

Calidad del aire en la Ciudad de México

Informe 2010

PRESENTACIÓN

El aire es un bien común al que todas y todos tenemos derecho. Es un recurso compartido que tenemos la obligación de cuidar y preservar, y por ello la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal tiene dentro de sus tareas más importantes el reducir el impacto de nuestras actividades cotidianas en la atmósfera y remediar el deterioro progresivo de la calidad del aire.

En los últimos años, las políticas de gestión de la calidad del aire se han orientado principalmente a mejorar el transporte público, fomentar el uso del transporte escolar, reforzar el programa de verificación vehicular y promover el uso de alternativas de transporte no motorizado. Por otra parte, a través de la coordinación metropolitana se mantiene la aplicación de políticas públicas en las entidades que conviven en la Ciudad de México y su área metropolitana. Estas acciones han permitido que durante 2010 se mantenga el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en la mayoría de los contaminantes del aire y continúe la tendencia a la baja en los indicadores de ozono y partículas suspendidas.

Mediante el monitoreo continuo y permanente de la calidad del aire es que damos seguimiento a las políticas que hemos implementado, y con el propósito de compartir con los habitantes de la Ciudad de México los avances que se han logrado en esta materia, me complace presentar el Informe de la Calidad del Aire en la Ciudad de México 2010.

*La Secretaria del Medio Ambiente
Martha Delgado Peralta*

Jefe de Gobierno del Distrito Federal
Marcelo Ebrard Casaubón

Secretaría del Medio Ambiente
Martha Delgado Peralta

Director General de Gestión de la Calidad del Aire
Víctor Hugo Páramo Figueroa

Dirección de Monitoreo Atmosférico
Armando Retama Hernández

Coordinación editorial

Armando Retama Hernández, Guadalupe Granados Gutiérrez e
Ivalu Loya Moreno

Infografía

Jorge Cornejo Martínez y Ramón Gaona Díaz

Gráficos y mapas

Mónica Jaimes Palomera

Diseño editorial y de portada

Ivalu Loya Moreno

D.R. © 2010 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal
Plaza de la Constitución N° 1, 3er. Piso Col. Centro, C.P. 06068, Del. Cuauhtémoc,
México, D.F., www.sma.df.gob.mx

Los compendios en archivos electrónicos que forman parte de esta publicación, así
como la publicación en formato electrónico están protegidos bajo la licencia Creative
Commons 2.5 Atribución No comercial / Licenciamiento Recíproco.



Hecho en México
Made in Mexico

5	RESUMEN EJECUTIVO
8	INTRODUCCIÓN
10	CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS
20	EL CLIMA
26	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE
35	TENDENCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE
41	ACTIVACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES ATMOSFÉRICAS
47	DEPÓSITO ATMOSFÉRICO Y LLUVIA ÁCIDA
52	PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2002-2010
54	ANEXOS



La información presentada en este informe es el resultado de un trabajo de equipo realizado por el personal técnico-operativo de la Dirección de Monitoreo Atmosférico, quienes cada día hacen un esfuerzo importante con dedicación y compromiso.

Dirección de Monitoreo Atmosférico

Armando Retama Hernández, Guadalupe Granados Gutiérrez, Mónica Jaimes Palomera.

Subdirección de Análisis

Cristina Ortuño Mojica, Isabel Graciela González Merino, Rocío Carmona Mártir, Gabriela Domínguez Lima, Xóchitl Loretto Carmona, Laura E. Ocampo Trejo, Nora O. Ocampo Trejo, Alejandro Gallardo Pérez, Samuel López Venegas, Arturo Navarrete Miranda, Eduardo Preciado Martínez, Ángel Sánchez Martínez.

Subdirección de Meteorología

Alfredo Alfonso Soler, Marco G. Hernández Hernández, José Ávalos Torres, Arturo Pérez Sesma.

