad de los combustibles y el cumplimiento de la NOM 086.

A continuación se muestra la proyección de emisiones derivada de la actualización de las normas 042 y 044 respectivamente:

Proyección de Contaminantes Criterio con la Modificación a la NOM 042

De aplicarse la NOM 042 a partir del 2013, las reducciones de NOx en el periodo de la modelación, podrían reducirse hasta en un 20% para cumplir con los estándares de TIER2 (BIN 6).

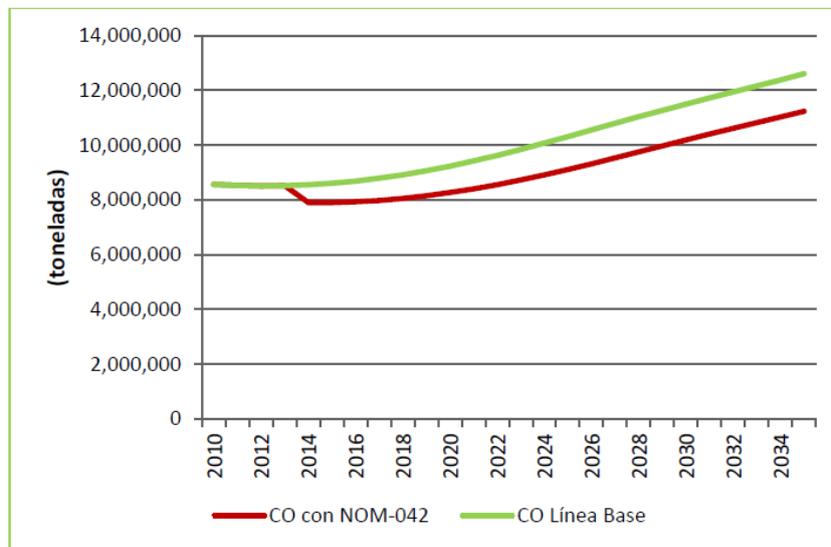
Figura 4. Proyección de óxidos de nitrógeno del sector transporte, vehículos a gasolina.



Fuente: CTS Embarq México con base al modelo de simulación de las emisiones de GEI, 2012.

En el caso de las reducciones de CO por la actualización de la norma, podrían ser de alrededor del 15%.

Figura 5. Proyección de monóxido de carbono del sector transporte, vehículos a gasolina.



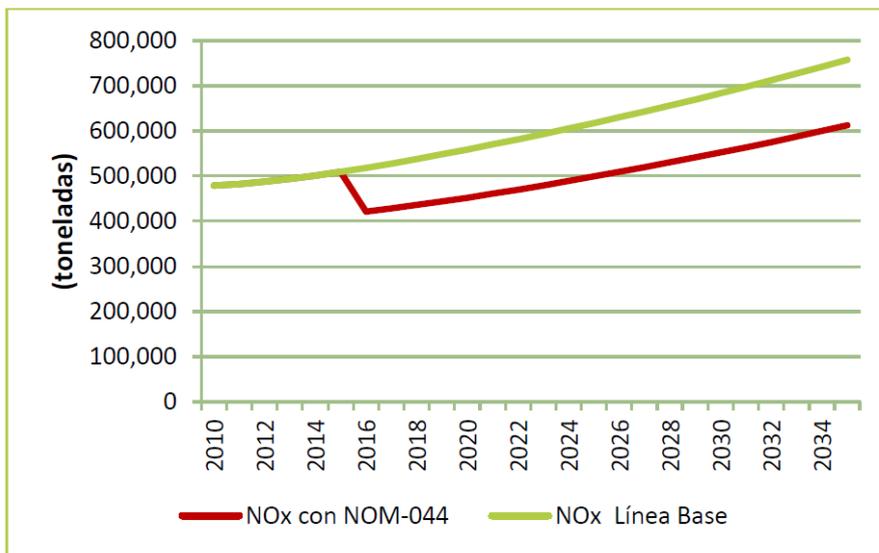
Fuente: Fuente: CTS Embarq México con base al modelo de simulación de las emisiones de GEI, 2012.

Proyección de contaminantes criterio con la modificación a la NOM 044

Se evaluó la disminución de PM₁₀ y NO_x considerando que la NOM 044 se modifique para cumplir con los estándares de EPA 2010, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

La siguiente figura demuestra que las reducciones de NO_x por la instrumentación de la NOM 044 serían de alrededor del 30% respecto de la línea base.

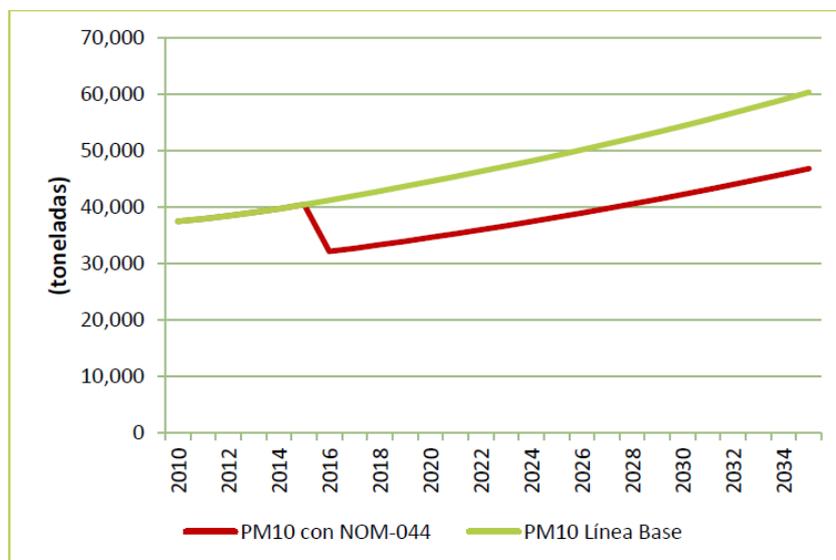
Figura 6. Proyección de óxidos de nitrógeno del sector transporte, vehículos Diesel.



Fuente: CTS Embarq México con base al modelo de simulación de las emisiones de GEI, 2012.

En el caso de las reducciones de la reducción de emisiones de PM₁₀ serían del 20% por la actualización de la norma.

Figura 7. Proyección de partículas suspendidas (PM₁₀) del sector transporte, vehículos Diesel.



Fuente: CTS Embarq México con base al modelo de simulación de las emisiones de GEI, 2012.

Además de los impactos en salud y las repercusiones económicas causadas por ausencias laborales, la falta de actualización de la NOM 044 frena la entrada de mejores tecnologías al país, ocasionando que la industria de transporte en México quede rezagada al margen de los niveles de competitividad exigidos a nivel internacional. Contar con un sector transporte con tecnologías avanzadas permitiría que más empresas puedan transitar libremente en una frontera moderna, ágil y eficiente, reduciendo 15% los costos de transportación.¹⁵

Ya que el comercio entre México y Estados Unidos asciende a casi 400 mil millones de dólares al año y aproximadamente 70% de éste se da vía terrestre, actualizar la norma permitiría obtener ahorros potenciales por 675 millones de dólares al año; ya que con las limitaciones actuales se paga un costo adicional de 150 dólares por cada uno de los 4.5 millones de viajes que los camiones hacen de México a Estados Unidos en un año.¹⁶ Como puede observarse, la reducción de los contaminantes mediante el uso de tecnologías está íntegramente relacionada con la disponibilidad de mejores combustibles.

Normas de calidad de combustibles

La NOM 086 establece las especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental, reflejando la importancia de mejorar los combustibles fósiles líquidos y gaseosos para poder incluir sistemas más avanzados de control de emisiones en los vehículos y así poder reducir las emisiones de contaminantes que alteran la calidad del aire en México. Esta norma se publicó el 30 de enero de 2006 en el Diario Oficial de la Federación y entró en vigor el 1 de abril de 2006.

Producir los combustibles con las especificaciones señaladas en la NOM 086 vigente implica diversas adecuaciones en el sistema de refinación de PEMEX, con un costo estimado en casi 4.7 mil millones de dólares.¹⁷ Se calculó que la entrada de esos combustibles a partir de 2009, asociada a la mejora de los motores vehiculares, tendría como consecuencia beneficios económicos cercanos a 11,400 millones de dólares.¹⁸ Puede verse que los beneficios de la norma superan por 2.4 a 1 los costos de producir y distribuir estos combustibles.

¹⁵ Centro Mexicano de Derecho Ambiental (2012). *Urge actualizar normas para evitar bloqueo a camiones mexicanos en Estados Unidos*. Recuperado en junio de 2012, de <http://www.cemda.org.mx/11/urge-actualizar-normas-para-evitar-bloqueo-a-camiones-mexicanos-en-estados-unidos>

¹⁶ *Idem*.

¹⁷ Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto integral de calidad de combustibles: reducción de azufre en gasolinas y Diesel. INE-SEMARNAT. 2006.

¹⁸ *Idem*

Figura 8. Calendario de reducción de azufre en los combustibles.

NOM 086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 publicada 30 de enero de 2006																													
	2006	2007	2008					2009					2010	2011	2012														
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Gasolina Premium																													
Todo el país			30 ppm prom.																										
Gasolina Magna UBA																													
Zonas Metropolitanas			30 ppm prom.																										
Resto del país			30 ppm prom.																										
Diesel UBA																													
Zonas Metropolitanas			15 ppm máx																										
Zona fronteriza			15 ppm máx																										
Resto del país			15 ppm máx																										

Fuente: Elaboración propia, CEMDA, 2012.

Lo anterior se traduciría en la reducción de impactos en la salud ocasionados por las emisiones del transporte que utiliza combustibles con altas concentraciones de azufre. De la misma forma, disminuiría el gasto del gobierno dedicado a tratar las enfermedades que la contaminación atmosférica provoca.

La falta de combustible limpio también impide que el país pueda adquirir nuevas tecnologías que permitan sustituir los vehículos de carga que circulan por toda la República y que en su mayoría consumen Diesel con más de 500 partes por millón (ppm) de azufre. Ello ha ocasionado, entre otras cuestiones, que el país continúe rezagándose en términos de competitividad en comparación con otras naciones, particularmente con Estados Unidos, a donde no pueden entrar los camiones de carga mexicanos por tener tecnología obsoleta.¹⁹ Se podrían adoptar mejores tecnologías en vehículos, como filtros de partículas en vehículos Diesel, lo cual reduciría las emisiones de partículas suspendidas y dióxido de nitrógeno en 90%. Es decir, un camión mexicano con la tecnología actual (con estándar EPA04) emite hasta 10 veces más contaminantes (PM y NO_x) que uno con tecnología aplicable en EUA y Canadá (estándar EPA10).²⁰

La distribución de combustibles limpios a través del cumplimiento de la NOM 086, acompañada de otras normas referentes a la calidad del aire y las emisiones de contaminantes atmosféricos, ayudaría a impulsar la modernización del sector transporte, permitiendo su armonización con los mejores estándares mundiales en la materia. La distribución de gasolinas limpias ayudaría a tener una flota vehicular más eficiente, resultando en menor consumo de combustibles, mayor seguridad energética y un ahorro en finanzas públicas al reducir su importación.

¹⁹ Gabriela Alarcón, Directora de Investigación de Desarrollo Urbano del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), en Conferencia de prensa el 21 de marzo de 2012. México Haz Algo, *Pretende gobierno federal seguir postergando incumplimiento en distribución de combustibles limpios*. Recuperado en junio de 2012, de <http://www.mexicohazalgo.org/2012/03/pretende-gobierno-federal-seguir-postergando-incumplimiento-en-distribucion-de-combustibles-limpios>

²⁰ *Idem.*

b) Mejores prácticas internacionales sobre tecnologías para el control de emisiones, Kate Blumberg, ICCT

Los estándares de emisiones en México mantienen un atraso importante respecto al resto de las políticas implementadas en Norteamérica o Europa, para el caso de los vehículos pesados es de 7 a 9 años y en el caso de los vehículos ligeros de 8 a 13 años. Las diferencias de los estándares vigentes en México y estas regiones no son despreciables, hablamos de una reducción de cerca del 90% de NOx y PM, así como un 70% para el caso de hidrocarburos (HC) tanto para vehículos ligeros como pesados. Este retraso se espera que continúe en el corto y mediano plazo para los vehículos a Diesel debido a la continua violación de los estándares de contenido de azufre de los combustibles en el país.

El Diesel de ultra bajo azufre es una condición necesaria para poder cumplir con regulaciones más exigentes para el caso de los vehículos pesados, el Diesel UBA es requerido para el uso de motores a Diesel avanzados y de tecnologías para el control de emisiones, las cuales incrementan la eficiencia, además de reducir las emisiones de contaminantes criterio.

Los estándares establecidos para vehículos a gasolina en México son bastante débiles, especialmente dado el bajo costo de las tecnologías necesarias para alcanzar regulaciones más exigentes, como son el mejoramiento de sensores de oxígeno y catalizadores de tres vías. Como se muestra en la siguiente figura, estos cambios son de muy bajo costo pero como son componentes del vehículo, y no manufacturados dentro del motor, las armadoras pueden optar por utilizar las tecnologías más baratas en los vehículos que se venden en México, a pesar de que la diferencia en costo sea entre \$10 y \$30 dólares (Posada, Bandivadekar and German, 2012).

Figura 9. Costos asociados al control de emisiones de vehículos de pasajeros a gasolina y Diesel

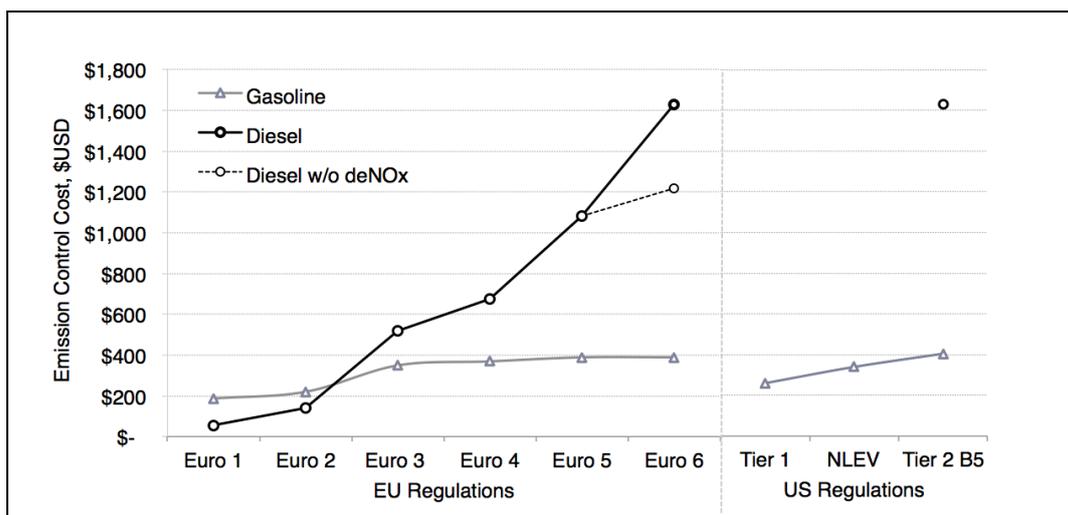
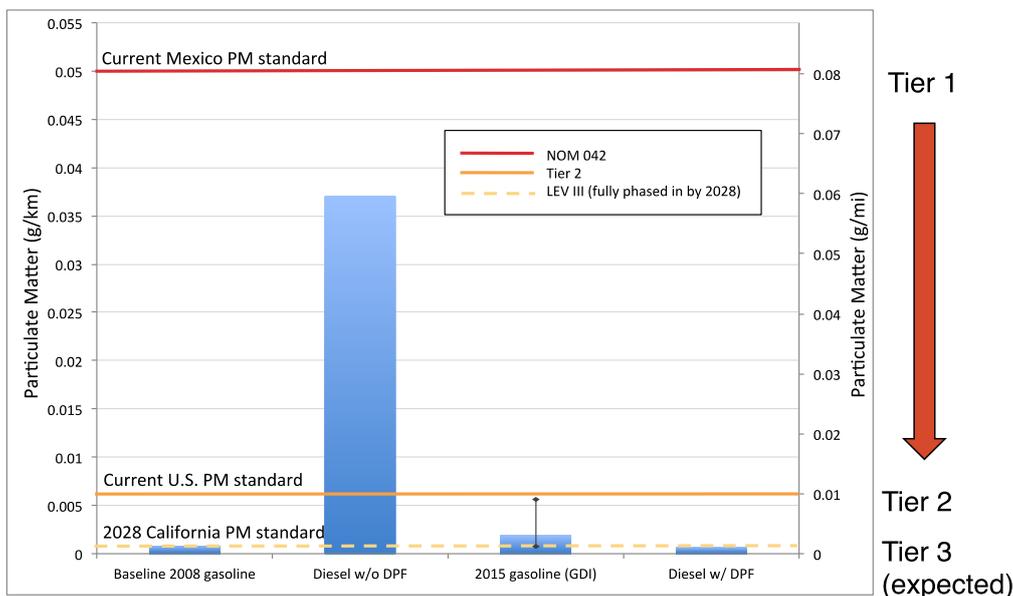


Figura 10. Emisiones de PM por diversas tecnologías



Los vehículos que actualmente se venden en México cuentan ya con algunas tecnologías que permitirán alcanzar estándares más limpios, éstas se refieren al mejoramiento de la oxigenación del combustible y controles electrónicos para motores, catalizadores de oxidación para motores a Diesel así como catalizadores de tres vías. Sin embargo, muchas más tecnologías adicionales se requerirán, algunas de ellas son seriamente intolerantes a los combustibles con alto contenido de azufre, por lo que pudieran quedar fuera de los vehículos ofrecidos en México.

Tecnologías para el control de partículas

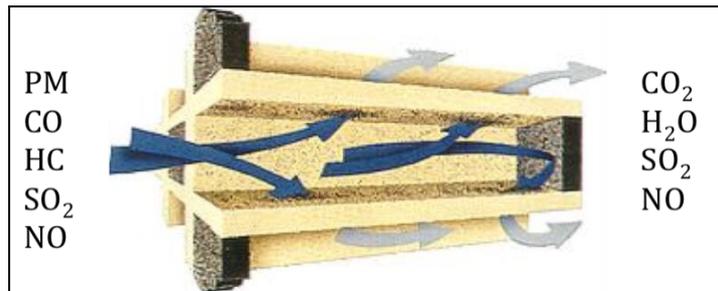
La emisión de partículas es resultado de una combustión ineficiente o incompleta, la composición de partículas de un vehículo a Diesel puede variar ampliamente basado en las condiciones del motor y de operación. Las PM se componen de carbón sólido, una fracción orgánica soluble (SOF, por sus siglas en inglés), hidrocarburos y sulfatos. Casi todas las partículas, en número, emitidas por un motor a Diesel son nano partículas, con un diámetro menor a 0.05 micrómetros que son las más dañinas.

La mayor parte del azufre en el combustible se oxida para formar SO_2 , pero una pequeña proporción se convierte en SO_3 que produce ácido sulfúrico y sulfatos en suspensión o aerosoles. La concentración de sulfatos en los gases de escape tiene una relación directa respecto del contenido de azufre en el combustible, es por ello que los beneficios de reducción de los niveles de azufre en los combustibles son evidentes, aún sin contar con un sistema de control de emisiones. En un estudio llevado a cabo en camiones pesados a Diesel por la asociación, Manufacturers of Emissions Control Association (MECA) en Estados Unidos, reflejó que una reducción en el contenido de azufre en el combustible de 368 a 54 ppm (85%) conllevó a una reducción de 14% en los niveles de emisión de PM.

De igual forma, un estudio realizado en Dinamarca estima una disminución del número de partículas en aproximadamente 50% al pasar de 500 a 50 ppm de contenido de azufre en el Diesel.

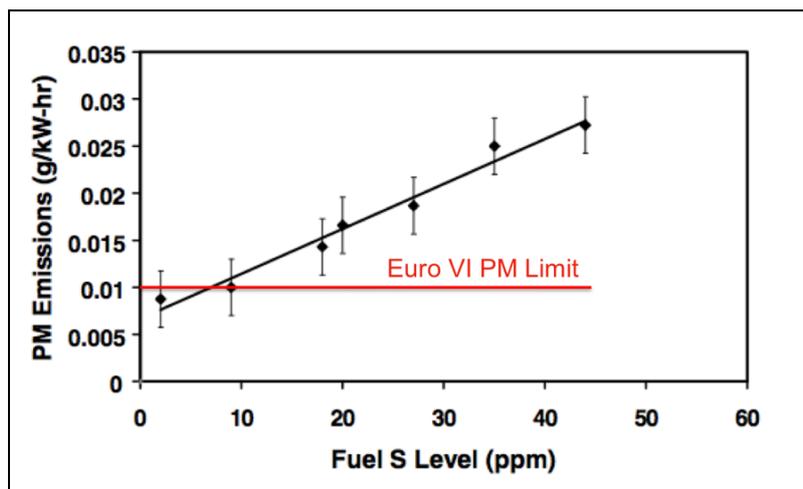
Un filtro de partículas Diesel²¹ (DPF, por sus siglas en inglés) permite restringir la salida de las PM, una vez atrapadas se requiere una combustión de las mismas ya que de otra forma el DPF quedaría saturado rápidamente.

Figura 11. Principio de operación de un filtro de partículas



El uso de filtros de partículas Diesel son la única tecnología que permite reducir efectivamente tanto la masa (85 a 95%) como el número de partículas, incluso aquellas emisiones ultra finas que tienen un mayor impacto en la salud humana. De acuerdo a estudios de la industria y academia, se recomienda una cantidad de azufre en combustibles de 50 ppm para el uso de DPF.

Figura 12. Efecto del contenido de azufre en la emisión de partículas con un sistema de control de emisiones²²



²¹ Compuesto principalmente por por corderita (derivado de la arcilla) o carburo de silicio sinterizado.

²² Sistema de control de emisiones mediante filtro de partículas Diesel, reducción catalítica a través de un método de prueba de ciclo transitorio europeo

Control de emisiones NOx

Los óxidos de nitrógeno son subproductos de la combustión, el aire contiene principalmente nitrógeno y oxígeno y mediante el calor generado en la combustión se mezclan para formar NOx. A mayores temperaturas la operación del motor es más eficiente sin embargo se producen mayores emisiones de óxidos de nitrógeno.

Las emisiones pueden ser reducidas a través de la recirculación de los gases de escape (EGR, por sus siglas en inglés), que permite reducir la temperatura de combustión, sin embargo también se pierde eficiencia. La presencia de azufre en el combustible no afecta directamente a los sistemas de EGR, pero incrementa la presencia de ácido sulfúrico que puede disminuir la durabilidad y confiabilidad del motor.

Otro sistema de control es mediante la reducción catalítica selectiva (SCR, por sus siglas en inglés) que consiste en un mecanismo de post tratamiento que permite ajustar el motor para emisiones altas de NOx que posteriormente son controladas en el tubo de escape lo cual permite mantener la eficiencia. En este sistema se inyecta amoníaco (NH_3) al flujo de escape, el nitrógeno del amoníaco reduce los NOx a nitrógeno y agua, el amoníaco se utiliza en forma de urea.

Algunos sistemas utilizan una combinación de sistemas EGR y SCR, ya que el control de óxidos de nitrógeno es particularmente desafiante porque se tiene que reducir en nitrógeno y oxígeno mientras que otro tipo de contaminantes como las partículas, hidrocarburos o monóxido de carbono tienen que ser oxidados. En un motor a Diesel inherentemente hay un exceso de oxígeno en los gases de escape por lo que es complicado crear un ambiente reductor para separar en sus elementos básicos a los NOx. [22]

La SCR ofrece a los fabricantes dos ventajas importantes al momento de cumplir con los estándares de emisiones de los modelos Diesel. En primer lugar, la SCR permite una reducción en óxidos de nitrógeno de 70 a 90% con un incremento en el ahorro de combustible entre 3 y 5%, aunque los ahorros de costo son parcialmente compensados por el costo adicional de la urea, que del mismo modo se consume a una tasa de 3 a 5 % con respecto al consumo de combustible (Majewski, 2005).

En segundo lugar, con la SCR, los fabricantes que deban afrontar estándares de emisión más estrictos tendrán dos tipos de flexibilidad: primero, facilita una reducción modesta de PM y NOx mediante el ajuste del motor a condiciones de NOx alto y PM bajo a la salida del motor y la posterior reducción de NOx mediante el sistema de SCR. Segundo, en algunos casos, permite que un vehículo con la misma combinación motor-post tratamiento sea vendido con cambios mínimos, incluso cuando los estándares de emisión se vuelvan más rigurosos al correr del tiempo.²³ Estos méritos pueden ayudar a explicar por qué se espera que la SCR sea el camino tecnológico líder para cumplir con los estándares más estrictos del mundo.

²³ Como la eficiencia de conversión de NOx de la SCR puede mejorarse incrementando el uso de urea, una transición a un estándar de NOx más estricto puede alcanzarse, muchas veces, usando combinaciones prácticamente idénticas de motor/posttratamiento aumentando sólo la dosificación de urea. Este criterio se aplicó en Europa para la transición del estándar Euro IV al Euro V.

Para los reguladores ambientales, la SCR presenta nuevos desafíos que pueden no ser evidentes en el plazo inmediato. En primer lugar, la SCR requiere el uso de un reactivo, en general urea, que se almacena a bordo y debe reabastecerse regularmente. Como resultado, los sistemas de SCR a base de urea requieren la creación de una amplia infraestructura de suministro de urea para las fuentes móviles geográficamente dispersas; el desarrollo de la cual requiere la coordinación de varias de las partes interesadas.

En segundo lugar, como la urea constituye un costo adicional para los operadores de vehículos, se deben colocar mecanismos contra fallas confiables que garanticen que los conductores llenan correctamente los tanques de urea que se encuentran a bordo. Esto es vital, ya que si no se abastece correctamente la urea, las emisiones de NOx del motor se liberan sin ser tratadas y pueden ser más altas que las emisiones de los modelos anteriores. Por último, los vehículos en uso equipados con SCR pueden presentar importantes emisiones no reguladas y fuera de ciclo debido a la dependencia térmica de la actividad catalítica, a una dosificación incorrecta de la urea, al envenenamiento catalítico²⁴, y a la formación de subproductos catalíticos.

Es crítico que México realice el salto tecnológico a estándares Euro VI/EPA10 para vehículos pesados, permitiendo una homologación de estándares, evitando mayores emisiones urbanas asociadas con estándares Euro V.

Algunas sugerencias sobre el control de emisiones se describen a continuación:

1. Infraestructura de suministro de urea:

- Se recomienda que los reguladores comprometan en forma temprana y proactiva a todas las partes interesadas relevantes, a fin de fomentar el desarrollo de una infraestructura de urea, que demanda 2 o más años de plazo de finalización y una significativa inversión inicial. En los casos en los que sea necesario, será apropiado contar con un desarrollo de infraestructura por etapas, dirigido a las flotas cautivas que regresan a la base al finalizar el recorrido, como al que se aspiró en Europa, al mismo tiempo que se exige que los fabricantes instalen tanques de urea de gran tamaño.
- Se debe prestar atención a la disponibilidad y al precio de la urea fuera de las áreas urbanas más importantes. Incluso en los lugares donde la urea está disponible, una baja producción total puede dar lugar a precios altos; esto reduciría el índice de abastecimiento de combustible y empeoraría los problemas relacionados con las emisiones durante el uso.
- Las medidas respecto de la demanda (por ejemplo, incentivos fiscales, peajes reducidos, etc.), como las que se adoptaron en Europa y Japón, pueden ayudar a fomentar la adopción temprana de las tecnologías de SCR y una respuesta positiva a la infraestructura de suministro de urea mediante la activación de las economías de escala.

²⁴ “Envenenamiento” hace referencia a la pérdida de la función catalítica, en algunos casos, irreversible a causa de la exposición a contaminantes en el combustible o en el escape del vehículo, en términos más generales.

2. Diagnóstico a bordo:

- Los reguladores deben adoptar mecanismos contra fallas a bordo que sean sólidos para el uso de urea, que se apoyen en sistemas OBD confiables, a fin de controlar el abastecimiento de urea (poca o de calidad inapropiada) de los sistemas de SCR. Se deben incorporar tanto los sistemas de aviso al conductor como los de limitaciones de rendimiento del vehículo²⁵.
- Los períodos de detección y aviso debido a urea insuficiente o de baja calidad deben ser cortos (por ejemplo, 1 hora) y deben evitarse las interacciones del sistema que permitan la operación sin urea de alta calidad por períodos prolongados.
- Las instrucciones de los mecanismos contra fallas deben revisarse con frecuencia, a fin de garantizar que las medidas implementadas sean apropiadas para los sistemas de SCR en desarrollo.

²⁵ Por ejemplo, de limitación del par de torsión de gravedad suficiente como para obstaculizar el funcionamiento regular del vehículo, imposibilidad de reiniciar el motor, etc.

V. Panorama actual de la calidad del aire en México

a) Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes por Ana María Contreras, SEMARNAT

El aire que a diario respiramos está conformado principalmente por oxígeno y nitrógeno, también tiene pequeñas porciones de vapor de agua y dióxido de carbono. La degradación de la calidad del aire es producida por la emisión de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera. Por tanto, el aire que respiramos se contamina a consecuencia de actividades cotidianas (por ejemplo, al usar servicios y automóviles, o quemar basura) y acciones realizadas a nivel institucional o empresarial (como al quemar combustible en la industria o usar solventes).

El deterioro del aire es resultado de fenómenos complejos derivados de una amplia variedad de causas y efectos asociados. Sin embargo, la combustión proveniente de los hogares, la industria, los vehículos automotores y algunos fenómenos naturales provocados por prácticas antropogénicas, son las principales fuentes de contaminación.²⁶ No obstante, la cantidad de emisiones provocadas por estas fuentes cambia cada año, ya que están condicionadas a los cambios económicos, la actividad de la industria, el tránsito, el desarrollo tecnológico y muchos otros factores, como los controles de emisiones y las regulaciones de contaminación del aire.²⁷

En México, los costos ambientales generados durante los procesos productivos que se derivaron del agotamiento de los recursos naturales y de la degradación del medio ambiente en 2009, alcanzaron 941,670 millones de pesos, 7.9% del Producto Interno Bruto. La contaminación atmosférica representó los mayores costos ambientales, al ubicarse en 520,300 millones de pesos, lo que representa 4.4% del PIB (INEGI).

La calidad del aire tiene efectos sobre la salud humana y ésta puede ser afectada negativamente por diversas actividades humanas o naturales; una buena calidad del aire no sólo es un derecho, sino una necesidad básica.

Avances legislativos

México respaldó sus compromisos internacionales a nivel interno, inicialmente con la adopción de una ley marco ambiental como prerrequisito para garantizar la existencia de un sistema jurídico coherente de política y gestión ambiental, con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988.

²⁶ Organización Mundial de la Salud (2012). *Air Pollution*. Recuperado en junio de 2012, de http://www.who.int/topics/air_pollution/en

²⁷ United States Environmental Protection Agency (2011). *Air Pollution Emissions Overview*. Recuperado en junio de 2012, de <http://www.epa.gov/airquality/emissions.html#about>

Posteriormente, se reformó el artículo 4° constitucional y se incluyó el párrafo quinto que establece: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en término de lo dispuesto por la ley”.

Además, el marco jurídico constitucional de este derecho fue respaldado por una serie de artículos que contemplan la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos, regulan la actividad de las empresas, de los sectores social y privado, y establecen la distribución de competencias para legislar sobre desarrollo, preservación del medio ambiente y protección ecológica.

El reglamento vigente en materia de atmósfera data de 1988; durante 2012 se publicará su actualización. Este instrumento promueve el concepto de administración de calidad del aire por cuencas atmosféricas, el uso de herramientas de diagnóstico como: monitoreo atmosférico, inventario de emisiones, modelación y capacidad de asimilación de cuencas atmosféricas; también impulsa el fomento de instrumentos económicos como “los derechos transferibles de emisiones”. Con este reglamento se busca inducir una política de gestión de calidad del aire a nivel nacional y a largo plazo, donde se fomente la gestión integral a partir del uso de herramientas de diagnóstico para tomar decisiones. Así como homologar los sistemas de evaluación y gestión de calidad del aire en el país.

Figura 13. Contenido del Proyecto de Reglamento de Atmósfera

Temas	Subtemas
Fuentes fijas de jurisdicción federal	Subsectores Licenciamiento Obligaciones generales
Fuentes móviles de jurisdicción federal	Verificación vehicular federal Unidades de verificación vehicular Procedimiento de verificación vehicular Constancia de emisiones Suspensión o revocación de las UV
Calidad del aire	Información de la calidad del aire y emisiones Monitoreo Índice nacional de calidad del aire Inventario nacional de emisiones Cuencas atmosféricas
Programas para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera	ProAire Contingencias ambientales atmosféricas Reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera Verificación vehicular local
Sustancias agotadoras de la capa de ozono	Determinación de cuotas de consumo
Medidas de control y sanciones	Conforme a la LGEEPA

Inventario Nacional de Emisiones

El Inventario Nacional de Emisiones (INEM) es un instrumento imprescindible en la gestión de calidad del aire y en la toma de decisiones relacionadas con ello. A mediados de la década de 1990 inició el programa del INEM, con el apoyo técnico y financiero de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, (EPA, por sus siglas en inglés). A partir de 2000 y hasta 2010 también se recibió el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA).

En 2006 se publicó el INEM 1999; el INEM 2005 se publicó el 9 de diciembre de 2011, el cual contiene información de las emisiones contaminantes de las siguientes fuentes: fijas (industria de jurisdicción federal y estatal), móviles (vehículos particulares, de carga, autobuses, camiones de pasajeros, motocicletas, autobuses de transporte urbano, tractocamiones, entre otros) de área (comercios, servicios a casas habitación, uso de fertilizantes, incendios forestales, distribución de combustibles, etc.), naturales (vegetación y suelos) y móviles que no circulan por carreteras (aviación, equipo básico en aeropuertos, embarcaciones marinas, locomotoras de arrastre, locomotoras de patio, maquinaria de uso agropecuario y maquinaria de construcción).

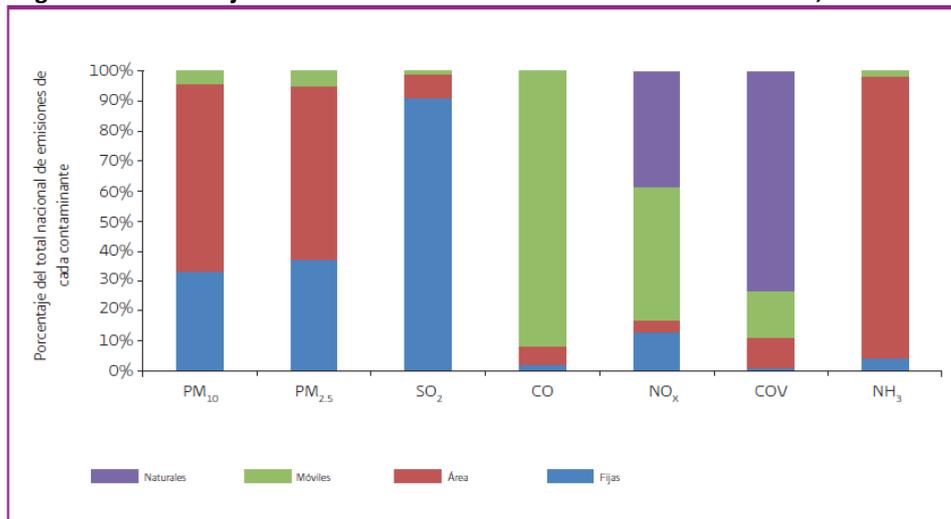
Los contaminantes²⁸ evaluados son: partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}), bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH₃). La información está desagregada a nivel municipal para las 32 entidades federativas de México.

Figura 14. Emisiones nacionales, INEM 2005.

Tipo de fuente	Mg/año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fijas	270,768	220,770	2,824,874	1,047,537	597,129	273,832	43,629
Area	502,741	340,779	232,255	2,405,671	155,489	1,805,276	932,475
Móviles	37,730	32,631	44,524	38,521,781	2,031,803	3,084,546	21,191
Naturales	-	-	-	-	1,752,916	14,009,228	-
Emisiones Nacionales	811,239	594,180	3,101,652	41,974,989	4,537,337	19,172,883	997,295

²⁸ Véase el Apéndice para conocer los tipos de contaminantes.

Figura 15. Porcentaje total nacional de emisiones de cada contaminante, INEM 2005.



La contribución de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles provienen principalmente de los vehículos; la mayoría del bióxido de azufre se genera en las fuentes fijas. Asimismo, las fuentes de área son las principales contribuyentes de material particulado, como PM₁₀ y PM_{2.5}.

La contribución al total de contaminantes por tipo de fuente y de contaminante depende de las actividades específicas realizadas, ya que el uso de combustible, las actividades realizadas o la aplicación de determinados materiales generan mayores emisiones de un contaminante particular.

Existe un sistema en línea para la explotación y difusión de los datos en la siguiente dirección electrónica: <http://sinea.semarnat.gob.mx>. En esta se pueden consultar los resultados del INEM2005.

Actualmente ya se trabaja en el INEM 2008, donde se consideraron siete contaminantes criterio: 1) partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y 2.5 micrómetros (PM_{2.5}); 2) bióxido de azufre (SO₂); 3) monóxido de carbono (CO); 4) óxidos de nitrógeno (NOX); 5) compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH₃); 6) carbono negro (CN), bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O); y 7) benceno (C₆H₆), tolueno, etilbenceno y xilenos. El inventario tiene las bases mínimas para utilizarse en modelación debido a la desagregación geográfica y el nivel de detalle de generación de emisiones en las fuentes analizadas.

Considera las 32 entidades federativas y tiene una desagregación a nivel municipal; determina las emisiones de contaminantes criterio y las características que permiten planear acciones a nivel nacional, estatal y local con información estandarizada para medir los avances en la mejora de la calidad del aire. Esta información y sus características se prepararon para cumplir con los estándares para ser considerada como Información de Interés Nacional.

Como parte de las mejoras propuestas, se trabaja en elaborar el plan de preparación del inventario de emisiones de México considerando 2011 como año de inicio, este plan permitirá contar con una base para el desarrollo del inventario de emisiones y fijar las condiciones, criterios y formatos requeridos para mantener la congruencia y los comparativos para optimizar los recursos utilizados en su elaboración.

El proyecto de integración del INEM 2008 conjuntará en un documento los resultados de la estimación de emisiones para las diferentes categorías que integran el INEM en un documento, el cual permitirá comparar las distintas conclusiones para así diseñar estrategias de control.

Por último, se actualizará a nivel nacional el inventario de emisiones de compuestos orgánicos persistentes no intencionales (COPNIS). Esta actualización considera las metodologías estandarizadas a nivel internacional.

Programas de gestión de la calidad del aire (ProAire)

Los programas de gestión de la calidad del aire (ProAire) son el instrumento de coordinación entre los tres órdenes de gobierno y los actores relevantes para reducir emisiones y mejorar la calidad del aire. Estos programas establecen las diversas acciones a realizar de manera coordinada para reducir emisiones y mejorar la gestión y la generación de información relacionada con la calidad del aire.

La LGEEPA considera que estos programas son una atribución del gobierno local; sin embargo, la SEMARNAT toma el liderazgo y apoya continuamente a los gobiernos estatales y municipales en el desarrollo e implementación de los ProAire.

Las siguientes tablas muestran los ProAire que están vigentes en la actualidad, así como los que están en desarrollo. Para 2012, la meta es contar con 12 ProAire vigentes, publicar como mínimo dos ProAire anualmente en las zonas de afectación por la contaminación del aire y cubrir 50% de la población que vive en zonas urbanas del país.

Figura 16. ProAire vigentes

	ProAire	Período	Población (millones de personas)
1	Zona Metropolitana del Valle de México	2011 - 2020	20
2	Mexicali	2011 - 2020	0.9
3	Jalisco (ZMG)	2011 - 2020	4.4
4	Región Comarca Lagunera	2010 - 2015	1.2
5	Victoria de Durango	2009 - 2013	0.6
6	Área Metropolitana de Monterrey	2008 - 2012	4
7	Zona Metropolitana de Cuernavaca	2009 - 2012	0.8
8	León	2008 - 2012	1.6
9	Salamanca	2007 - 2012	0.2
10	Ciudad Juárez	2006 - 2012	1.3
	Total		35 (41.7% de la población urbana)

Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT (2011) con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI).

Figura 17. Otros ProAire en desarrollo

ProAire en elaboración	Periodo	Población potencialmente beneficiada (millones de habitantes)
Zona Metropolitana de Querétaro	2012 - 2021	1.4
Tijuana - Rosarito - Tecate	2012 - 2021	1.8
Puebla	2011 - 2020	2.3
Zona Metropolitana de Villahermosa	2012 - 2016	0.8
Zona Metropolitana del Valle de Toluca	2012 -2017	1.8
Total		8 (9.5% de la población urbana)

Fuente: Elaborado por DGGCARETC-SEMARNAT (2011) con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI).

Desde 2009 se puso en marcha un programa de seguimiento y evaluación anual para complementar el ciclo de vida de los ProAire. Esto permitirá conocer el nivel de avance de todas las medidas y acciones propuestas en cada programa, además de identificar las áreas de mejora para hacer más efectiva su ejecución en el futuro. A la fecha se han evaluado los ProAire de la Zona Metropolitana del Valle de México, Salamanca, León, Ciudad Juárez, Puebla y Toluca.