Subdirección de Monitoreo

Olivia Rivera Hernández, Miguel Sánchez Rodríguez, Arturo Galicia Zepeda, Jorge J. Domínguez Ochoa, Alfonso López Medina, Alejandro Campos Díaz, Luis Héctor García Romero, César Gabriel Abad Mendoza, Raúl Jesús Amador Calderón, Julio César Argueta Rodríguez, Alfredo Bermúdez Alvarado, Juan

Manuel Campos Díaz, Salvador Cervantes Garduño, Eloy Contreras Sánchez, José Gabriel Elías Castro, Sergio Flores Gordillo, Jorge Hernández Hernández, Raymundo Juárez Hernández, Eugenio Rafael López Arredondo, Alejandro Miguel Muñoz, Ricardo Alberto Pérez Hernández, Adrián Pérez Narváez, Anabel Rivera Arenas, Irma Alicia Rojas Sosa, Antonio Silva Hernández, José Martín Suástegui Nolasco, Fernando Alonso Vega Bernal.

Subdirección de Sistemas

Alejandro Ríos Mejía, José Luis del Río Jáuregui, Mauricio Hernández Mote, Juan Manuel Arriaga Cosío, Jorge Cornejo Martínez, Leyda Castro Rodríguez, Erick Consejo Valenzuela, Ivalu Loya Moreno, Paloma Macías Hernández, Fernando Delgadillo Gómez, Ramón Gaona Díaz, Christian Pérez Romero, Edgar Piedras Camacho, Edgar Rojas Ruiz, Víctor Valdez Espinoza.

Administración

Margarita Barrientos Contreras, Lourdes González Mora, Francisco J. Serrano Vázquez.

También agradecemos al Dr. Humberto Bravo Álvarez, el Dr. Rodolfo Sosa Echeverría y su equipo del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, a la Subdirección de Macromedición y Control de Redes del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, a la Fuerza Aérea Mexicana, al Aeropuerto Internacional Benito Juárez Ciudad de México y al Servicio Meteorológico Nacional coordinado por el M. en C. Felipe Adrián Vázquez Gálvez.



A Cruz Salinas entrañable compañero y amigo,
por los 47 años de su vida dedicados al monitoreo de la
calidad del aire en la Ciudad de México.
Con todo el cariño, respeto y reconocimiento a su labor.

RESUMEN EJECUTIVO

Tras la aplicación de las medidas integrales contenidas en los últimos tres programas ambientales en un periodo de 20 años, la calidad del aire de la Ciudad de México reporta una importante mejoría en prácticamente todos los contaminantes que se miden en el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT). A pesar de esto, las concentraciones de ozono y partículas suspendidas aun se mantienen por encima de los valores recomendados por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Sin embargo, los resultados del monitoreo indican un avance en la reducción de las concentraciones de ozono, ya que en 2010 se reportó el mayor número de días con una concentración de ozono menor a los 100 puntos del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). Este valor es el más alto de los últimos 24 años.

CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Durante 2010 las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y plomo, se mantienen dentro de los valores recomendados por las NOM. Por otra parte, el ozono y las partículas suspendidas continúan registrando valores superiores a los recomendados por la NOM.

En el caso de ozono, en todas las estaciones de monitoreo la concentración de este contaminante superó los valores establecidos por la NOM: 0.110 ppm promedio horario y 0.080 ppm para el 5° máximo del promedio de 8 horas. Los valores máximos se registraron en la estación Cuajimalpa (CUA), con un promedio horario de 0.208 ppm y en Tacuba (TAC) con un valor de 0.123 ppm para el indicador de 8 horas.

Por otra parte, las tres fracciones de partículas suspendidas reportadas para la Ciudad de México rebasaron las recomendaciones de la NOM, principalmente en los municipios del Estado de México.

EL CLIMA

El clima es el principal factor que condiciona la acumulación o dispersión de los contaminantes del aire. Las condiciones del clima permiten definir las épocas climáticas y su relación con el comportamiento de los contaminantes.

Durante 2010, la temperatura promedio anual fue de 17°C. En este año se registró una temperatura máxima 34°C en el mes de mayo y una mínima de -5°C en noviembre. El número de inversiones térmicas aumentó a 107 registrando un mayor número en los meses de abril

y diciembre. La precipitación pluvial acumulada fue de 700 mm, de los cuales 556 mm correspondieron a los meses de la época de lluvia.

La radiación solar registró en los meses de marzo a agosto el mayor número de días con valores del Índice de Radiación Solar UV con condición ALTA y EXTREMADAMENTE ALTA.

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El comportamiento temporal de los contaminantes presenta diferencias en cada época climática. En la época seca-caliente (marzo a mayo) se presentaron las mayores concentraciones de ozono, mientras para el resto de los contaminantes fue en la época seca-fría (noviembre a febrero). El efecto de la lluvia en los meses de junio a octubre, permitió la disminución de todos los contaminantes.

En cuanto a la distribución espacial, las demarcaciones del norte del área metropolitana reportan las concentraciones máximas de partículas menores a 10 micrómetros, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de azufre. Mientras que las demarcaciones del sur del Distrito Federal, registran los valores máximos para los contaminantes secundarios como el ozono.

TENDENCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

Un esquema de gestión ambiental permite lograr una mejoría en la calidad del aire implementando medidas para mitigar las concentraciones de contaminantes atmosféricos. El monitoreo de estos contaminantes y el análisis de su tendencia histórica permite evaluar la eficacia de estas medidas. Al evaluar la reducción neta de cada contaminante, considerando 1989 como año base, se mantiene la tendencia descendente en las concentraciones de los contaminantes. Destaca el caso de dióxido de azufre y plomo, que registran una reducción de 88% y 98%, respectivamente. En el caso de ozono y partículas menores a 10 micrómetros, la reducción es de 39% y 68%, respectivamente.

En los indicadores de la NOM, durante 2010 se observó un ligero incremento en la concentración de monóxido de carbono, dióxido de azufre, ozono y partículas menores a 2.5 micrómetros, con respecto al año previo.

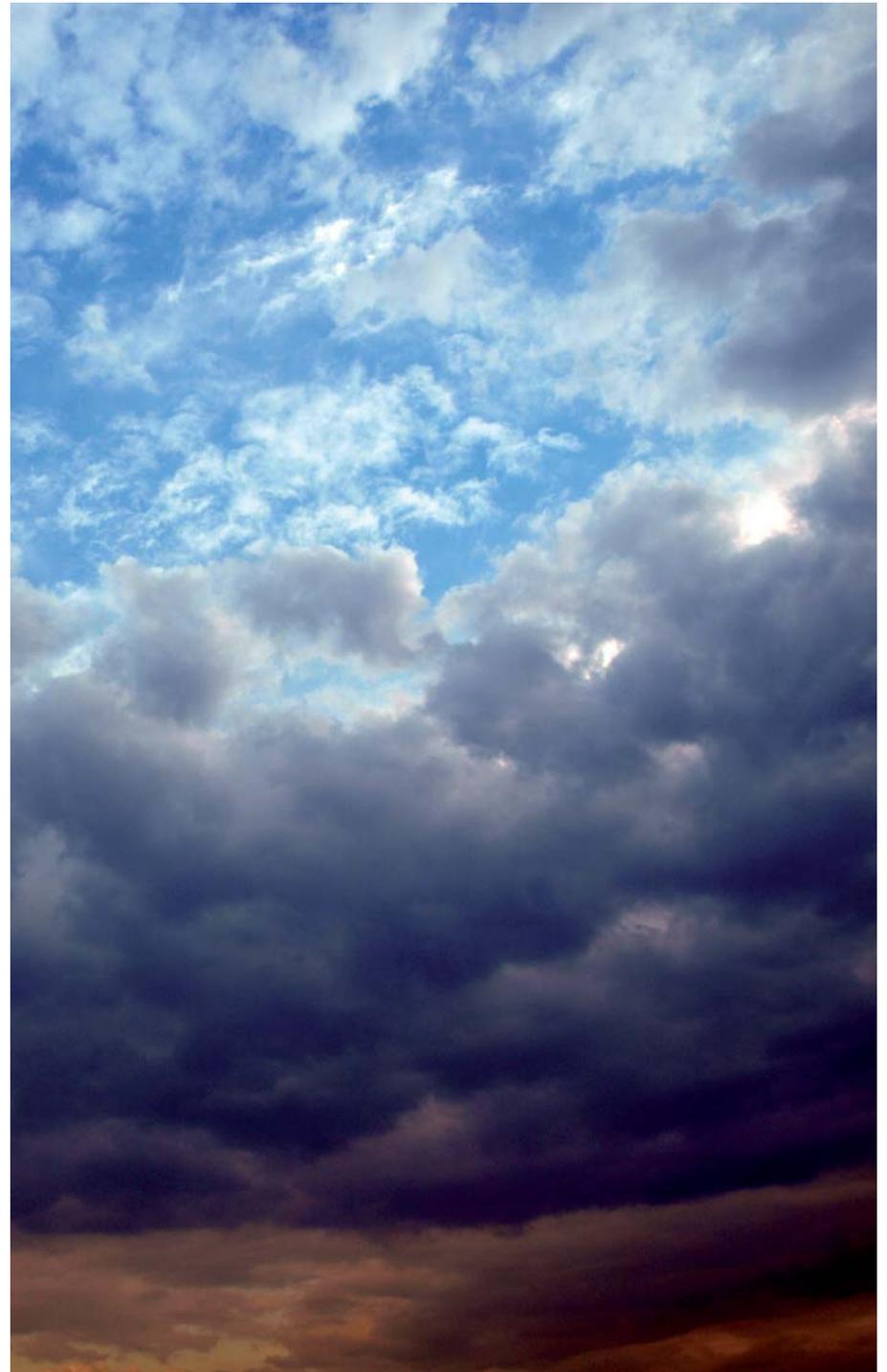
ACTIVACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES ATMOSFÉRICAS