En 2012 se tiene prevista la presentación de los siguientes ProAire: Puebla (2012-2021), Zona Metropolitana de Querétaro-San Juan del Río (2012-2021), Zona Metropolitana de Tijuana (2012-2021) y el Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017).²⁹

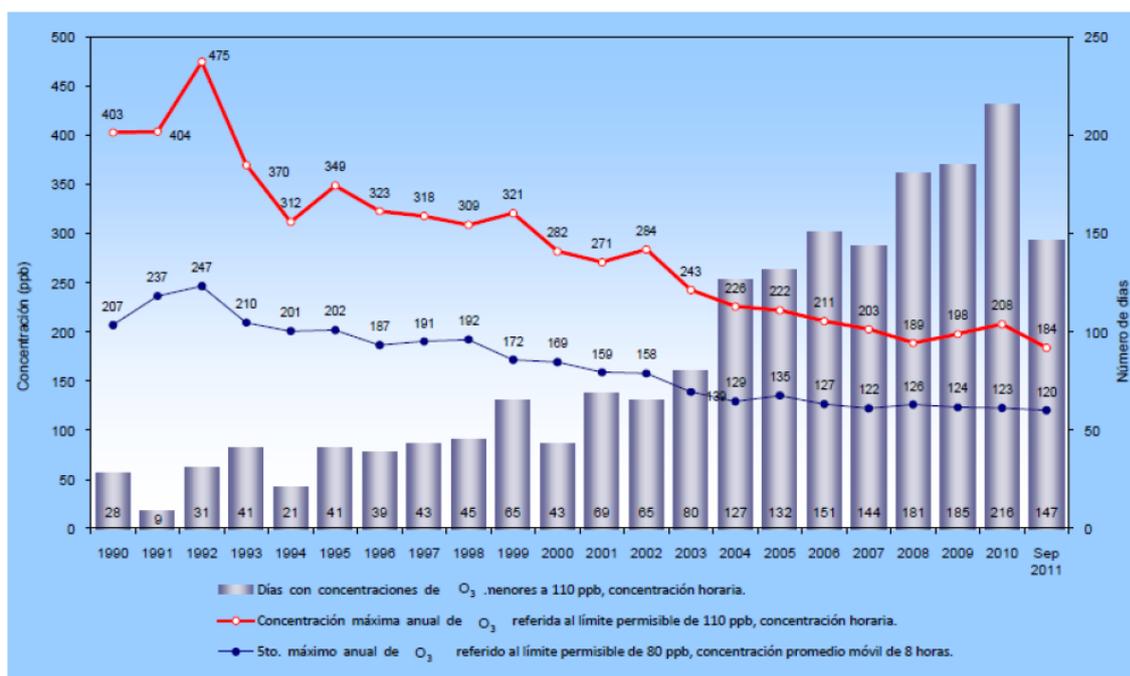
Principales logros en el mejoramiento de la calidad del aire

Número de días con excedencias de ozono (ZMVM)

Como resultado de 20 años de trabajo, la calidad del aire ha mejorado significativamente en cuanto a niveles de ozono. En 1990 se registraron 337 días en los que se excedió el valor de la norma horaria de ozono (110 ppb), en contraste, durante 2010 se registraron 149 días; esto es, se redujo en 188 (54%) el número de días de excedencia. Respecto de la cantidad de ozono presente a diario, es importante destacar que en 1991 hubo días con más de 300 puntos IMECA de ozono; y en 2010 la puntuación IMECA máxima de ozono fue ligeramente mayor a 150.

²⁹ Los ProAire pueden consultarse en la dirección electrónica en, www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/Programas.

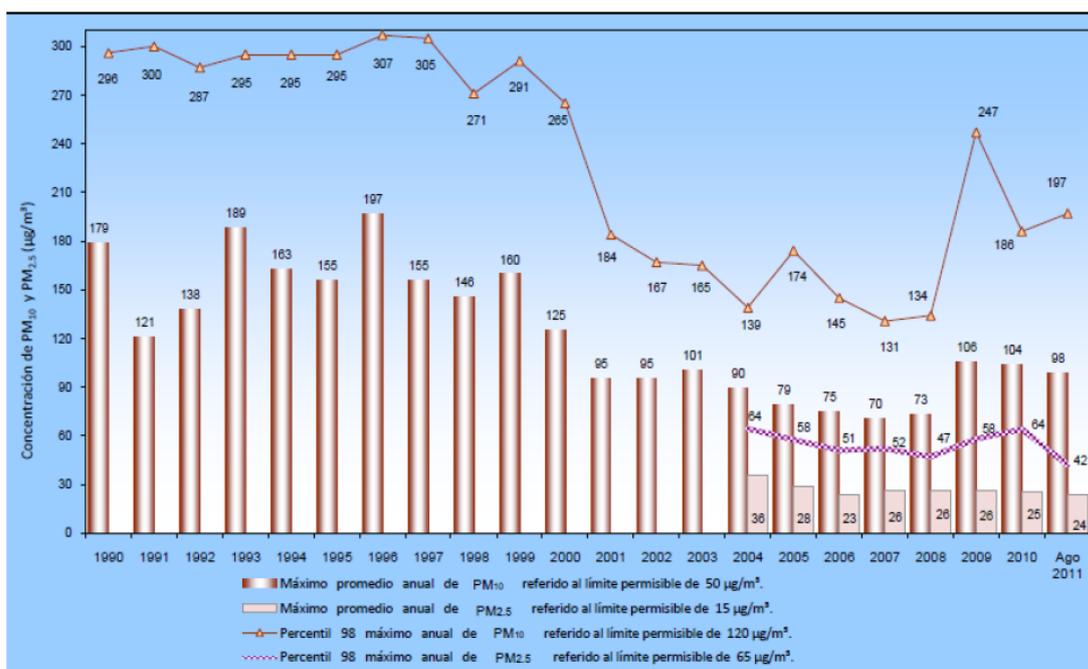
Figura 17. Números de días con excedencias de ozono



Número de días con excedencias de PM (ZMVM)

Las concentraciones de PM₁₀ han disminuido apreciablemente a partir de 2000, sin embargo aún se rebasa el límite de la NOM de 24 horas. Las concentraciones de PM_{2,5} durante los últimos años no rebasan el límite de 65 µg/m³; no obstante, todavía se rebasa el límite permisible para el promedio anual.

Figura 18. Número de días con excedencias de material particulado (PM10 y PM2.5).



Contingencias ambientales

Al 30 de septiembre de 2011 se tenían: 9 años con 12 días sin contingencia ambiental atmosférica por ozono (la última se registró el 18 de septiembre de 2002) y 6 años con 271 días sin contingencia ambiental atmosférica por PM₁₀ (la última se registró el 1 de enero de 2005).

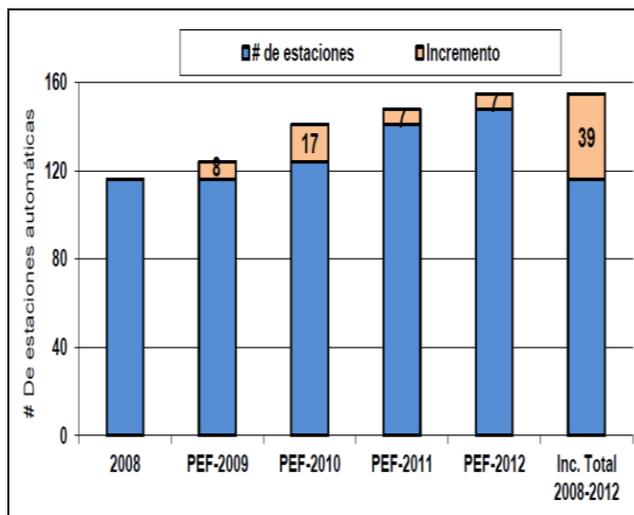
En la actualidad, contaminantes como el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) mantienen sus niveles por debajo de las normas oficiales mexicanas de salud la mayor parte del año. En el caso de los compuestos orgánicos volátiles (COV), como benceno, tolueno, xileno y formaldehído, entre otros, se han realizado estudios y campañas de monitoreo que indican la presencia de concentraciones altas. En 2010 se inició el monitoreo de estos contaminantes.

Monitoreo atmosférico

En materia de monitoreo atmosférico, las actividades de medir y dar seguimiento a la calidad del aire son herramientas fundamentales para gestionar la calidad del aire. Desde 2009 (y hasta la fecha) la Cámara de Diputados otorgó, dentro del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), recursos para desarrollar proyectos en los estados relativos a ampliaciones al Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ramo 16), dirigidos a fortalecer las capacidades técnicas sobre monitoreo de la calidad del aire en diversas ciudades del país.

Durante el periodo 2009-2012, la SEMARNAT, a través de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental (SGPA) y, en específico, la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC), ha invertido alrededor de 241.5 millones de pesos, tanto para comprar como para rehabilitar estaciones y redes de monitoreo atmosférico. En total se beneficiaron 23 estados.

Figura 19. Crecimiento porcentual en el número total de estaciones automáticas de monitoreo atmosférico.



De 2009 a 2012 se agregaron 39 estaciones automáticas de monitoreo a las 116 que ya había en 2008, llegando a un total de 155, lo que representa 34% de incremento.

b) Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, por Sandra Herrera, SEMARNAT

El primer paso para definir qué hacer con la calidad del aire en las ciudades es conocer el tipo de contaminantes³⁰ y en qué concentraciones se encuentran en el ambiente; por ello es indispensable contar con redes de monitoreo atmosférico e inventarios de emisiones por fuente fija y fuente móvil que puedan proporcionar esta información. Igualmente importante es la información sobre reportes de enfermedades respiratorias y su incidencia en el ausentismo laboral. De esta manera se contará con los fundamentos necesarios para plantear a los tomadores de decisiones las medidas a seguir.

Sin duda, lo que está más al alcance y es más fácil referenciar son las NOM, mismas que, si bien responden a lo que es posible técnicamente y siguen una rigurosa metodología en su elaboración basada en la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN), adolecen de resultados óptimos dado que su aplicación de manera aislada o parcial no impacta en la calidad del aire de las ciudades y, por tanto, se concluye que carecen de efectividad.

Además, resulta poco eficaz elaborar las NOM si se considera que para establecerla o modificarla, siguiendo lo establecido en la LFMN, puede requerirse un mínimo de dos años; por lo que llega a ser necesario emitir acuerdos modificatorios.

En la actualidad, las siguientes normas tienen cierto impacto en la calidad del aire de las ciudades:

Fuentes móviles

- NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Revisión quinquenal 2012, en el PNN (Programa Nacional de Normalización), proyecto de modificación.
- NOM-042-SEMARNAT-2005. Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural o Diesel; así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. Publicada en el DOF (Diario Oficial de la Federación) en septiembre de 2005. Vigente.
- NOM-044-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan Diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos. En el PNN, para modificar.

³⁰ Véase el Apéndice

- NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Publicada en el DOF en septiembre de 2007. Revisión quinquenal. En el PNN 2012, para modificar.
- NOM-047-SEMARNAT-1999. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. En el PNN 2012, para modificar.
- NOM-048-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. Revisión quinquenal 2012.
- NOM-049-SEMARNAT-1993. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. Revisión quinquenal 2012.
- NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. Revisión quinquenal 2012. En el PNN, para modificar.
- NOM-076-SEMARNAT-1995. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. Revisión quinquenal 2012. En el PNN, para modificar.
- NOM-077-SEMARNAT-1995. Establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan Diesel como combustible. Revisión quinquenal 2012.

Monitoreo de la calidad del aire

- NOM-034-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Revisión quinquenal 2012.
- NOM-035-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. Revisión quinquenal 2012.
- NOM-036-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Revisión quinquenal 2012.

- NOM-037-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Revisión quinquenal 2012.
- NOM-038-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Revisión quinquenal 2012
- NOM-156-SEMARNAT-2012. Norma relacionada con el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Publicada en el DOF en julio 2012.

Impacto de las políticas públicas en la calidad del aire

Sin duda, un ejemplo exitoso que demuestra que la norma puede ser un instrumento efectivo, si va acompañado de un programa de aplicación, es el de la ciudad de México y la aplicación de las NOM 041 y 047 en el *Programa de Verificación Vehicular Obligatoria* el cual, en el esquema de centros de verificación centralizados (*Verificentros*), ya tiene 16 años en operación.

No obstante lo anterior, tampoco podemos decir que este programa por sí solo tiene un impacto contundente sobre la calidad del aire en la ciudad, debido a distintos factores que van desde la pérdida de calidad en la prestación del servicio en algunos de estos centros, hasta el envejecimiento de la flota vehicular y la circulación de miles de vehículos con placas de otras entidades federativas que no están obligadas cumplir con la verificación.

El *Programa Hoy no Circula* es de control vial e impacta en la calidad del aire; esto resalta porque en principio, cuando era de carácter voluntario y luego se volvió obligatorio, sí se consideró una medida estricta para disminuir de manera drástica las emisiones a la atmósfera; pero desde mediados de la década de 1990 y hasta la fecha también es una medida para no saturar las vialidades. Al principio, dicho programa fue criticado por provocar la compra de un segundo auto (de peores condiciones o de mayor antigüedad que el auto de uso común de las familias) y porque quizá provocó que creciera la flota vehicular; pero este fenómeno se modificó con la entrada en vigor de la verificación vehicular diferenciada, donde se permitió que los vehículos con mejores condiciones circularan todos los días y se castigó a los de peor desempeño con un “doble no circula”, en casos de contingencia ambiental.

También es importante renovar los vehículos de uso intensivo, tanto taxis como colectivos; sin embargo, este proceso es demasiado lento y no se ha optado por las mejores opciones de sustitución. En el caso de los taxis, es inadmisibles que todavía circulen los modelos del VW sedán que dejaron de fabricarse en 2002 y que hayan hecho una fuerte inversión para cambiar la imagen de estos pero no para sustituirlos por unidades nuevas; que no se garantice que los retirados de circulación se *chatarricen* en su totalidad y, sobre todo, que sigan existiendo taxis sin permiso y esto se tolere.

Hablando del transporte colectivo, habrá que remontarse al PICCA (Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica) y antes, cuando la medida a tomarse era la sustitución de las “combis” por camiones de 40 pasajeros y, sin embargo, se optó por microbuses cuyos “chasis” e interiores ni siquiera estaban diseñados para transportar pasajeros ni hacer paradas continuas.

Aunque recientemente los microbuses se han sustituido por autobuses de pasajeros con mayor capacidad, siguen privando los mismos problemas: falta de capacitación en los operadores, paradas no controladas y, sobre todo, paraderos que provocan caos vial, ambulante y problemas de salud y seguridad para los ciudadanos.

Los carriles confinados fueron suspendidos por algunos años y luego regresaron en la modalidad de BRT.

Figura 20. BRT ciudad de México



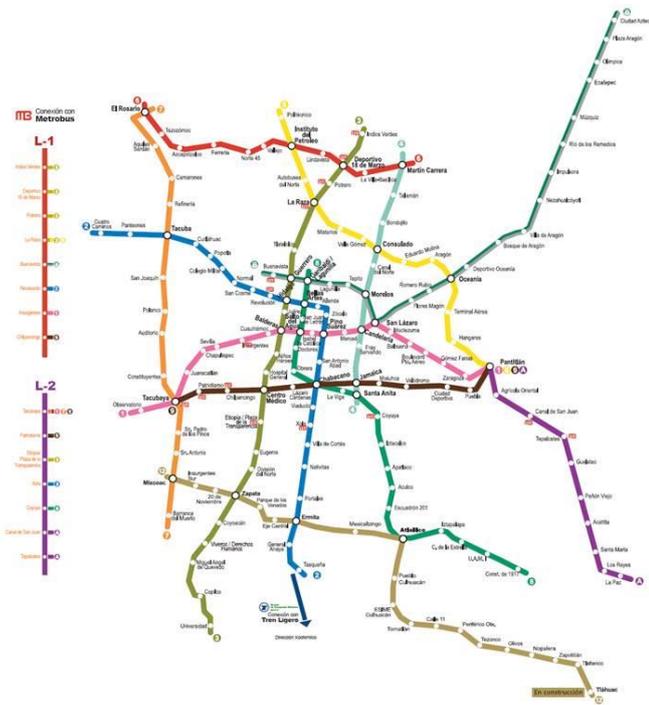
En la década de 1970 se contaba con una amplia red de trolebús y tranvía que desapareció con la llegada de los ejes viales. Basta con darle un vistazo a ciudades europeas y a San Francisco (Estados Unidos) para notar lo importante que ha sido conservar ese conjunto de elementos y servicios. En la actualidad se han reincorporado rutas de trolebuses, pero en realidad es triste que se haya acabado con la infraestructura y el transporte limpio que México tuvo hace 40 años.

Figura 21. Tranvía de la Ciudad de México



Aunque la oferta de transporte público ha crecido, este debe ofrecer calidad en el servicio, mantenimiento y limpieza de los vehículos, capacitación de los operadores, horarios y paradas definidas y respetadas, paraderos multimodales seguros, limpios y que permitan el flujo de los peatones y, sobre todo, responder a las necesidades de origen-destino.

Figura 22. Red del metro de la ciudad de México



En 1969 se inauguró la línea 1 del metro, con 16 estaciones que recorrían en trayecto Zaragoza-Chapultepec; 43 años después apenas hay 12 líneas con 195 estaciones en total. El *Sistema de Transporte Colectivo Metro* tiene ante sí el dilema de continuar con el subsidio o ajustar sus tarifas para dar mantenimiento adecuado a trenes y estaciones.

Como es de notarse, el panorama más amplio sobre transporte y su impacto en la calidad del aire se encuentra en la ciudad de México; sin embargo, cada uno de estos casos puede aplicarse en otras ciudades del país. Pero hay un agravante: los vehículos que prestan servicio público en algunas de ellas son camiones de desecho de Estados Unidos; y muchos de sus vehículos particulares son los comúnmente conocidos como “chocolate”.³¹

Figura 23. Camión adaptado para servicio público



³¹ Vehículos provenientes del extranjero que no han concluido el proceso de legalización para circular de manera permanente en el territorio nacional.

Figura 24. Vehículo importado de Estados Unidos



En cuanto a fuentes fijas, dada la emergencia por contaminación en la ciudad de México hacia principios del decenio de 1990, se tomaron decisiones importantes en ese momento y después. La más relevante fue la instalación y consolidación de la *Red Automática de Monitoreo Atmosférico* y el desarrollo de los índices *IMECA*. Posteriormente se implementaron medidas como el inventario de emisiones de las industrias asentadas en la zona metropolitana del valle de México, el plan de contingencia ambiental, el cierre de la refinería *18 de marzo*, el uso cada vez menor de combustóleo en las termoeléctricas (que por sí solas generaban 10% de la contaminación total de la ciudad) y la salida paulatina de diversas industrias del centro de la ciudad. Basta con recorrer la colonia Irrigación y ver el cambio de los últimos 20 años. Sin embargo, la mayoría de los ciudadanos sigue pensando que la mayor fuente de contaminación es la industria y no el transporte.

El tema de la calidad de los combustibles también está presente en la formulación de políticas públicas para mejorar la calidad del aire en las ciudades. A los ojos de los ciudadanos, PEMEX se caracteriza por suministrar combustibles de mala calidad. La industria sigue descartando el uso combustóleo y dando entrada al gas cada vez en mayor proporción. En cuanto a Diesel y gasolinas, hay que reconocer que la paraestatal ha hecho cambios, ya sea eliminando el plomo de la gasolina e incorporándole *oxigenantes* y, recientemente, disminuyendo el azufre en su composición e importando combustibles con menor contenido para ayudar a disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera. Todo debe seguir evolucionando y la empresa todavía le debe a la sociedad mexicana el cumplimiento total de la NOM 086 SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, que establece las especificaciones de los combustibles para la protección ambiental.

VI. Panorama global de la calidad del aire

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos, por lo que su contaminación representa una amenaza en todo el mundo.³² Anualmente, la contaminación atmosférica causa alrededor de 1.34 millones de muertes en zonas urbanas alrededor del mundo, pero si las directrices de la OMS en materia de calidad del aire y límites a los contaminantes criterio se aplicaran universalmente, la cifra en 2008 hubiera sido de 1.09 millones de personas en 2008 y disminuiría cada año.³³

Según datos de la misma organización, la contaminación del aire es responsable de 1.4% de todas las muertes prematuras a nivel mundial y de 0.8% de los años de vida perdidos con gozo de plena salud. Asimismo, se atribuyen anualmente más de dos millones de muertes prematuras a la contaminación del aire y, en el aspecto regional, más de la mitad de esta carga corresponde a países en vías de desarrollo.³⁴

Rusia está entre los países con más muertes debidas a la contaminación atmosférica (figura 1); dicho país alberga dos de los diez lugares más sucios del planeta. De acuerdo con la OMS, entre las urbes más contaminadas se encuentran ciudades de Irán, India, Pakistán y la capital de Mongolia.³⁵

La ciudad de Ahvaz, al suroeste de Irán, donde destacan las actividades industriales y petroleras, fue la que alcanzó los niveles más altos de partículas PM₁₀ al tener 372 µg/m³ de promedio anual. Por otro lado, Ulán Bator obtuvo un promedio anual de partículas PM₁₀ de 279 µg/m³. Las altas emisiones de dichas partículas y de contaminantes atmosféricos en general, se deben a la rápida industrialización, a las industrias pesadas y al uso de combustibles de baja calidad.³⁶

Mientras en países como Canadá, Estados Unidos y Costa Rica están las ciudades con mejor calidad del aire en el mundo, las emisiones de países como Mongolia y Bostwana se encontraron diez veces por encima de los niveles recomendados por la OMS. Entre los países europeos con peor calidad del aire están España, Francia, Alemania y Dinamarca.

Asimismo, entre las naciones más contaminadas aparece la mayoría de países africanos (figura 2), además de países de Medio Oriente y Asia Central, donde gran parte de las muertes por mala calidad del aire se dan en niños menores de cinco años. En general, la mala calidad del aire en el mundo provoca dos millones de muertes prematuras al año, la mayoría en países en desarrollo, debidas, en la mitad de los casos, a neumonías en niños menores de cinco años.³⁷

³² OMS (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización 2005*, Suiza, p. 7.