En 2010 se instrumentó en tres ocasiones la Fase de Precontingencia por ozono. La primera ocurrió el 3 de mayo en la estación ENEP Acatlán (EAC) con un valor máximo 165 IMECA (185 ppb) y fue desactivada hasta el 5 de

mayo. La segunda se presentó en la misma estación el 31 de mayo con un valor de 172 IMECA (189 ppb) y una duración de 48 horas. La tercera activación ocurrió el 4 de junio en la estación UAM Iztapalapa (UIZ) con un valor máximo de 161 IMECA (181 ppb) y fue desactivada 24 horas después.

DEPÓSITO ATMOSFÉRICO Y LLUVIA ÁCIDA

El análisis del depósito atmosférico indica que la zona suroeste de la Ciudad de México fue la más afectada por la presencia de lluvia ácida. El sitio de monitoreo Eco-guardas Ajusco (EAJ), localizado en la zona montañosa del Ajusco al sur del Distrito Federal, registró el valor mínimo de pH con 4.1. De igual manera, esta zona recibió la mayor cantidad de depósito de iones con 14.4 a 20.0 kg/ha de nitrato, 15.3 a 19.9 kg/ha de sulfatos y 8.7 y 11.0 kg/ha de amonio.



INTRODUCCIÓN

Como cada año, la Dirección de Monitoreo Atmosférico publica su informe anual de calidad del aire. Este informe está dirigido a los habitantes de la Ciudad de México con el propósito de ofrecerles una visión completa del estado que guarda la calidad del aire en la metrópoli y el nivel de cumplimiento de la normatividad; también presenta los resultados de manera objetiva en el contexto de las acciones ambientales instrumentadas durante el año, además de ofrecer una actualización de las tendencias. El documento se ha escrito en un lenguaje sencillo, con un tamaño de letra adecuado para dispositivos electrónicos, dando prioridad a las imágenes y al lenguaje visual.

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO

En 2010, la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal asignó un presupuesto de 4.49 millones de pesos para su operación. Estos recursos se invirtieron en la adquisición de refacciones, consumibles y servicios necesarios para la operación de las 48 estaciones de monitoreo de la calidad del aire con las que cuenta el SIMAT.

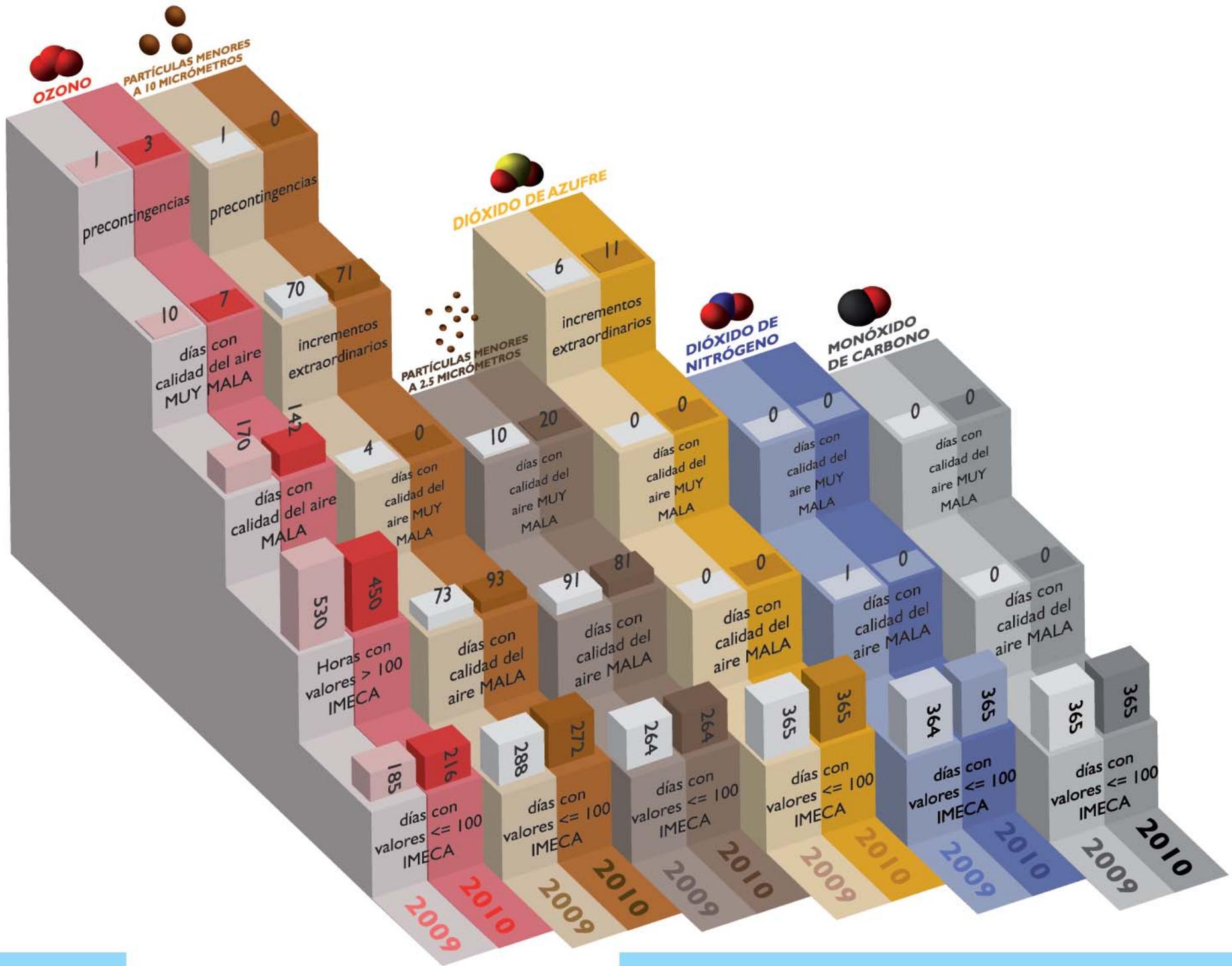
Como cualquier sistema el SIMAT está expuesto a factores externos que pueden limitar su operación y funcio-