³³ OMS (2012). *Afrontar el reto mundial de garantizar un aire limpio*. Recuperado en junio de 2012 de http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/air_pollution_20110926/es/index.html

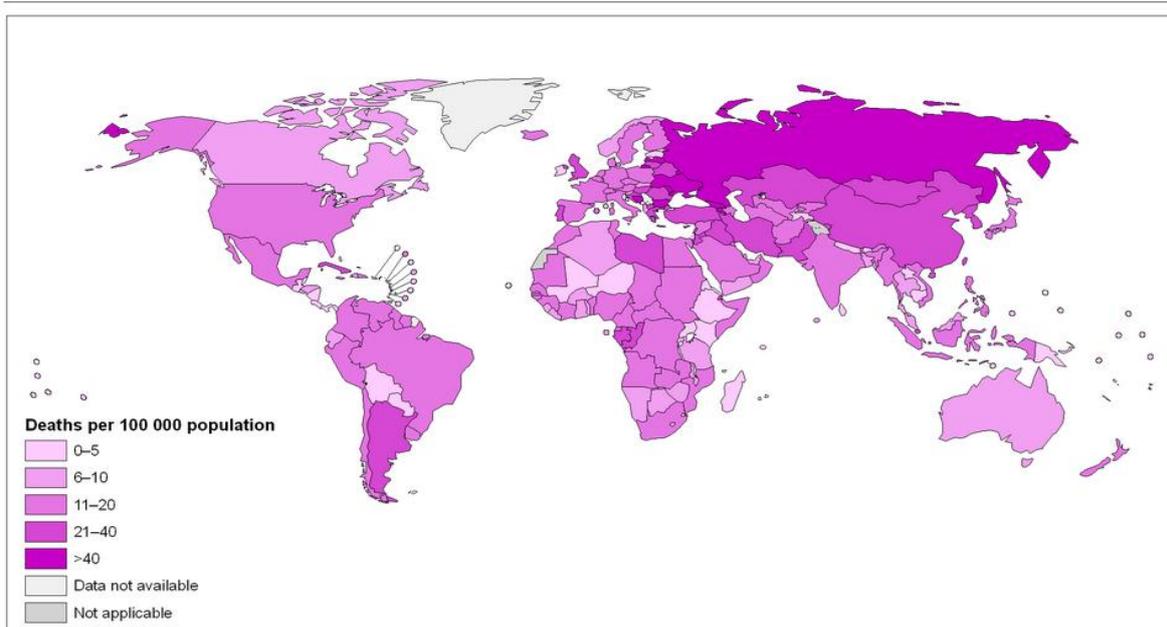
³⁴ ProAire, p. 14

³⁵ Respira México (2012). *Calidad del aire en países y ciudades del mundo*. Recuperado en junio de 2012, de <http://respiramexico.org.mx/2011/09/calidad-del-aire-en-paises-y-ciudades-del-mundo>

³⁶ *Ibidem*.

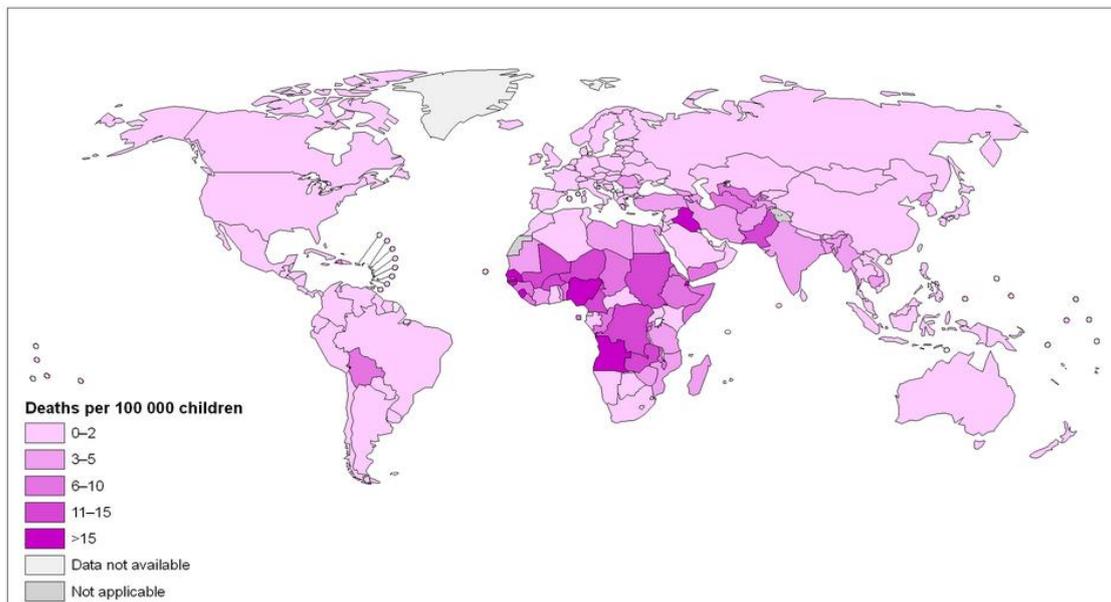
³⁷ OMS (2012). *Calidad del aire y salud*. Recuperado en junio de 2012, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html>

Figura 25. Muertes debidas a la contaminación atmosférica en el mundo (2008).



Fuente: OMS (2012). *Global Health Observatory Map Gallery*. Recuperado en junio de 2012, de <http://gamapserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>.

Figura 26. Muertes de niños menores de cinco años debido a la contaminación atmosférica en el mundo (2008).



Fuente: OMS (2012). *Global Health Observatory Map Gallery*. Recuperado en junio de 2012, de <http://gamapserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>.

En 2004, 1.5 millones de personas murieron debido a cáncer de pulmón, enfermedades cardiopulmonares e infecciones respiratorias relacionadas con la exposición a la contaminación atmosférica en zonas urbanas. En países de ingresos medios y bajos del continente americano, como México, 2% de todas las muertes registradas ese mismo año se relacionó con la mala calidad del aire, particularmente con la exposición a partículas suspendidas.³⁸

La OMS estima que más de la mitad de la mortalidad mundial debida a las PM₁₀ ocurre en países en desarrollo donde las concentraciones promedio anuales de estas partículas exceden 70 µg/m³. Si dicha concentración se redujera a 20 µg/m³, la mortalidad relacionada con la contaminación atmosférica disminuiría 15%.³⁹

Por ende, cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria y cardiovascular de su población. Sin embargo, la exposición a los contaminantes atmosféricos está en gran medida fuera del control personal y, por tanto, requiere medidas de las autoridades públicas a nivel nacional, regional e internacional.

Por ejemplo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) aplicó el *Paquete de políticas de la Prospectiva Medioambiental* como un ejercicio para mostrar que, “combinando políticas específicas pueden abordarse retos medioambientales claves a un costo apenas superior a 1% del PIB mundial de 2030”.⁴⁰ En dicho escenario, las emisiones de óxidos de nitrógeno y de azufre serían un tercio menores en ese año; y el PIB mundial, un 97% mayor del que actualmente se calcula. En ese sentido, si se invierte para mitigar los problemas ambientales, el resultado sería mucho más benéfico que si se tratara de modificar el panorama en algunos años. El objetivo del estudio fue demostrar que los costos de la calidad del aire junto con otros problemas relacionados se elevan cada vez más y que la implementación de una acción colectiva, donde la mayoría de los países del mundo participen, podría tanto reducir los costos como generar mejores resultados a nivel mundial.

De igual manera, reducir la mortalidad y morbilidad de la población genera beneficios económicos para cualquier sociedad, no sólo por los ahorros en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, cardiopulmonares y otros padecimientos, sino también porque disminuyen las pérdidas en la productividad laboral, en el rendimiento de los cultivos agrícolas y forestales y en la visibilidad. Por ejemplo, en Estados Unidos se publicó la Ley del Aire Limpio (*Clean Air Act*) en 1970 para lograr el cumplimiento de las normas de la calidad del aire establecidas por la EPA mediante la regulación de emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas y móviles.⁴¹

³⁸ Instituto Nacional de Ecología (2011). *Cuarto almanaque...*, op. cit., p. 17.

³⁹ *Idem*.

⁴⁰ OCDE (2008). *OECD Environmental Outlook to 2030*, Francia, p. 3.

⁴¹ Instituto Nacional de Ecología (2011). *Cuarto Almanaque...*, op. cit., pp. 17-18.

Un estudio de dicha ley realizado en 1999, casi treinta años después de su publicación, demostró que la inversión del país en el aire limpio generó beneficios en términos de la salud de la población, la calidad del medio ambiente y la productividad, pues la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos generó beneficios netos acumulados de 22 billones de dólares.⁴² Posteriormente, de acuerdo con un estudio prospectivo realizado en marzo de 2011 que analiza los resultados del decreto durante el periodo 1990-2020, los beneficios de su aplicación resultarían en 2 billones de dólares para el año 2020, mientras el costo de aplicación sería apenas de 65 millones de dólares.

El 85% de dichos beneficios económicos provendría de la reducción de la mortalidad prematura, evitando cerca de 230 mil muertes debidas a la exposición a partículas suspendidas. De la misma forma, se evitarían 17 millones de días de trabajo perdidos, 5.4 millones de días de escuela perdidos y 120 mil visitas al hospital. También se prevenirían 200 mil infartos, 2.4 millones de casos de exacerbación de asma, 75 mil casos de bronquitis crónica, 7,100 muertes por exposición al ozono y 280 muertes infantiles por exposición a partículas.⁴³

⁴² *Ibidem*, p. 18.

⁴³ United States Environmental Protection Agency (2011). *Second Prospective Study - 1990 to 2020*. Recuperado en junio de 2012, de <http://www.epa.gov/cleanairactbenefits/prospective2.html>

VII. Visión de la industria

a) Parque vehicular en circulación y la necesidad de una solución integral por Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)

Hoy día, el compromiso de la industria automotriz mundial con la innovación tecnológica es incuestionable, así como el empeño y su capacidad para desarrollar vehículos más eficientes en el uso de combustible y, por ende, con menores o nulas emisiones. Todavía más importante es la gestación de un modelo de desarrollo compartido industria-gobierno en el que las empresas automotrices líderes a nivel mundial dedican cuantiosas inversiones para desarrollar vehículos con tecnología avanzada y, por su parte, los gobiernos implementan políticas públicas para apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías revolucionarias y promueven la introducción en el mercado de dichos vehículos mediante apoyos en infraestructura, incentivos y disponibilidad de combustibles adecuados, entre otros.

En México, la industria ha efectuado importantes inversiones y comprometido recursos que le permiten seguir creando productos nuevos y más eficientes, con menores emisiones y que benefician al consumidor mexicano, refrendando su compromiso con el desarrollo tecnológico, la eficiencia energética y la mitigación de gases de efecto invernadero de acuerdo con los objetivos planteados por el gobierno federal.

A principios de 2011, y como resultado de los compromisos establecidos en el Programa Especial de Cambio Climático 2009–2012, y por las acciones identificadas en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009–2012, el gobierno federal propuso la emisión de una norma de rendimiento de combustible y emisiones de bióxido de carbono (CO₂) para vehículos ligeros nuevos, cuyo objetivo es mitigar las emisiones de bióxido de carbono al reducir el consumo de combustibles fósiles en los vehículos ligeros nuevos.

La industria ha colaborado con el ejecutivo federal en la construcción de esta norma, buscando que la regulación logre los objetivos deseados: mitigar las emisiones y ahorrar combustibles, asegurando la renovación vehicular en nuestro país. La elaboración de esta medida se encuentra en el proceso normativo que establece la Ley Federal de Metrología y Normalización.

Parque vehicular en circulación y la necesidad de una solución integral

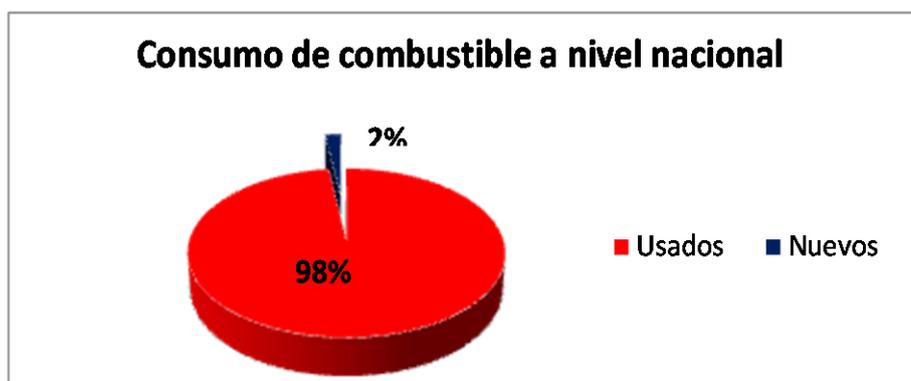
En México hubo un parque vehicular estimado para 2011 en 22.2 millones de vehículos registrados en circulación⁴⁴ con una edad promedio superior a 18 años lo cual, aunado a la importación de casi seis millones de autos usados (chatarra) desde octubre de 2005, implica retos adicionales para lograr los objetivos de reducción en el consumo de combustible y de GEI de las autoridades mexicanas.

⁴⁴ www.inegi.gob.mx

Adicionalmente, el gobierno federal, en coordinación con los estados y los municipios, también tiene objetivos sustantivos para mejorar la calidad del aire a través de la reducción de contaminantes criterio [bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂), material particulado (PM), plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), Ozono (O₃)]. Por ello, la industria mexicana insiste en la necesidad de una solución integral que involucre a todo el parque vehicular y no solo a los vehículos nuevos de planta. Además, esta solución debe incluir regulaciones estrictas aplicables al parque vehicular en circulación en todo el territorio nacional y un control efectivo de las importaciones de vehículos usados a nuestro país.

Un estudio del Instituto de Asistencia en Investigaciones Ecológicas A.C., efectuado en 2011, señala que los vehículos nuevos representan 4% de todo el parque vehicular en circulación e indica que de los 45,500 millones de litros de combustible consumidos en 2009, 98% fue utilizado por vehículos usados y sólo 2% por vehículos nuevos (ver figura 9).

Figura 27. Consumo de combustible a nivel nacional.



Así, el estudio concluye que para disminuir las emisiones de contaminantes criterio, reducir el consumo de combustibles y mitigar las emisiones de bióxido de carbono, es necesario contar con regulaciones aplicables a todo el parque vehicular, incluyendo el control de vehículos importados usados y el mejoramiento de la calidad de los combustibles.

Según el estudio realizado por el Centro Mario Molina en 2005 denominado *Evaluación Costo Beneficio de la Mejora en la Calidad de los Combustibles Automotrices en el País*, se estima que en 2020 habrá en la zona metropolitana del valle de México aproximadamente 6.8 millones de unidades automotrices, 3% de ese total estará constituido por modelos 1990 y anteriores; 1% por modelos 1991-1992, y 96% por modelos 1993 y posteriores. El estudio también calcula que las emisiones totales anuales de CO₂ de los vehículos usados son 43 veces mayores a las de vehículos nuevos que salen de planta.⁴⁵

⁴⁵ Los cálculos son los siguientes: para vehículos nuevos: 180 g/km, recorriendo 12,000 km al año alcanzan un total de 2,160 kg de CO₂, multiplicado por 821 mil vehículos, da un total de un 1.773 millones de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera al año. Para vehículos usados: 300 g/km, recorriendo 12,000 km al año alcanzan un total de 3,600 kg de CO₂, multiplicado por 21 millones de vehículos, da un total de 75,600 millones de toneladas de CO₂ al año.

En nuestro país existe un marco regulatorio aplicable a los vehículos nuevos (NOM-042-SEMARNAT-2003⁴⁶ y NOM-044-SEMARNAT-2006⁴⁷) y a los vehículos en circulación (NOM-041-SEMARNAT-2006⁴⁸ y NOM-045-SEMARNAT-2006⁴⁹). Sin embargo, debido al enorme rezago que existe en los vehículos en circulación y las significativas importaciones de vehículos usados, con el consiguiente deterioro en la renovación vehicular, las principales oportunidades en el corto y mediano plazo para mejorar la calidad del aire dependerán de las acciones que se tomen respecto a los vehículos en circulación y su alcance a nivel nacional, así como el efectivo control de las importaciones de vehículos usados.

En México se sigue una tendencia inversa al resto de los países productores de vehículos. Mientras en aquellos se fomenta la adquisición y uso de vehículos con nuevas tecnologías, se tienen combustibles con ultra bajo contenido de azufre, se promueve el ahorro de energéticos, se incentiva la renovación del parque vehicular y la introducción de vehículos a Diesel, a gasolina con base de etanol (*flex fuel*) o híbridos; en México, la mayor parte del parque vehicular en circulación, dado su promedio de vida (14.5 años), similar al de Bosnia (15.1) y bastante lejano al de Estados Unidos (7.1), utiliza tecnología menos eficiente, tiene un alto consumo de combustible, mayor contaminación y gasto para las familias. De mantenerse las políticas de control vehicular actuales, para 2020 se estima un parque vehicular de 41 millones de unidades cuyo promedio de vida será superior a 15 años.

⁴⁶ Véase la sección *Fuentes móviles*.

⁴⁷ Véase la sección *Fuentes móviles*.

⁴⁸ Véase la sección *Fuentes móviles*.

⁴⁹ Véase la sección *Fuentes móviles*.

b) La nueva generación Diesel, Marco Galindo, BOSCH

El automóvil convencional es el modo predominante de transporte en las grandes ciudades. En la mayoría de los países en vías de desarrollo los automóviles y los camiones en circulación acumulan mayor número de kilómetros recorridos por año que cualquier otro medio de transporte, incluidos los sistemas de transporte eléctrico masivo, como el Metro.

En años recientes, el número de vehículos Diesel disponibles ha aumentado, principalmente por sus ventajas: bajo consumo de combustible y menores emisiones contaminantes. Los fabricantes que ofrecen estos vehículos están siendo reconocidos fuertemente por los consumidores. Los vehículos Diesel ofrecen entre 20 y 40% más economía de combustible comparados con los que consumen gasolina; una participación cada vez mayor de automóviles Diesel puede ayudar a reducir el consumo de combustibles fósiles y emisiones de gases de efecto invernadero.

De manera consistente, la nueva generación de automóviles Diesel limpios está borrando la imagen de “pesado, rudo, difícil de arrancar y humeante” debido a la tecnología puesta en el mercado hace algunas décadas. La realidad actual (como puede apreciarse en los parques vehiculares de la mayoría de los países europeos, donde 5 de cada 10 vehículos en promedio son Diesel) es que el refinamiento constante y el desarrollo han eliminado la percepción anterior de los autos Diesel. Hoy día, tales vehículos están catalogados como económicos, limpios y potentes.

Estos cambios, combinados con los elevados precios de los combustibles y el relativo éxito de un limitado rango de productos disponibles, han motivado a algunos fabricantes importantes a considerar los vehículos Diesel como una nueva opción para aplicaciones de rango ligero o a incrementar las opciones Diesel disponibles. El éxito en mercados exigentes (como en EU) donde se alcanzan o incluso rebasan las expectativas de los consumidores está pavimentando el camino para introducir otras aplicaciones importantes. Recientes avances en la tecnología de control de emisiones, combinados con la introducción gradual del Diesel de ultra bajo azufre (UBA) han permitido a los vehículos Diesel cumplir con las normas de emisiones más estrictas.

La nueva generación de tecnología Diesel limpia disponible hoy día (motores más limpios y tecnología avanzada de control de emisiones) provee beneficios tanto ambientales como económicos al país. Ahora que las autoridades ambientales y las asociaciones representativas de la industria automotriz están promoviendo mecanismos limpios y de mayor eficiencia vehicular, el valor de las tecnologías Diesel es importante debido a sus características inherentes: mayor economía, limpieza y potencia.

La implementación de una norma nacional de eficiencia vehicular para automóviles y vehículos ligeros durante los próximos años será plenamente rebasada, en parte por el consistente incremento de motorizaciones Diesel limpias disponibles actualmente en el mercado. De manera similar, por primera vez en la historia, estándares de eficiencia vehicular para autobuses y camiones de rango medio y pesado, empezando en 2014 en Estados Unidos, impulsarán todavía más la innovación y eficiencia demostrada por la tecnología Diesel limpia como una clave estratégica de cumplimiento.

Para las flotas existentes, tanto de vehículos como de equipo industrial (agrícola y de construcción), el uso extendido de nuevas tecnologías de repotenciación y remanufactura de motores Diesel existentes y el empleo de biocombustibles crearán un efecto multiplicador de generación de empleo y un medio ambiente más limpio. La transportación eficiente alimenta el crecimiento económico y requiere un tren de potencia limpio, competitivo en costo y disponible en todo momento.

El motor Diesel es el impulsor primario del transporte de carga y pasaje en este país, para desplazar tractores agrícolas, construir caminos, mover embarcaciones marinas y ferrocarriles; generar energía eléctrica de emergencia en hospitales, centros comerciales y escuelas; y cumplir oportunamente en condiciones críticas en los servicios de emergencia (ambulancias, bomberos, equipo militar y de la marina) en caso de desastres naturales o premeditados.

Casi todos los productos exportados desde México e importados hacia nuestro país llegan a través de tractocamiones, trenes, barcos o medios intermodales; todos usan tecnología Diesel. Un alto porcentaje de los tractos comerciales, incluyendo aquellos usados por compañías independientes (por ejemplo, tractos para almacenamiento y distribución de cadenas comerciales) también dependen de motores Diesel. Incluso el flete aéreo requiere montacargas y equipo de maniobras y movimiento de las aeronaves, también con motores Diesel.

La gran mayoría del equipo fuera de carretera, incluyendo tractores y motores estacionarios para impulsar compresores y sistemas de bombeo o irrigación, y casi todo el equipo usado en construcción, minería y agricultura, utiliza motores Diesel. Los motores Diesel también son el impulsor primario de los sistemas masivos de transporte público: autobuses, trenes regionales o interurbanos y transbordadores dependen de la tecnología Diesel limpia y eficiente.

La importancia de la tecnología Diesel es crítica en la protección y seguridad nacional, virtualmente todos los vehículos de emergencia, como las ambulancias, equipos contra incendios y grúas, tienen motores Diesel. Los hospitales, centros de procesamiento de datos, *call-centers*, torres de control de tráfico aéreo, oleoductos y otros sectores indispensables de servicio, dependen con frecuencia de motores Diesel para el suministro eléctrico de emergencia en caso de falla en la red pública. Incluso el ejército mexicano y la armada dependen en gran medida de la confiabilidad de los motores Diesel para mover materiales y equipo.