namiento. En 2010 la estación Plateros (PLA) ubicada en la delegación Alvaro Obregón, suspendió el monitoreo de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y partículas suspendidas, debido a la construcción de un edificio a escasos metros. Al concluir la obra el edificio obstruirá completamente la estación lo que obligará en el corto plazo a su reubicación. Por otra parte, del 19 de febrero al 20 de marzo una huelga en el Colegio de Postgraduados obligó a suspender temporalmente el monitoreo en la estación Chapingo (CHA), en el municipio de Texcoco. En el caso de las estaciones Camarones (CAM), San Agustín (SAG), Chalco (CHO) y Tlalpan (TPN), problemas de suministro de energía eléctrica provocaron la pérdida de datos. Finalmente, el retraso en la compra y entrega de refacciones comprometió la operación de 11 de 16 estaciones meteorológicas. El detalle de la operación de cada estación se describe en el Anexo E.

ANÁLISIS DEL DEPÓSITO ATMOSFÉRICO

Como cada año, la Dirección de Monitoreo Atmosférico contó con el apoyo de la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México, para el análisis fisicoquímico de las muestras recolectadas en la Red de Depósito Atmosférico.

NUMERALIA



México cuenta con un marco regulatorio vigente para la protección de la salud pública contra los efectos del deterioro ambiental. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) señala que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país. Asimismo, la Ley General de Salud establece que las autoridades sanitarias deberán proponer las normas necesarias que regulen los niveles de contaminantes ambientales y tomar medidas para proteger la salud humana ante riesgos asociados a la contaminación.

En este contexto, la Secretaría de Salud publicó las Normas Oficiales Mexicanas de salud ambiental (NOM), que establecen valores límite de protección a la salud de la población contra los daños provocados por los contaminantes ozono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, plomo, partículas suspendidas totales, partículas menores a 10 micrómetros y partículas menores a 2.5 micrómetros.

Es obligación de autoridades estatales y municipales dar cumplimiento a estas normas, y es responsabilidad del gobierno federal vigilar que se lleven a cabo. Si esto no

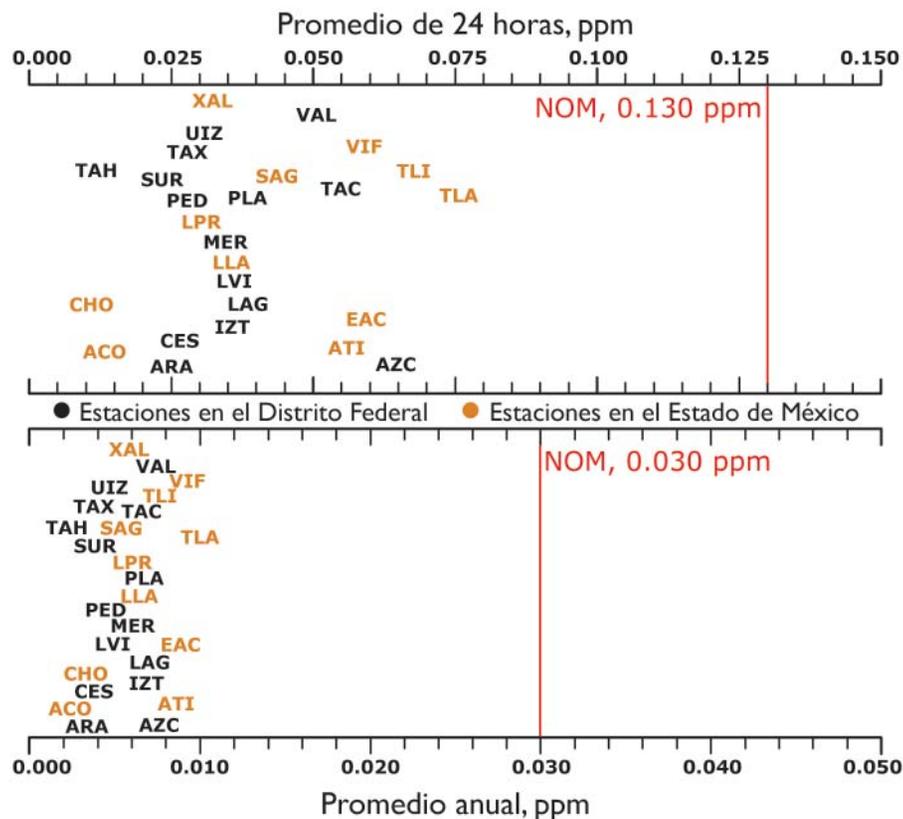
ocurre, los gobiernos estatales en coordinación con sus delegaciones o municipios, deberán adoptar medidas de gestión necesarias para disminuir los niveles de los contaminantes que representen un riesgo para la salud.