La contribución de los motores Diesel a las fábricas, granjas y comunidades remotas es enorme. Gracias a la tecnología Diesel, la cual tiene una alta confiabilidad y eficiencia, éste continuará siendo el combustible por excelencia para la economía nacional durante los próximos años.

La industria Diesel también genera importantes contribuciones a la economía a través de la alta calidad de los empleos y el valor de las exportaciones generadas. La gran mayoría de los estados importantes de la República Mexicana tiene algún tipo de empleo para la industria Diesel en el caso de ventas de equipo, reparación y servicio. Una contribución preponderante al empleo de la manufactura Diesel se encuentra en el norte del país; sin embargo, recientemente se han anunciado expansiones de manufactura en estados como Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Sinaloa.

El crecimiento del segmento de vehículos ligeros que se anticipa para los próximos años impulsará todavía más la contribución de la industria Diesel a la economía nacional. A medida que la economía se expande y el mercado Diesel crece, también aumenta la necesidad de contar con producción y refinación de Diesel de mayor calidad.

Desafortunadamente México no es autosuficiente en la refinación de combustibles y se debe importar Diesel de otros países. Del total del Sistema Nacional de Refinerías, solamente dos de ellas (Cadereyta y Salamanca) producen en nuestro país Diesel UBA de 10 ppm, lo cual es insuficiente para satisfacer la demanda actual y futura a corto plazo. Sin duda, esta situación detiene y demora la incorporación de tecnologías Diesel limpias y de mayor eficiencia vehicular en el mercado mexicano.

Es importante resaltar que, a diferencia de otros sectores que han decrecido en años recientes, la industria Diesel permanece activa y en expansión. Exceptuando algunos vehículos ligeros importados, la mayoría de los vehículos comerciales se hacen en México; esto significa que la industria Diesel crea y mantiene empleos productivos, agregando valor a la economía.

De acuerdo con la Dirección de Autotransporte Federal de la SCT, la edad promedio de la flota vehicular de autobuses y camiones es de 12.8 años; sin embargo, cuando se refiere exclusivamente a motores, la edad promedio estimada por la SCT es de 13.7 años. Ciertamente, esta elevada edad promedio, aunada a la falta de tecnología de última generación, contribuye a que la flota mexicana sea la menos competitiva y eficiente de la zona del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte). Las nuevas unidades incorporan tecnologías más eficientes y seguras que requieren menos mantenimiento y gastos de operación.

Hace algunos años, el gobierno federal implementó el programa de *chatarización*, el cual fue una iniciativa diseñada para deshacerse de unidades viejas y adquirir unidades seminuevas; sin embargo, este programa funcionó parcialmente, ya que no se lograron las expectativas generadas.

Adicionalmente, la apertura de la frontera al amparo del TLCAN provocó un flujo de unidades usadas proveniente de Estados Unidos que generó afectaciones muy serias a la industria nacional y, sobre todo, incorporó al parque vehicular nacional un volumen de unidades en condiciones precarias de seguridad para circular por la red carretera del país.

Hoy día padecemos las consecuencias de la pobre condición que presenta la mayoría de las unidades en circulación, en especial, con respecto a la seguridad de los sistemas de frenos y la contaminación atmosférica.

Una imagen bastante común y peculiar en nuestras ciudades o áreas urbanas es la de vehículos de carga y transporte que emiten “bocanadas” de humo tóxico; lo cual se debe principalmente a las pobres condiciones físico-mecánicas de estas unidades, y los especialistas Diesel saben que esto es absolutamente anormal y puede corregirse porque normalmente se trata de sistemas de inyección “sobredosificados”; es decir, alterados intencionalmente para obtener “mayor” potencia en el arranque. Sin duda, todo esto se debe a la falta de control efectivo por parte de la autoridad, ya que estas unidades no son elegibles para circular porque no cumplen las condiciones mínimas de control de emisiones contaminantes.

Ahora que los retos de la nueva administración en materia de política energética y ambiental están en revisión y eventual implementación para reducir el consumo de combustibles fósiles y la generación de gases de efecto invernadero, las tecnologías Diesel limpias continuarán siendo una solución clave, probada y disponible hoy día, no dentro de 10 ó 15 años, sino ahora mismo.

VIII. Otros mecanismos

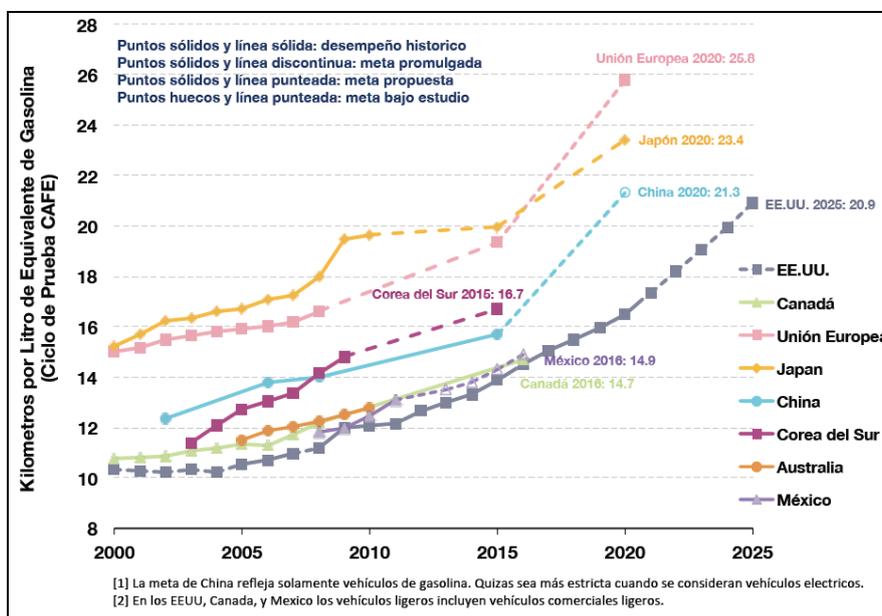
Existen otros instrumentos normativos que inciden en un menor consumo de combustibles fósiles, como las normas de eficiencia energética que ayudan a reducir la quema de combustibles fósiles y, por ende, reducir los contaminantes que afectan la calidad del aire de nuestras ciudades y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. De igual forma, los instrumentos económicos son factores clave para impulsar los cambios necesarios en el sector transporte.

Norma de eficiencia energética

Actualmente se encuentra en revisión el proyecto de NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2012, el cual pretende regular el rendimiento de combustible y su equivalencia en emisiones de bióxido de carbono de los vehículos ligeros nuevos. La meta de la propuesta actual es obtener un rendimiento promedio para la flota de vehículos nuevos de 14.9 km/l en 2016. El rendimiento promedio de la flota de vehículos ligeros nuevos comercializados en 2011 fue de 13.09 km/L; mejoró con respecto a 2008, cuando fue de 11.8 km/L.⁵⁰

Esta norma pretende homologarse con la regulación actual en Estados Unidos, que también adoptó Canadá, y sería la primera en Latinoamérica. En la siguiente gráfica se aprecian las regulaciones internacionales en términos de rendimiento de combustible y la meta propuesta para México.

Figura 28 Normas de rendimiento de combustible a nivel internacional.



Fuente: The ICCT, 2012

⁵⁰ Nota técnica sobre la evolución de las emisiones de bióxido de carbono y rendimiento de combustible de los vehículos ligeros nuevos en México 2008-2011, INE, junio 2012.

Esta es una propuesta conjunta, respaldada por tres secretarías: Medio Ambiente, Energía y Economía. El periodo de vigencia de la norma aplica a vehículos año-modelo 2014 a 2016, considerando 2013 como un periodo de cumplimiento voluntario para poder sumar créditos con respecto a la meta de los siguientes años, es decir, si un corporativo cumple con la meta del siguiente año esta diferencia podrá contabilizarse.

La norma incluye a todos los vehículos ligeros cuyo peso bruto vehicular es igual o menor a 3,857 kilogramos). Contempla dos categorías para las metas de cumplimiento de vehículos de pasajeros y camionetas ligeras (SUV, Minivans, Pick-up) que se determinan de acuerdo con su tamaño o sombra (área enmarcada dentro de las cuatro llantas del vehículo en m²) de la unidad.

Con estas metas se pretende obtener un rendimiento promedio de la flota al 2016 de 14.9 km/L, este dato no obliga a que cada vehículo cumpla con ese rendimiento sino se refiere al valor ponderado tanto de los vehículos de pasajeros como de las camionetas ligeras que se ofrezcan en ese año. El gobierno estima los siguientes beneficios derivados de la norma para el periodo 2013-2030:

- Reducción en el consumo de gasolina: 70 mil millones de litros.
- Millones de toneladas de CO₂ evitadas: 170.
- Beneficios económicos en salud por enfermedades y muertes evitadas: 4,170 millones de pesos.

De igual forma, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) trabaja en una norma de rendimiento para vehículos pesados, basada en la regulación de Estados Unidos.

Autos importados usados de América del Norte.

A raíz de la firma del TLCAN, México tuvo que reformar y adaptar un nuevo marco jurídico e institucional que lo obliga a contar con una interacción e integración económica, comercial, laboral y ambiental compleja. En el caso específico del sector transporte, el TLCAN ha generado nuevos escenarios que permiten la entrada de autos usados importados, que no necesariamente benefician la competitividad, el comercio y el ambiente en nuestro país. El sector automotriz es uno de los principales mercados entre Estados Unidos y México; actualmente EUA absorbe entre 75 y 80% de las exportaciones que México realiza cada año en ese sector.⁵¹ Estados Unidos tiene una economía mucho más dinámica y desarrollada que México. El PIB per cápita del país permite que una familia promedio cambie frecuentemente de automóvil. En el caso de México, el proceso de compraventa de autos indica lo contrario; debido a la falta de distribución de la riqueza, y a un PIB per cápita menor al estadounidense, las posibilidades que tiene una familia promedio de cambiar de auto son menores.

⁵¹ Macías, J., et al. (2010). *Analysis of the Automotive Industry in México*. Centro de Transporte Sustentable de México. México D.F. p. 46.

El PIB per cápita de Estados Unidos sugiere que al menos un tercio de los hogares gana menos de 30,000 dólares al año; esto indica que 70% de los hogares puede renovar un auto de manera periódica.⁵² En este sentido, el mercado estadounidense funciona con la suposición de que dicho porcentaje de hogares renueva su automóvil de manera constante.

Otros factores de igual importancia son: la exigente regulación en materia ambiental, los altos precios de la gasolina, el acceso y las facilidades para comprar autos nuevos, el bajo costo de la *chatarización* de automóviles usados y los altos precios que ofrece el mercado mexicano por estos automóviles de segunda mano.

En 2007, México fue el primer mercado en el mundo para la compra de autos usados y, consecuentemente, Estados Unidos se convirtió en el primer exportador de este tipo de transporte. México absorbió 32% del total de las ventas mundiales; esto significa que el mercado mexicano está mucho más abierto a la recepción de estos automóviles y el mercado estadounidense propicia su salida.⁵³

También es importante considerar que al comprar un auto nuevo el proceso de devaluación al salir de la agencia es casi instantáneo, pues se calcula que se pierde 16% del valor original. Al transcurrir los primeros doce meses desde su venta, el valor de la devaluación puede alcanzar 40%.⁵⁴ Esto también puede interpretarse como un factor de desmotivación para comprar autos nuevos, haciendo que la venta de autos usados en el mercado mexicano sea mucho más atractiva, y que otras opciones como la *chatarización* representen un precio de venta muy bajo para el dueño.

Las acciones enfocadas en la apertura de las fronteras comienzan a tener efectos en México. Desde el 22 de agosto de 2005, el decreto emitido por el entonces presidente Vicente Fox Quezada, por medio del cual “se establecen las condiciones para la importación definitiva de vehículos automotores usados”, explica claramente el contexto en el que se encontraba la nación: al ser signatario del TLCAN, el país estaba obligado a reducir y eliminar progresivamente a partir del 1 de enero de 2009 cualquier restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de Estados Unidos o Canadá, contabilizando la importación de los mismos desde los 10 años de antigüedad.⁵⁵

A partir de 2004, se permitió el libre acceso e importación de automóviles nuevos procedentes de Estados Unidos y Canadá y, de manera paulatina, a partir de la entrada en vigor del decreto al año siguiente, se redujeron los aranceles de los vehículos de segunda mano cuyo año-modelo es mayor a 10 años al momento de la importación.

⁵² Macias, J., et al. (2010). Op. Cit, pp. 14-15.

⁵³ Ibid. p. 17.

⁵⁴ Giménez, I. (2007). *Vender el coche: ¿cómo calcular su valor?* Tu Canal de Economía. Recuperado el 18 de julio de 2012, de http://www.consumer.es/web/es/motor/compra_coche/2007/11/16/171863.php

⁵⁵ Diario Oficial de la Federación (2005) *Decreto por el que se establecen las condiciones para la importación definitiva de vehículos automotores usados*. D.O.F. 22 de agosto de 2005. Recuperado el 16 de julio de 2012, de [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SHCP/Decretos/22082005\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SHCP/Decretos/22082005(1).pdf)

Bajo este mismo proceso de apertura se estableció que hasta el 31 de diciembre de 2008 se aplicaría un arancel de 10% *ad-valorem* a la importación de automóviles usados provenientes de los vecinos del norte. Este decreto, fortalecido después en 2008, sentó las bases para la apertura progresiva de las fronteras de acuerdo con lo estipulado por el TLCAN hasta 2009.

Asimismo, la ley aduanera establece un régimen especial de importación de autos usados aplicable a las personas físicas y morales que residen en la franja fronteriza norte. De esta forma, para los estados de Baja California, Baja California Sur y la región alta de Sonora, la importación de vehículos usados de los países que forman parte del TLCAN pueden realizarse sin tener que presentar el permiso previo que generalmente exige la ley.

El anexo 300-A.2 del TLCAN sobre las disposiciones de México en el comercio e inversión en el sector automotriz establece, en el capítulo sobre autos usados, que **México tendrá que reducir progresivamente las restricciones de los vehículos usados provenientes de Canadá y Estados Unidos, hasta el 1 de enero del 2019, cuando “México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos”.**⁵⁶ El proceso de reducción de restricciones se muestra más adelante.

En el contexto establecido por el TLCAN, el presidente Felipe Calderón emitió un decreto en 2008, por medio del cual se establecían los requisitos a los que deben sujetarse las importaciones de los vehículos usados a territorio nacional a partir del 1 de enero de 2009.⁵⁷

En el decreto de 2008 se formulan de manera específica las necesidades de los automóviles para estar exentos de restricciones a la aplicación de TLCAN. En él se establece que los vehículos “originarios” son aquellos en los que al menos una de sus partes, corresponde y/o proviene del territorio cubierto por el TLCAN. Esto debe comprobarse por medio de un certificado de origen que refleje las capacidades y limitaciones tecnológicas de la maquinaria.⁵⁸ Es importante señalar que este decreto restringe el comercio de autos usados a una unidad cada 12 meses por persona física o moral mientras esta esté sujeta al padrón de importadores y al Registro Federal de Causantes.

La vigencia del decreto de 2008 fue prorrogada de tal forma que esta regulación fue aplicable hasta junio de 2011 mediante el “Decreto que modifica el diverso por el que se establecen las condiciones para la importación definitiva de vehículos usados”, publicado el 28 de diciembre de 2010.

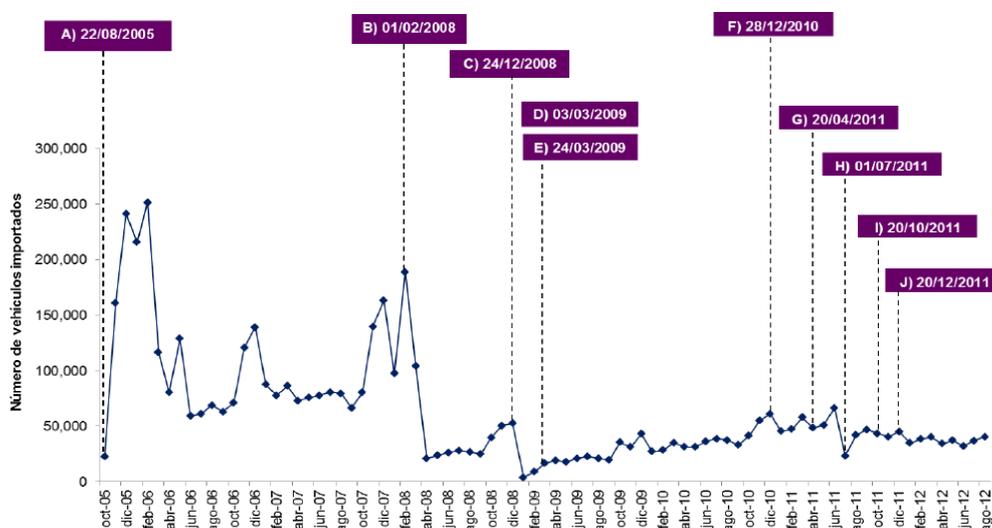
⁵⁶ SICE (2012). *Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Anexo 300 - A*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de http://www.sice.oas.org/trade/nafta_s/AN300A.asp

⁵⁷ En el Anexo 300-A, apéndice 300-A.2, párrafo 24 del TLCAN, se estableció que “a partir del 1 de enero de 2009 y gradualmente hasta el año 2019, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos usados originarios de Estados Unidos y Canadá”. Marco Normativo: Decreto presidencial, Felipe Calderón 2009. Recuperado el 18 de junio de 2012, de http://www.economia.gob.mx/files/marco_normativo/D136.pdf

⁵⁸ SAT (2005). *Decreto por el que se establecen las condiciones para la importación de autos usados*. Recuperado en junio de 2012, de http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/informacion_fiscal/leyes/52_7910.html

Una vez finalizada esta vigencia, el 1 de julio de 2011 se publicó el “Decreto por el que se regula la importación definitiva de vehículos usados”. A través de este se establecen nuevos requisitos para realizar la importación definitiva de vehículos usados, los cuales estarán vigentes hasta el 31 de enero de 2013. Dentro de estos requisitos destaca el establecido en el artículo 6, el cual señala que no podrán importarse en forma definitiva a territorio nacional los vehículos usados cuya circulación en el país de procedencia, por sus características o cuestiones técnicas, esté restringida o prohibida; cuando no cumplan con las condiciones físico mecánicas o de protección al medio ambiente de conformidad con las disposiciones aplicables, o cuando el vehículo haya sido reportado como robado.

Figura 29. Instrumentos normativos y su repercusión en el volumen de importación.



Fuente: SEMARNAT, con datos del SAT, 2009

A) Decreto de la SHCP del 22 de agosto de 2005:

- Establece las condiciones para la importación definitiva de vehículos usados de 10 a 15 años.
- Prevé cambio de régimen para importaciones temporales.

B) Decreto de la SHCP del 1 de febrero de 2008:

- Permite importar sólo vehículos con una antigüedad de 10 años.

C) Decreto de la SE del 24 de diciembre de 2008:

- Se dará un arancel preferencial al presentar el certificado de origen.

D) Decreto de la SE del 3 de marzo de 2009:

- Modifica el impuesto general de importación para la región fronteriza y la franja fronteriza norte.

E) Acuerdo de la SEMARNAT del 24 de marzo de 2009:

- Vehículos pesados a Diesel.
- Se pide cumplir con EPA 2004 (año-modelo 2004).

F) Decreto de la SE del 28 de diciembre de 2010:

- La vigencia del decreto de la SE del 24 de diciembre de 2008 se amplía hasta el 30 de junio de 2011.

G) Acuerdo entre la SEMARNAT y la SE del 20 de abril de 2011:

- Modifica el acuerdo del 24 de marzo de 2009.
- Sólo se importarán vehículos pesados a Diesel cuando el año-modelo del motor sea 2004 o posterior.

H) Decreto de la SHCP del 1 de julio de 2011:

- Permite importar vehículos con una antigüedad de entre 8 y 9 años.

I) Acuerdo de la SEMARNAT del 20 de octubre de 2011:

- Las regulaciones técnicas de los estados de Arizona, California, Texas y Nuevo México se aceptan como equivalentes a la NOM-041-SEMARNAT-2006.

J) Acuerdo de la SEMARNAT del 20 de diciembre de 2011:

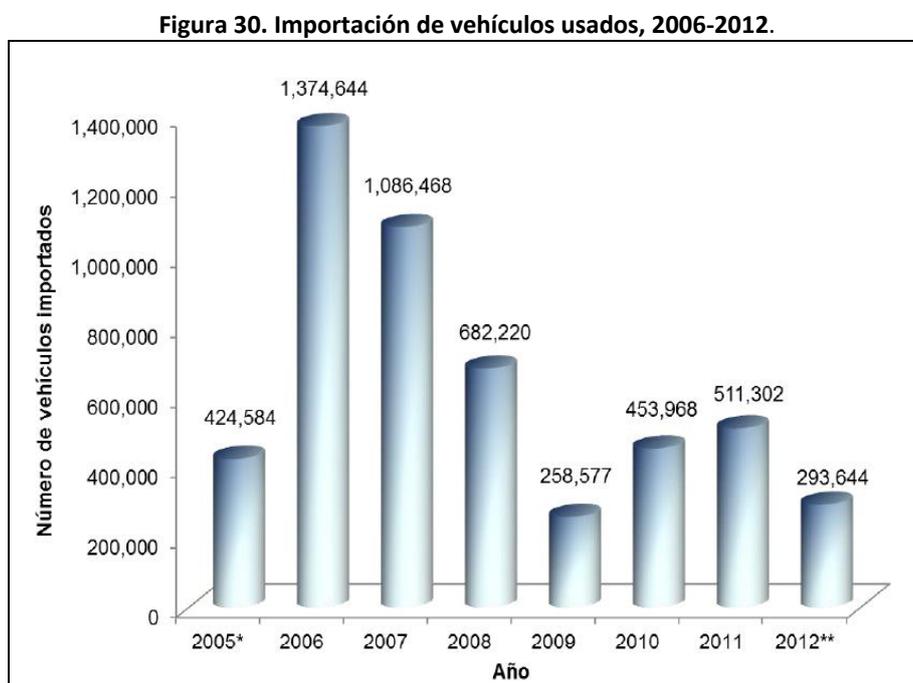
- Las regulaciones técnicas de cualquiera de los estados que conforman la Unión Americana se aceptan como equivalentes a la NOM-041-SEMARNAT-2006.
-

Amparos

A pesar del endurecimiento de los decretos presidenciales sobre la importación de automóviles, y aunque desde el 20 de noviembre de 2011 se aplica el acuerdo que exige un certificado ambiental a los vehículos usados que se pretendan importar de forma definitiva al país, la importación de autos continúa siendo un problema debido a los amparos existentes, hasta el punto de convertirse en la principal preocupación de la industria automotriz.

En abril de 2011, el presidente de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Eduardo Solís, y el director de Relaciones Gubernamentales de la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automóviles (AMDA), destacaron que, con base en cifras de la Administración General de Aduanas del Servicio de Administración Tributaria, entraron a nuestro país 426,121 vehículos usados provenientes de Estados Unidos. De ese total, 50% entró al país mediante el uso de tres amparos a nombre de particulares. Dicha cifra de importación representa 51.9% de la venta total de vehículos nuevos en 2010, año en que la comercialización de autos en el país fue de 820,406 unidades.⁵⁹

De acuerdo a las cifras de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, el número de vehículos importados de octubre de 2005 a agosto de 2012 se muestra a continuación:



Fuente: CEMDA, elaboración propia con información de SHCP, 2009.

Es necesario impulsar las medidas que no obstruyan ni impidan el comercio con los países de América del Norte, sino que busquen eliminar incentivos que promuevan la importación de este tipo de vehículos a nuestro país. Sin embargo, también es importante considerar las posibilidades de que estas medidas incentiven el desarrollo y acceso de este tipo de autos por medio de vías ilegales, por lo que dos de las principales propuestas deben ser: 1) atender el problema de la corrupción e impulsar el desarrollo de modelos de seguimiento y 2) efectuar una verificación gradual y más estricta para los automóviles importados de segunda mano.

⁵⁹ Notimex (2011) *Rentan amparos para importar autos chatarra de EU, denuncia la industria automotriz*. Excelsior. Recuperado en julio de 2012, de http://www.excelsior.com.mx/index.php?m=nota&seccion=&cat=0&id_notas=729561

Subsidios

Los subsidios a la gasolina y al Diesel distorsionan el precio real de estos combustibles, favoreciendo un uso no eficiente de los recursos energéticos que conlleva a la importación de casi 50% de la gasolina que se consume en el país. En definitiva, esto afecta la calidad del aire de nuestro país, ya que el transporte depende principalmente del uso los combustibles fósiles, sin olvidar que la calidad de ellos no cumple con la normativa nacional ni con las mejores prácticas en el mundo. Además, este esquema favorece a las personas cuyos ingresos son mayores y por tanto, es regresivo.

Aunque desde 2010 se aplica un incremento en el precio de la gasolina, en 2011 México ocupó el lugar 142, entre 168 países, con los precios del combustible más accesible para el consumidor, con un precio promedio de 81 centavos de dólar por litro según el indicador elaborado por el Banco Mundial con el tipo de gasolina más vendido en cada país. Otros países petroleros, como Venezuela, Irán y Arabia Saudita, donde los consumidores pagan respectivamente 2, 10 y 15 centavos de dólar por litro se encuentran por debajo de México en la lista. Estados Unidos, principal comprador y consumidor de gasolina en el mundo también se encuentra por debajo de México en la lista.⁶⁰

El subsidio a la gasolina que se tenía previsto para 2012 ascendió a 55 mil millones de pesos. Sin embargo, ese monto se consumió tan sólo durante el primer trimestre del año, el cual duplicó los gastos de 2011.⁶¹ Para el gobierno federal, el subsidio a la gasolina en el primer semestre de 2012 alcanzó 121,181 millones de pesos, lo que representa un aumento de 71.5% con respecto al mismo periodo de 2011, según la secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).⁶² La política del subsidio a los combustibles no será sostenible a largo plazo; sin embargo, los costos sociales parecen tener un peso importante para el desarrollo futuro de la política y la economía nacional.

Durante el periodo 2005-2010, el gasto acumulado de los subsidios energéticos representó 1,150 millones de pesos, lo que equivale a 10% del PIB anual medio en estos años. Los subsidios que se aplican tanto a la gasolina como a otros energéticos no se contabilizan dentro del presupuesto de egresos de la federación, sino que se aplican como ingresos que el gobierno federal o las empresas públicas dejan de percibir; es decir, el subsidio a la gasolina se descuenta de la renta petrolera. Para 2008, el subsidio de la gasolina alcanzó 223,716 millones de pesos lo que representó 1.8% del PIB, siendo el subsidio energético más alto del país. En este último año, el precio del petróleo se incremento drásticamente; sin embargo, en los años 2009 y 2010 el porcentaje se redujo a 0.1% y 0.7% del PIB, respectivamente.

⁶⁰ Banco Mundial (2012). *Precio de la gasolina para el usuario (US\$ por litro)*. Recuperado en agosto de 2012, de <http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.SGAS.CD>

⁶¹ Román, R. (2012). *Subsidio a la gasolina para 2012 se agotó en primer trimestre*. El Universal. Recuperado en julio de 2012, de <http://www.eluniversal.com.mx/notas/844887.html>

⁶² Flores, L. (2012). *Subsidio a la gasolina sigue en ascenso*. El Economista. Recuperado en agosto de 2012, de <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2012/07/31/subsidio-gasolina-sigue-ascenso>

Entre 2004 y 2008 el precio de la gasolina aumentó 24%, mientras que el precio de la importación de gasolina para PEMEX se incrementó 170%. Entonces, el subsidio es un instrumento de regulación de precios con respecto a los establecidos por el mercado internacional; sin embargo, la incidencia que puede llegar a tener es muy importante. De acuerdo con el análisis que realizó el CIDE, se encontró que aplicar un subsidio es funcional y más efectivo para aquellas personas que se encuentran en los niveles más altos de ingresos de la población; como promedio para 2008, un hogar situado en el 10% más rico de la población recibió por el conjunto de estos subsidios nueve mil pesos (incluyendo subsidios al gas LP y a la electricidad). Esto quiere decir que recibió nueve veces más de lo que se otorgó a un hogar en el 10% más bajo, lo cual se debe a que los subsidios no responden necesariamente a los consumidores que pagan por el servicio, sino que compensan a los consumidores contribuyentes por estas pérdidas y costos extraordinarios.⁶³

- El 10% de los hogares con los ingresos más bajos del país (decil I, en la escala de ingresos por vivienda) realizaron menos de 1% del consumo total de gasolina y del consumo total del Diesel, mientras que los que se ubican en el decil más alto (el 10% de los hogares con los ingresos más altos) realizaron el 32.30% del consumo total de gasolina y el 39.80% del consumo total de Diesel.
- En promedio, en 2008 un hogar en el 10% más rico recibió, a través de subsidios a la energía, 9 mil pesos, lo que es nueve veces más que un hogar en el 10% más pobre.
- El rubro de mayor regresividad es el subsidio a los combustibles automotrices y Diesel: 75% de este subsidio beneficia al 40% más rico.
- Cada peso transferido a los pobres por vía subsidios a la energía cuesta 24 pesos; a través de Oportunidades cuesta 1.8 pesos.

Se requiere desacoplar estos subsidios para no distorsionar las señales del mercado y el comportamiento del consumidor, y mejorar la calidad de los combustibles, permitiendo transitar a mejores tecnologías para el control de emisiones de contaminantes. De acuerdo con la recién publicada Ley General de Cambio Climático (LGCC), se establece que para 2020, la SHCP, en coordinación con las secretarías de Economía, Energía, Agricultura y Comunicaciones, deberán haber generado en forma gradual un sistema de subsidios que promueva las mayores ventajas del uso de combustibles no fósiles, la eficiencia energética y el transporte público sustentable con relación al uso de combustibles fósiles.

De acuerdo con el INE, mientras se mantengan los subsidios a los precios de los combustibles en México, la demanda seguirá aumentando y, por tanto, no habrá un incentivo real para que los consumidores opten por vehículos más eficientes, ya sean nuevos o usados (o tecnologías que los hagan más eficientes).

⁶³ Scott, J. (2011). *¿Quién se beneficia de los subsidios energéticos en México?* México, CIDE, Recuperado en agosto de 2012, de http://www.cide.edu/cuadernos_debate/Subsidios_energeticos_J_Scott.pdf

Es importante que los precios del combustible reflejen la escasez relativa de los recursos y de los daños que su consumo impone a la sociedad. Por un lado, el gobierno incurre en un gasto de recursos públicos para beneficiar el consumo de gasolina, el cual se encuentra distribuido en hogares de alto poder adquisitivo; y por otro, los consumidores no toman en cuenta las repercusiones que generan. La implementación de un impuesto al precio de la gasolina afectaría en mayor proporción a los hogares con mayores ingresos, debido al alto consumo que tienen (más de 50% a nivel nacional), y a la baja elasticidad de precio que presentan (-0.283), por lo que más de la mitad de la recaudación vendría de estos hogares.

Por otro lado, si se considera la redistribución de los recursos, los hogares con mayores beneficios serían los de menores ingresos, debido al bajo consumo en gasolina (23.8% del total nacional) y una mayor reacción ante los incrementos de los precios (elasticidad de precio estimada en -0.756). Por tanto, un impuesto a la gasolina puede representar un doble dividendo al ser una imposición fiscal a un mal ambiental, que además es progresivo, y porque mediante una política redistributiva que resulte en una transferencia de recursos de los hogares con mayores ingresos y del sector productivo a los hogares de menores ingresos, traerá beneficios económicos, sociales y ambientales.

Programas de renovación vehicular

Debido a que la importación de vehículos usados y el no reemplazo de los vehículos más viejos y contaminantes pueden ocasionar uno de los mayores impactos ambientales, se prevé que una medida que ayudaría a mitigar este problema es la implementación de un programa de *chatarización* y reciclado de vehículos usados, para lo cual, se debe impulsar el retiro y destrucción de vehículos viejos o con problemas mecánicos severos, como los vehículos chatarra o accidentados, mediante el establecimiento de plantas de reciclaje e incentivos económicos que propicien la destrucción de estos vehículos. Con ello, se facilitaría que los automovilistas con vehículos viejos y contaminantes renovaran sus vehículos, ya sea al importar un vehículo usado más moderno y eficiente o adquirir un vehículo nuevo.

En el país ya existe un programa de dicha naturaleza para el transporte de carga y pasaje, que a la fecha cuenta con un número cercano a las 15,000 unidades *chatarizadas*.

Asimismo, SEMARNAT, a través de la Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico, elaboró recientemente un plan para el manejo de vehículos al final de su vida útil (Plan de Manejo de VFVU), con la finalidad de promover la adhesión a dicho plan, al menos para los siguientes grupos de interés:

- Entidades federativas y municipios
- Instituciones o entidades del gobierno federal como el REPUVE, SAE, SE, u otros
- Desmanteladores
- Trituradores, y
- Concesionarios y productores e importadores de vehículos.

Es importante fortalecer este mecanismo para renovar la flota vehicular que circula en nuestro país y así lograr una dinámica del parque más eficiente y promover la actualización de tecnologías para el control de emisiones y rendimiento de combustible.

Planeación urbana

El transporte se ha consolidado como eje importante dentro de la planeación y la gestión de las ciudades, en muchos casos este es el componente que permite consolidar los asentamientos humanos, así como la forma de relacionarse de la sociedad y de las actividades que se generan dentro de la misma. De tal forma que el transporte y la planeación urbana están relacionados fuertemente una con la otra.

La desarticulación entre la planeación del desarrollo urbano y la planeación de sistemas de transporte público ha contribuido a crear espacios segregados y sin servicios, provocando mayor dependencia del automóvil en traslados largos, congestión vial, sistemas ineficientes de transporte colectivo altamente contaminante y pérdida de espacio público de calidad.

La integración del transporte público con la planificación urbana va más allá de los efectos generados en términos urbanísticos; esta planeación debe ayudar a reducir de manera sustancial los problemas medioambientales, así como los problemas sociales y económicos generados por su ausencia, los cuales ponen en peligro la salud de las poblaciones, la convivencia en la ciudad y la calidad de vida de los habitantes.

La integración entre la planeación de desarrollo urbano y la del transporte se hace empleando un criterio fundamental basado en el entorno inmediato y las características de la población, la red de transporte público es fundamental ya que tomando sus estaciones o paradas como punto focal y abarcando un apropiado radio de influencia se puede conseguir una mejor movilidad, que lograría el objetivo principal para comenzar a resolver los problemas antes mencionados y disminuir el uso del automóvil particular de manera importante.

Así, cuando se ejecuta un proyecto de transporte público se deben incorporar estrategias de desarrollo urbano, incluyendo en el proceso de planeación a las instituciones de las áreas de transporte y desarrollo urbano de los gobiernos locales y estatales, las de coordinación entre las comunidades involucradas y las del sector privado.

El gobierno federal podría contribuir en este proceso al 1) establecer guías generales de planeación de desarrollo urbano orientado al transporte, 2) desarrollar un área específica para asesorar a los gobiernos estatales y municipales en la materia, 3) implementar un observatorio ambiental dirigido a valorar el impacto del transporte en las grandes ciudades de nuestro país, y 4) medir los beneficios derivados de las políticas de planeación.

Eficiencia energética. La agenda climática pendiente del autotransporte en México 2012-2018
Dirección de Economía Ambiental, Instituto Nacional de Ecología (INE) por M.C. Iván Islas Cortés y
Mtra. Rocío Fernández Ramírez.

Incrementar la eficiencia energética del autotransporte en México es de suma importancia, pues los beneficios derivados de los ahorros en el consumo de combustible, la reducción de emisiones de gases contaminantes criterio y de gases efecto invernadero (GEI) son altamente positivos. El sector transporte y, en particular, su parque automotor es responsable de casi 20.4% de las emisiones de GEI totales en nuestro país y es el que tiene la mayor tasa de crecimiento de todos los sectores en términos de dichas emisiones. En cuanto a la seguridad energética y ambiental, una de las principales prioridades del gobierno federal debe ser continuar los esfuerzos por desacoplar nuestro crecimiento económico del consumo de combustibles fósiles en éste y otros sectores.

El Instituto Nacional de Ecología trabaja en varios ejes de una propuesta de política integral que permita aumentar la eficiencia energética de su parque automotor y así disminuir las emisiones de GEI y de contaminantes locales. Existen algunos avances, como la publicación de la regulación para vehículos ligeros nuevos (NOM 163); sin embargo, hay un número importante de políticas que todavía son necesarias para lograr objetivos más ambiciosos y obligatorios. La agenda pendiente contiene los siguientes elementos:

Incorporación de incentivos fiscales

Disminuir los costos fiscales para los vehículos ligeros más eficientes, independientemente de su tecnología, y aumentar estos impuestos de manera proporcional a los vehículos ligeros menos eficientes sin considerar su año-modelo. Esto debe trabajarse tanto para la flota de vehículos nuevos como para la flota que ya está en circulación.

Subsidio o exención fiscal para aquellos vehículos nuevos cuyo rendimiento sea mayor que el promedio para la flota exigido por la NOM 163 e impuestos para los que se encuentren por debajo. Este instrumento, conocido internacionalmente como *feebates* (cargos y descuentos), es efectivo para enviar señales claras a los consumidores sobre los costos o beneficios sociales de sus decisiones; y, a la par de la norma, ayudará a cambiar con rapidez la composición de la flota de autos nuevos a vehículos más eficientes.

Además, al diseñarse como un instrumento de recaudación neutra, donde los descuentos a vehículos eficientes son financiados por los gravámenes a vehículos ineficientes, es una medida que no crea nuevas cargas al erario público.

El segundo instrumento para la flota en circulación es una contribución fiscal por parte de los dueños de vehículos en función de las emisiones de CO₂ calculadas de su vehículo. Este instrumento sustituirá la tenencia federal, que sólo perseguía fines recaudatorios, y dará señales claras con respecto al daño social de los vehículos; y lo que recaude puede servir para apuntalar una política de

Mejora en el transporte masivo y regular el parque de vehículos importados usados de acuerdo con su eficiencia en el uso de combustible. Esta política no solo es ambiental sino progresiva, puesto que los hogares más ricos que poseen vehículos tienen más carga mientras que una política de transporte público beneficia a los hogares de menores ingresos que dependen de éste.

Revisión y actualización del marco normativo

Reforzamiento de la NOM 163. Es necesario iniciar los trabajos de actualización de dicha norma para el periodo 2017-2025. Los objetivos no sólo deben ser más ambiciosos sino que su estructura debe revisarse; es necesario analizar si debe continuar con dos objetivos diferentes (para vehículos de pasajeros y camionetas ligeras) y si los umbrales definidos para la “sombra” de los vehículos son correctos.

La NOM 163 busca regular los gases de CO₂ emitidos por el escape, pero hay que extender la regulación a diversos gases de GEI, como los emitidos por el aire acondicionado o por otras emisiones fugitivas del auto. Algo de suma importancia para los propios objetivos a 2016 es revisar la imposición de multas a las armadoras que no cumplan y que dichas sanciones estén en función de las emisiones por vehículo vendido por arriba de la norma, como lo hace el estándar de Estados Unidos. Un instrumento de flexibilidad importante que permitirá a las armadoras reducir el costo de cumplimiento es mediante la creación del marco legal para un mercado de emisiones entre ellas u otros sectores.

Es necesario publicar la norma de eficiencia de vehículos pesados. En promedio, este tipo de vehículos en el país tienen una eficiencia menor a 4 km/l y recorren anualmente más de 100 mil kilómetros. En particular, las empresas pequeñas de autotransporte pesado conocidas como hombres-camión, con menos de cuatro vehículos pesados por empresa, representan 42% del total de compañías del país y tienen una edad promedio mayor a 13 años. Aunque en primera instancia una norma de eficiencia incidiría solo en la flota de vehículos nuevos, su impacto puede apuntarse con la evaluación y mejora del programa de *chatarización* de la SCT; el cual debe evaluarse para poder incidir de mejor manera en el cambio de la flota a través de criterios claros que busquen dar opciones a los dueños al adquirir vehículos nuevos a la vez que sacan de circulación a vehículos pesados que por su edad, condiciones físico-mecánicas y emisiones contaminantes, dañan a la sociedad. Con el mejoramiento del programa de *chatarización* y un esquema de incentivos en los vehículos pesados, es posible crear una estrategia de reducción de emisiones en este sector del autotransporte que en el largo plazo pueda hacerlo autofinanciable.

Etiquetado

El consumidor tiene la última palabra en una economía de mercado; para que sus decisiones mejoren su bienestar deben estar bien informadas. Comunicar a los consumidores sobre el rendimiento de los vehículos disponibles en el mercado es un elemento de suma importancia durante el proceso de selección y compra de vehículos.

En la actualidad existe el portal eco-vehículos (www.ecovehiculos.gob.mx), un esfuerzo del gobierno federal por dar este tipo de información a los compradores de autos nuevos. Sin embargo, como todavía hay un bajo número de usuarios de la red en México, el impacto de este portal es limitado.

Se debe exigir que junto con la norma de eficiencia se etiquete el rendimiento de combustible así como las emisiones de GEI y de contaminantes locales de los vehículos nuevos. Este etiquetado debe ser obligatorio y plenamente visible para el consumidor, por lo que debe colocarse en los parabrisas de los vehículos en exhibición en las agencias distribuidoras y la información debe incluir estimados anuales de costo en consumo de combustible.

IX. Recomendaciones de política pública

Los esfuerzos por mejorar la calidad del aire requieren una serie de factores (técnicos, económicos, políticos y sociales) que permitan hacer una adecuada gestión de la calidad del aire en México. Los esfuerzos por mejorarla deben apoyarse en una política que se adapte a las necesidades específicas de las regiones, y responder tanto a los retos sociales como al crecimiento de las zonas urbanas. Una gestión adecuada en México debe incluir a los diferentes actores, así como aplicarse en todos los niveles de gobierno y promover instrumentos de política para que los resultados sean efectivos.

En la última década México ha mejorado en materia de calidad del aire. Sin embargo, aún queda mucho trabajo que hacer; en lo que respecta al documento, se plantearon diversas medidas que deben considerarse para que el gobierno cuente con antecedentes de financiamiento e información actualizada y confiable; con un marco jurídico asequible, desarrollo de capacidades y voluntad política. A continuación se presenta una serie de recomendaciones que el gobierno entrante podría retomar como punto de partida en sus esfuerzos por salvaguardar el derecho de los mexicanos a un medio ambiente sano.

Normas de Salud y calidad del aire

De acuerdo a la evidencia científica a nivel internacional, incluyendo Latinoamérica, la contaminación del aire puede provocar de manera significativa problemas respiratorios, como el asma, cardiovasculares, incremento de diversos tipos de cáncer, nacimientos prematuros y otros efectos en la salud.

En ese sentido, los análisis recientes indican que podría haber una mejora sustancial en salud pública –en términos de menos decesos prematuros y casos de enfermedades en niños, adultos y adultos mayores, entre otros– si la contaminación del aire pudiera reducirse y fuera posible cumplir con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) relativas al material particulado (PM) y Ozono (O₃), que fijan los límites máximos permisibles de concentración de dichos contaminantes en la atmósfera, además de hacer un seguimiento de los progresos mediante la vigilancia de la reducción de las emisiones y la disminución de la concentraciones de los mismos.

La OMS recomienda que las concentraciones máximas de micropartículas menores a 10 micras (PM₁₀) no rebasen los 50 microgramos por metro cúbico, para PM 2.5 la recomendación es de 15 microgramos por metro cúbico y para el ozono recomienda 0.05 partes por millón, lo cual equivaldría en el cálculo actual del Imeca a 42 puntos de PM₁₀ y 45 puntos de ozono.

Es imperativo tomar en cuenta las siguientes propuestas, si se desea abordar el asunto de la calidad del aire y las repercusiones relacionadas con éste, de manera multidisciplinaria, con una óptica de inclusión de todos los sectores, autoridades, representantes y segmentos de la población involucrados, ya sea de manera directa o como terceros afectados, las cuales deben ser un componente importante de las políticas nacionales de la gestión del riesgo y ambientales.

Adicionalmente y en ese sentido, el IMCO propone, además, que los gobiernos estatales, desarrollen sus propios programas de gestión de la calidad del aire, como los ProAires, los cuales constituyen uno de los instrumentos para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire, incorporando medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes, las fuentes que las producen y el impacto que ocasionan en la calidad del aire y en la salud de las personas.

Lo anterior permitirá a la población estar informada de la calidad del aire y generar en la población una percepción de riesgo. Así como establecer un mandato para que los estados establezcan sus propias redes de monitoreo y donde se sancione a aquellos que no midan la contaminación, al menos para ciudades de cierto tamaño, (por ejemplo, 250 mil habitantes).

En el caso de las acciones a nivel estatal el IMCO propone crear o modificar programas locales para combatir la contaminación atmosférica (alineándolos con las NOM federales); promover el uso de transporte público y gestionar de forma más eficiente el empleo del automóvil a través de: crear carriles confinados para sistemas como el Metrobus y modos no motorizados, cobrar por congestión, instalar parquímetros e incorporar la tenencia verde, entre otros; y planear ciudades compactas para que sus habitantes no tengan que recorrer grandes distancias para trabajar o sobrellevar sus necesidades básicas. Es decir, que la ciudadanía pueda vivir, trabajar, enviar a sus hijos a la escuela, ir a una clínica de salud y hacer sus compras cotidianas en el mismo barrio, trasladándose a través de una red integralmente planeada de transporte público sólo cuando necesite servicios especializados.

Normas de emisiones de vehículos y tecnologías

Una de las acciones con mayor impacto para abordar el reto que implica una gestión adecuada de la calidad del aire tiene que ver con la actualización de las NOM 042 y 044 para establecer límites máximos permisibles más estrictos de emisión de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) tanto en vehículos ligeros como pesados. En el caso de México, estas normas debieron actualizarse desde hace algunos años, pero hasta el momento no se ha hecho.

Controlar drásticamente estas emisiones es fundamental para mitigar los efectos negativos en la salud pública que ocasiona la mala calidad del aire de nuestras ciudades y tienen impactos en la competitividad y la salud provocando un gasto de hasta el 4.4% del PIB nacional. Las normas vigentes con las que cuenta el país equivalen a las que Estados Unidos y Europa tenían hace seis años, provocando un retraso inminente en la gestión de la calidad del aire en el país.

Calidad de combustibles

Mejorar la calidad de los combustibles también puede ser una medida que permita elevar la calidad del aire en México. La distribución de combustibles limpios a través del cumplimiento de la NOM 086 y otras normas ayudaría a impulsar la modernización del sector transporte, permitiendo su armonización con los mejores estándares mundiales en la materia.

La distribución de gasolinas limpias ayudaría a tener una flota vehicular más eficiente, resultando en menor consumo de combustibles, mayor seguridad energética y un ahorro en finanzas públicas al reducir la importación de estos. Asimismo, se traduciría en la reducción de impactos en la salud ocasionados por las emisiones del transporte que utiliza combustibles con altas concentraciones de azufre. De la misma forma, disminuiría el gasto del gobierno dedicado a tratar las enfermedades que la contaminación atmosférica provoca.

El incumplimiento de la norma por parte de PEMEX y el gobierno federal es significativamente grave porque retrasa el cumplimiento y actualización de otras normas (como las NOM 042 y 044 de la SEMARNAT) que controlan la emisión de partículas suspendidas y diversos contaminantes locales.

La SEMARNAT (mediante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) y la Secretaría de Economía (por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Consumidor), no han cumplido con la obligación que establece la NOM 086 de vigilar su aplicación en los centros de producción y distribución, y en los lugares de comercialización del producto, respectivamente. Asimismo, la industria automotriz concuerda en que el Estado debe garantizar la plena introducción por parte de PEMEX en todo el territorio nacional de la gasolina magna y el Diesel con ultra bajo contenido de azufre, lo cual, de acuerdo con la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, tendría que haber ocurrido en 2009.

Mejores tecnologías

Para el caso de los vehículos a gasolina, la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, asegura que se deben introducir paulatinamente en los vehículos nuevos a gasolina el cumplimiento con un estándar equivalente al modelo federal actual de Estados Unidos y utilizar los sistemas de diagnóstico a bordo. En cuanto a los vehículos a Diesel, es indispensable poder acceder a este tipo de combustibles para poder

Adoptar las tecnologías más novedosas; migrar al estándar EPA10/EURO VI y finalmente establecer los protocolos necesarios para el uso de urea y el aprovisionamiento continuo de este compuesto, ya que de él depende el correcto funcionamiento de los sistemas de reducción catalítica selectiva y la reducción de emisiones de los NOx, principalmente.

Programas de monitoreo

Otra acción efectiva es establecer redes de monitoreo que permitan, en primera instancia, medir la concentración de todos los contaminantes en el aire, para así poder determinar cuáles son las fuentes emisoras y cuáles son sus efectos en la población. Estos programas permiten a la población conocer la calidad del aire que respira y los impactos que esta podría tener de acuerdo con sus actividades diarias. Así, los sistemas de monitoreo permiten formular normas que fijen estándares de calidad del aire y efectuar estrategias de control y políticas públicas para mejorar la calidad del aire de acuerdo con las características de un lugar establecido.

El monitoreo de la calidad del aire es una herramienta fundamental para identificar y evaluar los problemas derivados de dicha calidad, por lo que representa el eje de una gestión exitosa en nuestro país. Así, constituye la base de información confiable que permite el desarrollo de políticas y estrategias que mejoren la calidad del aire, así como la evidencia del cumplimiento de las respectivas normas vigentes. Por ende, es necesario que los estados cuenten con estaciones y redes de monitoreo, especialmente en sus grandes ciudades, que midan las concentraciones de todos los contaminantes criterio, incluyendo las partículas suspendidas, y que se integren a un sistema nacional de monitoreo que permita conocer la calidad del aire en todo el país.

En las próximas décadas el proceso de urbanización al nivel nacional demandará un mayor consumo de energía por parte de la actividad industrial, vehicular, doméstica y de dotación de servicios, en consecuencia se espera un incremento de las emisiones de contaminantes atmosféricos que incidirán en la calidad del aire al nivel local y regional.

En este contexto del desarrollo nacional y en los términos del marco regulatorio para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire con incidencia en todo el territorio nacional y que entrará en vigor en julio de 2013⁶⁴, será obligatorio que los gobiernos locales de zonas metropolitanas o conurbaciones con asentamientos humanos con más de quinientos mil habitantes, emisiones a la atmósfera superiores a veinte mil toneladas anuales de contaminantes criterio primarios y una actividad industrial contaminante, establezcan estaciones para el monitoreo de la calidad del aire y/o el muestreo de contaminantes atmosféricos.

Con esta medida se busca desarrollar la implementación de sistemas de monitoreo y fortalecer los existentes para generar información que permita evaluar la tendencia temporal de los contaminantes y sustentar el desarrollo de estrategias de prevención y control, planes de manejo de la calidad del aire y políticas ambientales integrales, así como la evaluación de las mismas.

La información generada por los sistemas de monitores también será fundamental para conocer la evolución espacial y temporal de los contaminantes e informar a la población sobre las situaciones ambientales que representen un riesgo para la salud humana y de los ecosistemas, por lo que será necesario impulsar la comunicación efectiva de los riesgos y promover una participación social informada y congruente con las decisiones preventivas, correctivas y de consumo.

De acuerdo con el marco normativo referido, el aseguramiento de la calidad de la información que generen estos sistemas de monitoreo será de carácter obligatorio para consolidar la gestión ambiental. Esto implica una fuerte inversión económica en materiales y en el desarrollo de recursos humanos capaces de mantener y desarrollar estos sistemas.

Con el desarrollo de las políticas públicas de acceso a la información y transparencia, y su alineamiento con el ejercicio del derecho humano a un medio ambiente sano, las autoridades ambientales deberán facilitar que se puedan realizar “auditorías sociales” de carácter técnico para transparentar los procesos de operación y mantenimiento de los equipos de monitoreo, los procesos de evaluación de la representatividad de las estaciones de monitoreo y los métodos para el manejo,

⁶⁴ NORMA Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

y almacenaje de datos, así como la rendición de cuentas de los recursos invertidos en materia de monitoreo atmosférico.

No debe pasar por alto que el desarrollo de los sistemas de monitoreo requiere la revisión y ajuste de la normatividad que establece los métodos de medición para determinar la concentración de los contaminantes atmosféricos, la cual está por cumplir 20 años de antigüedad y es obsoleta en el caso de contaminantes como las partículas suspendidas debido a que no contempla el monitoreo de las PM2.5 y no considera el uso de equipos automáticos. La actualización de estas normas técnicas deberá incluir el consenso con investigadores y los sistemas de monitoreo locales que tienen más experiencia en el manejo de los equipos. Esta normatividad técnica tampoco incluye a los compuestos orgánicos volátiles, los cuales ya se comienzan a medir en la Zona Metropolitana del Valle de México y se discute su impacto en la salud para establecer una NOM al respecto.

Programas de verificación

Una aplicación adecuada en el marco de la calidad del aire de la política pública es la implementación de programas de verificación vehicular para reducir las emisiones del sector transporte. Aplicar programas de verificación trae consigo beneficios inmediatos a la salud de las personas y mejoras económicas y de competitividad para el país. El objetivo de los programas de verificación consiste en que los automotores en circulación no rebasen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera establecidas por las NOM. De esta forma se puede dar un seguimiento a largo plazo de la vida de los vehículos mientras se genera una administración adecuada del sector transporte y sus emisiones.

Actualmente la verificación vehicular es una práctica deficiente en México. No existen regulaciones ambientales lo suficientemente estrictas, no se cuenta con la infraestructura necesaria en el interior del país y la normatividad no se cumple en todas las ciudades. El no implementar programas de este tipo representa un riesgo inminente a la salud de las personas ya que las emisiones del sector transporte causan enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Desde el punto de vista económico, implementar este tipo de programas genera un beneficio directo para el conductor, porque se incita al mantenimiento periódico del vehículo y fomenta el uso adecuado y eficiente de combustibles, la prevención de averías y, a corto y largo plazo, un ahorro importante de dinero. En cuanto a la competitividad, el beneficio de los programas de verificación fomenta la renovación periódica del sector transporte, generando un impulso a la industria automotriz dentro del país; asimismo, la renovación reduce el número de vehículos de mayor edad en circulación, los cuales emiten más contaminantes al ambiente. Finalmente, al inducir la renovación de la flota vehicular se incentiva a la adquisición de nuevas tecnologías de transporte y el uso de combustibles más limpios alrededor del país.

Por otro lado, la industria automotriz nacional está convencida de que se requieren esfuerzos tanto en los tres niveles de gobierno, como interinstitucionales y de gobierno-industria para mejorar la calidad del aire de nuestras ciudades, alcanzar las metas establecidas por el propio gobierno federal en materia de consumo de combustible, disminuir las de emisiones de CO₂ y lograr reducciones sustantivas de contaminantes criterio.

Para ello, es necesario realizar cambios sustanciales en las políticas de control vehicular a nivel nacional, instrumentando reglas que permitan, establecer programas de verificación vehicular obligatoria a nivel nacional para los vehículos en circulación (nuevos y usados), considerando un examen tanto de emisiones de gases como de las condiciones físico-mecánicas de las unidades.

Control vehicular y renovación de flota

La industria considera que un estricto control vehicular propiciaría una tasa de renovación mayor a la que históricamente se ha tenido, permitiendo 8% de reducción adicional en emisiones de hidrocarburos totales y material particulado, y 7% en óxidos de nitrógeno.

Consolidar un control vehicular confiable de todo el parque vehicular mediante el REPUVE, asegurando su obligatoriedad en todo el territorio nacional a través de convenios con los estados. Así como, promover programas de renovación vehicular *multianual* con un esquema robusto de *chatarrización* de unidades obsoletas.

Movilidad sustentable y transporte

Como parte de una política integral de calidad del aire adecuada para México, es importante que la federación tome un papel más activo para seguir construyendo un marco regulatorio federal que mejore y promueva instrumentos de política pública que favorezcan la movilidad sustentable, el transporte y el desarrollo urbano. El financiamiento público y privado es uno de los elementos necesarios para que los gobiernos locales puedan mejorar su capacidad de gestionar las herramientas de monitoreo y evaluación de la calidad del aire. Estas son sólo algunas de las acciones que pueden tener un impacto significativo en el mejoramiento de la calidad del aire en México y generar ahorros para el gobierno, en términos de salud, bienestar y calidad de vida.

Las ciudades bien diseñadas o reestructuradas, donde se combina el uso eficiente de los recursos con el desarrollo económico y social, considerando la movilidad, el transporte, la eficiencia energética y la oferta de energía renovable, se pueden aspirar realmente a contar con aire de calidad. Los esquemas actuales de privilegiar vialidades para los autos privados a costa del transporte público y, peor aún, de banquetas, encarecen más la vida en las ciudades, hay que externalizar los costos tanto de hora/persona perdidas en el tráfico y en incapacidades, como de atención en salud por enfermedades respiratorias y nerviosas. Finalmente, se debe impulsar la integración desde los ámbitos local, regional, nacional, público y privado.

Autos usados importados

México requiere medidas no arancelarias que puedan reducir los niveles de importaciones de autos usados a nuestro país. Como explica el documento, el mercado estadounidense crece cada año y los incentivos para importar son impulsados por la presión social en ambos lados del mercado. En caso de no hacer nada, los índices de motorización en nuestro país pueden alcanzar los niveles de Estados Unidos para 2030, con la gran diferencia de que en México un alto porcentaje de estos vehículos no

contará con las tecnologías y regulaciones adecuadas, generando un daño cada vez mayor al ambiente.

Por otro lado, la industria considera que se debe asegurar una aplicación efectiva de la normatividad de emisiones a los vehículos usados importados. Prohibir la importación de vehículos usados considerados como desecho en Estados Unidos, es decir, que ya no pueden circular en aquél país.

Para hacer una gestión adecuada de la entrada de autos usados importados, es necesario dar seguimiento a vehículos en el país a través de Programas de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO). Elaborar una NOM emergente para uso de sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) en programas de verificación para facilitar la inspección de los vehículos usados importados prácticamente en cualquier ciudad que decida establecerlo, requiriendo menos infraestructura y equipamiento que el necesario para establecer programas de inspección que utilicen métodos estáticos o dinámicos y también establecer programas de *chatarización* y reciclado.

Temas transversales

La actualización e implementación de normas en materia de calidad del aire es imperativo para el desarrollo y gestión de la normatividad del aire. En este ámbito, existen tres líneas transversales para la aplicación de políticas públicas efectivas, las cuales son rendición de cuentas, financiamiento y comunicación y educación.

La rendición de cuentas se debe incluir como parte de la actualización e implementación de normas fundamentándose en el *derecho de acceso a la información*, *la exigibilidad de transparencia* y la generación de espacios de diálogo y debate público. Es necesario que se genere una agenda de la política pública en donde se establezca una plataforma más robusta para definir cuáles son los beneficios de las normas y en donde se busque mantener la transparencia reduciendo los procesos burocráticos e incrementando la disponibilidad y voluntad política.

En el ámbito de *comunicación y educación*, es necesario generar una ciudadanía con un acceso a la información adecuado, actualizado y transparente. Este proceso necesariamente debe generar una percepción de riesgo en la población, por medio del cual se genera una presión importante en los actores políticos que hace exigible la aplicación de una política pública adecuada en materia de actualización y aplicación de normas.

La *exigibilidad* es por tanto un requisito fundamental para el desarrollo e implementación de normas sobre calidad del aire, así como también para la implementación de normas más adecuadas y una ciudadanía más informada.

Por último, con respecto al financiamiento, es necesario establecer una visión trasversal de la aplicación de normas en donde las fuentes de financiamiento y los fondos tengan una incidencia en los mecanismos de planeación del presupuesto. Al mismo tiempo, es importante incluir las opiniones de redes de expertos con el objetivo de evaluar los diferentes riesgos en materia de calidad del aire.

Los fondos para la aplicación de normas requieren de aplicación de medidas como la reducción de los subsidios de manera paulatina y diferenciada, un paquete fiscal de incentivos e incluso la fiscalización ciudadana, entre otras. De esta forma se puede asegurar un flujo constante de financiamiento junto con una participación interrumpida de parte de la ciudadanía en materia de financiamiento.

X. Apéndice

Tipos de contaminación

Generalmente se identifican dos fuentes principales de contaminación del aire: fijas y móviles. Las primeras se relacionan con la industria y los negocios, mientras que las segundas se refieren principalmente a los contaminantes emitidos por los vehículos automotores (automóviles privados, transporte público, vehículos de carga y motocicletas).⁶⁵

En cuanto a las fuentes responsables de emisiones, la mayor contribución corresponde al sector energético con 61%; la quema de combustibles fósiles en fuentes móviles (sector transporte) aporta 29%.⁶⁶ De esta forma, el transporte se vuelve uno de los principales responsables de la contaminación del aire debido al uso masivo de combustibles fósiles, cuya combustión origina las emisiones de gases, polvos, humos y partículas que alteran la composición del aire.

Estudios de la OMS, como las guías y directrices de calidad del aire, muestran cuáles son los principales contaminantes que alteran la composición del aire a nivel mundial y, al mismo tiempo, establecen las bases para determinar el nivel de incidencia de dichos contaminantes en la salud humana. Asimismo, proponen metas provisionales para cada contaminante, con el fin de fomentar la reducción gradual de sus concentraciones en la atmósfera. En este sentido, la OMS utiliza el monitoreo como una de las principales herramientas para identificar y evaluar los problemas de calidad del aire.

Cuando se busca conocer el origen de la mala calidad del aire en una zona urbana, suele hacerse una medición y un monitoreo de contaminantes criterio.⁶⁷ ozono, monóxido de carbono, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, plomo y partículas.

La OMS (en el plano internacional) y el Instituto Nacional de Ecología (a nivel nacional) dividen a los “contaminantes criterio” en dos categorías:

- 1) Primarios. Son aquéllos que se emiten directamente a la atmósfera por un proceso de combustión, e incluyen: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), vapores de combustibles y solventes, plomo (Pb) y las partículas totales suspendidas (PM).
- 2) Secundarios. Se forman cuando los contaminantes primarios se liberan en la atmósfera y reaccionan con otros contaminantes de igual toxicidad, como el ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y ciertos tipos de partículas.⁶⁸

⁶⁵ Instituto Nacional de Ecología (2007). *Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos*. Recuperado en junio de 2012, de <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/396/tipos.html>

⁶⁶ Reyes, O. y Escalante, R. (2010). *La demanda de gasolinas en México: Efectos y alternativas ante el cambio climático*. Revista *Economía: teoría y práctica*, Nueva Época, 32, enero-junio 2010. Recuperado en julio de 2012, de http://www.izt.uam.mx/economiatyp/numeros/numeros/32/articulos_PDF/32_4_articulo.pdf

⁶⁷ Entendidos como “aquellos contaminantes normados a los que se les han establecido un límite máximo de concentración en el aire ambiente, con la finalidad de proteger la salud humana y asegurar el bienestar de la población. Estos son: ozono, monóxido de carbono, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, plomo, partículas suspendidas totales y partículas suspendidas menores a 10 y a 2.5 micrómetros”. Presidencia de la República, *NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de calidad del aire*, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 2012.

⁶⁸ Instituto Nacional de Ecología (2012). *La calidad del aire*. Recuperado en junio de 2012, de <http://respiramexico.org.mx/la-calidad-del-aire>

Cuadro A-1. Principales contaminantes atmosféricos.

Contaminante	Formación	Características	Fuentes	Efectos en la salud	
				Exposición aguda	Exposición crónica
Partículas en suspensión menores de 10 micras (PM ₁₀) y menores de 2.5 (PM _{2.5}) micras	Primaria y secundaria	Estado sólido o líquido	• Vehículos (sobre todo Diesel), tanto de motor como de abrasión, demolición y construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Irrita las vías respiratorias • Agrava el asma • Causa dificultad o dolor para respirar • Produce tos y bronquitis crónica 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la función pulmonar • Incrementa las posibilidades de padecer enfermedades cardiovasculares • Desarrolla enfermedades crónicas como el cáncer • Causa muerte prematura
Partículas en suspensión menores de 2.5 (PM _{2.5}) micropartículas					
Dióxido de azufre (SO ₂)	Primaria	Gas reactivo, incoloro y con olor a acre	• Procesos industriales y quema de combustibles que contienen azufre, especialmente en vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Afecta el sistema respiratorio • Irrita los ojos y las vías respiratorias • Afecta al sistema inmunológico ocasionando vulnerabilidad en las defensas 	<ul style="list-style-type: none"> • Agrava las enfermedades cardíacas y respiratorias • Causa enfermedades respiratorias como broncoconstricción, bronquitis y traqueítis • Puede causar broncoespasmos en asmáticos
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Primaria y secundaria	Gas de color café, muy reactivo	• Vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Altera el metabolismo y la función pulmonar • Disminuye la inmunidad contra infecciones • Provoca lesiones pulmonares 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementa las admisiones hospitalarias por emergencias respiratorias o cardiovasculares • Agrava el asma • Provoca enfermedades respiratorias
Monóxido de carbono (CO)	Primaria	Gas incoloro e inodoro	• Quema incompleta de combustibles, especialmente en vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Causa problemas visuales, reduce la capacidad mental, la destreza manual y dificulta la 	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca enfermedades respiratorias • Incrementa las posibilidades de padecer enfermedades

				ejecución de tareas complejas • En niveles extremadamente altos produce intoxicación severa y puede provocar la muerte	cardiovasculares y agrava las enfermedades cardíacas
Ozono (O ₃)	Secundaria	Gas muy reactivo, incoloro y con olor penetrante	• Vehículos (secundario por foto-oxidación de NO _x y compuestos orgánicos volátiles)	• Irrita las vías respiratorias • Causa inflamación pulmonar • Provoca dificultad para respirar, tos y jadeos • Genera ataques de asma • Afecta al sistema inmunológico	• Reduce la capacidad pulmonar • Crea susceptibilidad a enfermedades respiratorias, como neumonía y bronquitis • Agrava el asma • Causa daño permanente en los pulmones

Fuente de información: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Ecología, *Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas*, México, INE, 2007, pp. 20-21 y del Observatorio de la sostenibilidad en España, *Calidad del aire en las ciudades, clave de sostenibilidad urbana*, España, Universidad de Alcalá, 2007, p. 25.

Como se muestra en el cuadro anterior, en el grupo de contaminantes del aire están las partículas originadas por la combustión de fuentes móviles y fijas; dichas partículas se consideran las más dañinas porque causan daños cardiovasculares, respiratorios y del sistema nervioso central.

Partículas suspendidas

Las partículas suspendidas son una de las fuentes principales de contaminación atmosférica y de daños a la salud humana, y pueden conformarse hasta por 450 componentes diferentes. Estas se clasifican por su diámetro aerodinámico porque así se determina la probabilidad de que ingresen y se alojen en el tracto respiratorio, por lo que se considera que las más peligrosas son las PM₁₀ y PM_{2.5}.

Al inhalar las PM₁₀, éstas pueden llegar hasta la región torácica del tracto respiratorio (tráquea, faringe y los pulmones), mientras las PM_{2.5} (consideradas la fracción fina de las PM₁₀) pueden llegar a los alvéolos e incluso a la sangre, generando problemas y enfermedades más serios y peligrosos.⁶⁹

Por ello, la OMS recomienda que todos los países establezcan como límite una concentración promedio anual de 20 µg/m³ en el caso de las PM₁₀, y 10 µg/m³ en lo que respecta a las PM_{2.5}. Sin embargo, en 2005 México obtuvo como promedio anual 50 µg/m³ de PM₁₀, y 15 µg/m³ de PM_{2.5}.⁷⁰

⁶⁹ Instituto Nacional de Ecología (2011). *Cuarto Almanaque de Datos y tendencias de la Calidad del Aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*. México, INE- SEMARNAT, p.28.

⁷⁰ *Ibidem*, p. 30.

Dióxido de azufre

Por otro lado, para el dióxido de azufre (SO_2) la OMS recomienda adoptar un límite máximo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la concentración promedio de 24 horas y un máximo de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio de diez minutos, pues se ha demostrado que la exposición a altas concentraciones de este elemento aun en periodos de tiempo más cortos puede ser muy dañino para la salud. En México, la NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010) especifica el valor de 0.110 ppm ($288 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como límite máximo de la concentración promedio de 24 horas, que es 16 veces el valor recomendado.⁷¹

Monóxido de carbono

Para el monóxido de carbono (CO) la OMS estableció un límite de $10,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio móvil de ocho horas, pues la falta de evidencia científica que justifique un límite más estricto evita su actualización. En México, la NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994a) establece $12,595 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11 ppm) como límite para la concentración promedio móvil de ocho horas, marcando un tope mucho más laxo a comparación de los establecidos en Estados Unidos y Europa, y un margen 25% mayor que el establecido por la OMS en 2000.⁷²

Ozono

Para el ozono (O_3) aún no se ha encontrado un umbral por debajo del cual no se presenten efectos en la salud humana, por lo que la OMS recomienda a todos los países que adopten como límite máximo diario el valor de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la concentración promedio móvil de 8 horas. En México, el límite máximo para la concentración promedio móvil de ocho horas es de $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm), es decir, casi 60% superior al límite recomendado por la OMS.

Bióxido de nitrógeno

Estudios epidemiológicos de la OMS muestran la dificultad para distinguir entre los efectos que se deben específicamente al bióxido de nitrógeno (NO_2), pues suele encontrarse estrechamente relacionado con otros como las PM, el benceno, el óxido nítrico y algunos responsables de la mala calidad del aire, volviéndose un buen indicador de la presencia de estos. Por ello, la OMS recomienda a todos los países adoptar como límite máximo el valor de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.106 ppm) para la concentración promedio de una hora; pero en México la NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994c) marca un promedio de $395 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.21 ppm) por hora, superando casi al doble dicho límite.⁷³

Plomo

El plomo es un metal pesado que se emite a la atmósfera de manera natural y por actividades industriales en forma de partículas o humo; puede afectar casi cada órgano y sistema del cuerpo humano, en especial el sistema nervioso. Asimismo, es capaz de causar nacimientos prematuros, daños en el desarrollo mental o crecimiento reducido. De la misma forma, podría generar efectos

⁷¹ *Ibidem*, p. 59.

⁷² *Ibidem*, p. 82.

⁷³ *Ibidem*, p. 72.

cardiovasculares y renales en adultos, y consecuencias relacionadas con la anemia.⁷⁴ Este contaminante se usaba como antidetonante en las gasolinas en México hasta 1996, mismas que eran la principal fuente de emisión de plomo. En México, la NOM-026-SSA1-1993 establece un límite de 1.5 µg/m³ en promedio trimestral y las concentraciones de plomo se mantienen dentro de la norma desde hace varios años.⁷⁵

Cuadro A-2. Límites de emisiones de contaminantes criterio de acuerdo con la normatividad mexicana e internacional.

Contaminante	Periodo	México		OMS	US-EPA	EPA-California	Unión Europea
		NOM vigente	Exposición				
PM _{2.5}	1 año	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	15 µg/m ³	10 µg/m ³	15 µg/m ³	12 µg/m ³	25 µg/m ³
PM ₁₀	1 año	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	50 µg/m ³	20 µg/m ³	-	20 µg/m ³	40 µg/m ³
O ₃	8 horas	Modificación a la NOM-020-SSA1-1993	157 µg/m ³	100 µg/m ³	147 µg/m ³	137 µg/m ³	120 µg/m ³
NO ₂	1 hora	NOM-023-SSA1-1993	395 µg/m ³	200 µg/m ³	-	339 µg/m ³	200 µg/m ³
CO	8 horas	NOM-021-SSA1-1993	12,595 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³
SO ₂	24 horas	NOM-022-SSA1-2010	288 µg/m ³	20 µg/m ³	365 µg/m ³	105 µg/m ³	125 µg/m ³
Pb	-	NOM-026-SSA1-1993	1.5 µg/m ³	0.5 µg/m ³	1.5 µg/m ³	1.5 µg/m ³	0.5 µg/m ³

Fuente de información: Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Ecología, *Cuarto Almanaque de Datos y tendencias de la Calidad del Aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*, México, SEMARNAT/ INE, 2011, pp. 23-91 y de la Comisión Nacional Metropolitana, *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*, México, 2012, p. 31.

⁷⁴ European Environmental Agency (2011). *Air quality in Europe- 2011 report*, Suecia, EEA Technical Report No. 12, p. 14.

⁷⁵ ProAire, p. 64.

XI. Fuentes de información

- ACEA (2000), *ACEA Data of the Sulphur Effect on Advanced Emission Control Technologies*, Bruselas, Bélgica, Association of European Automobile Manufacturers, 32 pp.
- Banco Mundial (2012), *Precio de la gasolina para el usuario (US\$ por litro)*, [en línea], disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.SGAS.CD>.
- Blumberg, K., Walsh, M., Pera, C. (2004), *Low-Sulfur Gasoline & Diesel: The Key to Lower Vehicle Emissions*. Estados Unidos, International Council on Clean Transportation, 66 pp.
- CARB (2000), *Diesel PM Control Technologies, Appendix IX*, Sacramento, Estados Unidos, California Air Resources Board, 93 pp.
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (2012), *Urge actualizar normas para evitar bloqueo a camiones mexicanos en Estados Unidos*, [en línea], disponible en: <http://www.cemda.org.mx/11/urge-actualizar-normas-para-evitar-bloqueo-a-camiones-mexicanos-en-estados-unidos>.
- Chatterjee, S., Avila, C., Carabaza, R. (2006), *Catalytic Emission Control for Heavy Duty Diesel Engines*, Presentación en la Ciudad de México, disponible en: <http://ect.jmcatalysts.com/pdfs-library/1620Chatterjee.pdf>.
- Chatterjee, S., Walker, A., Blakeman, P. (2008), *Emission Control Options to Achieve Euro IV and Euro V on Heavy-Duty Diesel Engines*, Estados Unidos, Society of Automotive Engineers.
- Cifuentes, L., Mehta, S. y Dussailant, J. (2011), *The Health and Social Benefits of Reduced PM_{2.5} and Ozone concentrations in Brazil, Mexico, and Chilean cities: An analysis of Sao Paulo, Mexico City, and Santiago*. Estados Unidos, Health Effects Institute.
- DECSE (2000), *Diesel Emission Control - Sulfur Effects Program: Diesel Particulate Filters*, Estados Unidos, Manufacturers of Emission Controls Association, 91 pp.
- El Economista (2011), *AMDA denuncia a jueces por permitir importación de autos usados*, [en línea], disponible en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2011/08/30/amda-denuncia-jueces-permitir-importacion-autos-usados>.
- El Economista (2012), *Acusan monopolio en venta de autos usados foráneos*, [en línea], disponible en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/04/24/acusan-monopolio-venta-autos-usados-foraneos>.
- El Informante (2012), *Industria Automotriz Genera 17.8% del PIB*, [en línea], disponible en: <http://informate.com.mx/notas/finanzas/industria-automotriz-genera-178-del-pib.html>.
- El Universal (2009), “Bajan aranceles de autos usados en la frontera” en *El Siglo de Torreón*, [en línea], disponible en: <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/418342.bajan-arancel-de-autos-usados-en-la-frontera.html>.
- El Universal (2011), *Repunta entrada de Autos Usados*, [en línea], disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/primer/38396.html>.
- El Universal (2012), *Epidemia de autos usados*, [en línea], disponible en: http://www.autopistas.com.mx/vi_2193.html.
- European Environmental Agency (2011), *Air quality in Europe- 2011 report*, EEA Technical Report No. 12, Suecia, 84 pp.

- Excélsior (2011), *Rentan amparos para importar autos chatarra de EU, denuncia la industria automotriz*, [en línea], disponible en: http://www.excelsior.com.mx/index.php?m=nota&seccion=&cat=0&id_nota=729561.
- Flores, L. (2012), “Subsidio a la gasolina sigue en ascenso” en *El Economista*, [en línea], disponible en: <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2012/07/31/subsidio-gasolina-sigue-ascenso>.
- Giménez, I. (2007), *Vender el coche: ¿cómo calcular su valor?*, [en línea], disponible en: http://www.consumer.es/web/es/motor/compra_coche/2007/11/16/171863.php.
- Hallstrom, K., Schiavon, J. (2007), *Euro IV and V Diesel Emission Control System Review*, Estados Unidos, Society of Automotive Engineers.
- Haro, S. (2012), *Por denuncias, suspenden a dos jueces federales en Mexicali*, [en línea], disponible en: <http://www.zetatijuana.com/2012/06/04/por-denuncias-suspenden-a-dos-jueces-federales-en-mexicali/m>.
- Hoet, P., Brüske-Hohlfeld, I., Salata, O. (2004), “Nanoparticles – known and unknown health risks”, *Journal of Nanobiotechnology*, [en línea], disponible en: <http://www.inanobiotechnology.com/content/2/1/12>.
- Instituto Nacional de Ecología (2006), *Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto integral de calidad de combustibles: reducción de azufre en gasolinas y Diesel*, México, INE, 77 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (2007), *Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas*, México, INE-SEMARNAT, 116 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (2007), *Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos*, [en línea], disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/396/tipos.html>
- Instituto Nacional de Ecología (2011), *Cuarto Almanaque de Datos y tendencias de la Calidad del Aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*. México, INE- SEMARNAT, 410 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (2012), *Nota técnica sobre la evolución de las emisiones de bióxido de carbono y rendimiento de combustible de los vehículos ligeros nuevos en México 2008-2011*, México, INE, 39 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (2012), *La calidad del aire*, [en línea], disponible en: <http://respiramexico.org.mx/la-calidad-del-aire>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012), *Información para niños y no tan niños*, [en línea], disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/manufacturera/default.aspx?tema=E>.
- Kittelson, D., Arnold, aM., Watts, W. (1998), *Review of Diesel Particulate Matter Sampling Methods: Final Report*, EUA, University of Minnesota, 64 pp.
- Kittelson, D., et al. (2006), *Driving down on-highway particulate emissions*, Estados Unidos, 2006, Society of Automotive Engineers, 8 pp.
- Macías Mora, J. A. (2011), *Policy Handbook for Regulation of Imported Second hand Vehicles*, México, Centro de Transporte Sustentable.
- Macías Mora, J. A., et. al. (2010), *Analysis of the Automotive Industry in Mexico*, México, Centro de Transporte Sustentable, 75 pp.
- Majewski, W. (2005), *SCR Systems for Mobile Engines*. Dieselnet Technology Guide, revisión 2005.05^a, [en línea], disponible en: http://www.Dieselnet.com/tech/cat_scr_mobile.html (se requiere suscripción).
- McDonald, J., et al. (2004), *Effects of low sulfur fuel and a catalyzed particle trap on the composition and toxicity of Diesel emissions*. Estados Unidos, Environmental health perspectives, [en línea], disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247521/>.
- MECA (1998), *The Impact of Gasoline Fuel Sulfur on Catalytic Emission Control Systems*, Washington D.C., Estados Unidos, Manufacturers of Emission Controls Association, 20 pp.

- MECA (1999), *Demonstration of Advanced Emission Control Technologies Enabling Diesel-Powered Heavy-Duty Engines to Achieve Low Emission Levels*, Washington D.C., Estados Unidos, Manufacturers of Emission Controls Association, 26 pp.
- MECA (2000), *Catalyst-Based Diesel Particulate Filters and NOx Adsorbers: A Summary of the Technologies and the Effects of Fuel Sulfur*, Washington D.C., Estados Unidos, Manufacturers of Emission Controls Association, 28 pp.
- México Haz Algo (2012), *Pretende gobierno federal seguir postergando incumplimiento en distribución de combustibles limpios*, [en línea], disponible en: <http://www.mexicohazalgo.org/2012/03/pretende-gobierno-federal-seguir-postergando-incumplimiento-en-distribucion-de-combustibles-limpios>.
- Minjares, R. J., Posada Sanchez F. (2011), *Estimated Cost of Gasoline Particulate Filters*, Working Paper 2011-8, Estados Unidos, International Council on Clean Transportation, 5 pp.
- Noticias MVS (2011), *Podrán nacionalizar vehículos usados con amparo federal*, [en línea], disponible en: <http://ww2.noticiasmvs.com/noticias/estados/podran-nacionalizar-vehiculos-usados-con-amparo-federal--170.html>.
- Observatorio de la Sostenibilidad en España (2007), *Calidad del aire en las ciudades, clave de sostenibilidad urbana*, España, Universidad de Alcalá, 379 pp.
- Organización de los Estados Americanos (2012), *Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Anexo 300 – A, Sistema de Información de Comercio Exterior, OEA*, [en línea], disponible en: http://www.sice.oas.org/trade/nafta_s/AN300A.asp.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2008), *Prospectiva medioambiental de la OCDE para el 2030*, Francia, OCDE, 15 pp.
- Organización Mundial de la Salud (2006), *Air Quality Guidelines. Global Update 2005*, Dianamarca, Oficinal Regional para Europa, OMS, 484 pp.
- Organización Mundial de la Salud (2006), *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización 2005*, Suiza, OMS, 20 pp.
- Organización Mundial de la Salud (2011), *Burden of disease associated with urban outdoor air pollution for 2008*, [en línea], disponible en: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/burden_disease/en/index.html.
- Organización Mundial de la Salud (2012), *Afrontar el reto mundial de garantizar un aire limpio*, [en línea], disponible en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/air_pollution_20110926/es/index.html.
- Organización Mundial de la Salud (2012), *Air Pollution*, [en línea], disponible en: http://www.who.int/topics/air_pollution/en.
- Organización Mundial de la Salud (2012), *Global Health Observatory Map Gallery*, [en línea], disponible en: <http://gamapserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>.
- Organización Panamericana de la Salud (2005), *An assessment of health effects of ambient air pollution in Latin America and the Caribbean*. Washington D.C., Estados Unidos, OPS.
- Posada Sanchez, F., Bandivadekar A., German J. (2012), *Estimated Cost of Emission Reduction Technologies for Light-Duty Vehicles*, Estados Unidos, International Council on Clean Transportation, 112 pp.
- Presidencia de la República (2005), “Decreto Por el que se establecen las condiciones para la importación definitiva de vehículos automotores usados” en *Diario Oficial de la Federación*, 22 de Agosto de 2005, [en línea], disponible en: [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SHCP/Decretos/22082005\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SHCP/Decretos/22082005(1).pdf).

- Presidencia de la República (2006), *La Industria automotriz se ha convertido en uno de los sectores más dinámicos del proceso industrial en México*, [en línea], disponible en: <http://fox.presidencia.gob.mx/actividades/?contenido=23855>.
- Respira México (2012), *Calidad del aire en países y ciudades del mundo*, [en línea], disponible en: <http://respiramexico.org.mx/2011/09/calidad-del-aire-en-paises-y-ciudades-del-mundo>.
- Reyes, O. y Escalante, R. (2010), “La demanda de gasolinas en México: Efectos y alternativas ante el cambio climático” en Revista *Economía: teoría y práctica*, Nueva Época, 32, enero-junio de 2010, disponible en: http://www.izt.uam.mx/economiatyp/numeros/numeros/32/articulos_PDF/32_4_articulo.pdf.
- Román, R. (2012), Subsidio a la gasolina para 2012 se agotó en primer trimestre en *El Universal*, [en línea], disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/844887.html>.
- Romieu, I., Gouveia, N. y Cifuentes, L. (2012), *Multicity Study of Air Pollution and Mortality in Latin America. Research Report 171*. Boston, Estados Unidos, Health Effects Institute.
- Scott, J. (2011), *¿Quién se beneficia de los subsidios energéticos en México?* México, CIDE, [en línea], disponible en: http://www.cide.edu/cuadernos_debate/Subsidios_energeticos_J_Scott.pdf.
- Secretaría de Economía (2009), *Decreto presidencial del gobierno federal de Felipe Calderón*, [en línea], disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/marco_normativo/D136.pdf.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público Diario Oficial de la Federación (2005), “Decreto por el que se establecen las condiciones para la importación definitiva de vehículos automotores usados” en *Diario Oficial de la Federación*, 22 de agosto de 2005, [en línea], disponible en: [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SHCP/Decretos/22082005\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SHCP/Decretos/22082005(1).pdf).
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (2011), *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*. México, SMADF, 388 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009), *Importación de Vehículos Usados: Una Perspectiva desde emisión de Gases de Efecto Invernadero*, [en línea], disponible en: <http://207.248.177.30/mir/uploadtests/24183.177.59.1.Emisiones%20de%20gases%20de%20efecto%20invernadero.pdf>.
- Sistema de Administración Tributaria (2005), *Decreto por el que se establecen las condiciones para la importación de autos usados*, [en línea], disponible en: http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/informacion_fiscal/leyes/52_7910.html.
- Sistema de Administración Tributaria (2012), *Información Fiscal de Leyes*, [en línea], disponible en: http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/informacion_fiscal/leyes/52_7910.html.
- United States Environmental Protection Agency (2011), *Air Pollution Emissions Overview*, [en línea], disponible en: <http://www.epa.gov/airquality/emissions.html#about>.
- United States Environmental Protection Agency (2011), *Second Prospective Study - 1990 to 2020*, [en línea], disponible en: <http://www.epa.gov/cleanairactbenefits/prospective2.html>.
- Wåhlin, P., et al. (2001), “Pronounced decrease of ambient particle number emissions from Diesel traffic in Denmark after reduction of the sulphur content in Diesel fuel”, *Atmospheric Environment*, Estados Unidos, pp. 3549-3552.
- Walker, A. (2004), “Controlling particulate emissions from Diesel vehicles”, *Topics in Catalysis*, 2004. Vol. 28, Reino Unido, p. 165-170.
- Walker, A., et al. (2004), *The Development and In-Field Demonstration of Highly Durable SCR Catalyst Systems*, Estados Unidos, Society of Automotive Engineers, pp. 548-558.



Centro Mexicano de Derecho Ambiental A. C.

Atlixco 138, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc

México Distrito Federal, C.P. 06140

www.cemda.org.mx



Centro Mexicano de Derecho Ambiental



CEMDA