En el Distrito Federal, la Secretaría del Medio Ambiente es responsable de vigilar el cumplimiento de las NOM en materia de calidad del aire y establecer los programas necesarios para disminuir los niveles de los contaminantes que representan un riesgo para la población. Sin embargo, las dimensiones actuales de la Ciudad de México rebasan los límites geográficos del Distrito Federal y su área metropolitana, con 18 municipios del Estado de México, en los cuales habitan 9.4 millones de personas, más alrededor de 8.9 millones en el Distrito Federal. Debido a lo anterior, la gestión de la calidad del aire en la Ciudad de México no se puede administrar de forma separada, a pesar de las diferencias ambientales, sociales y económicas entre ambas entidades, por lo que es necesario aplicar políticas metropolitanas y coordinar actividades en un marco de corresponsabilidad.

Por lo anterior, en esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en la Ciudad de México y su área metropolitana. Los resultados se presentan por estación de monitoreo, entidad federativa, y un comparativo histórico e internacional.

DIÓXIDO DE AZUFRE. El dióxido de azufre es un compuesto gaseoso que se forma de la combustión del azufre o compuestos que contienen azufre en presencia de aire. En la Ciudad de México, su principal fuente es la quema de combustibles fósiles, sin embargo, se puede generar de forma natural; además, es un importante precursor de los aerosoles secundarios y la lluvia ácida. Su Norma Oficial Mexicana es:

NOM-022-SSA I - 1993	
0.130 ppm máximo promedio de 24h	0.030 ppm promedio anual



NOM

Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.130 ppm máximo promedio de 24h	0.076 ppm	SI
0.030 ppm promedio anual	0.010 ppm	

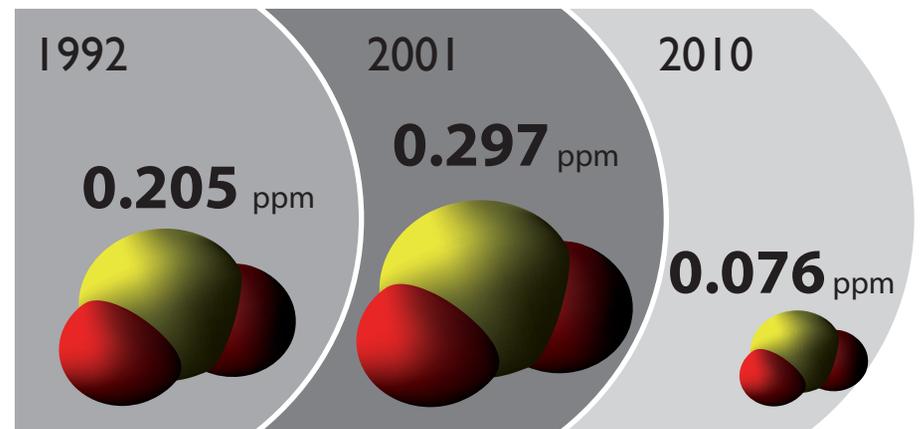


Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.140 ppm promedio de 24h	0.076 ppm	SI
0.030 ppm promedio anual	0.010 ppm	SI
0.075 ppm promedio trianual del percentil 99	0.194 ppm	NO



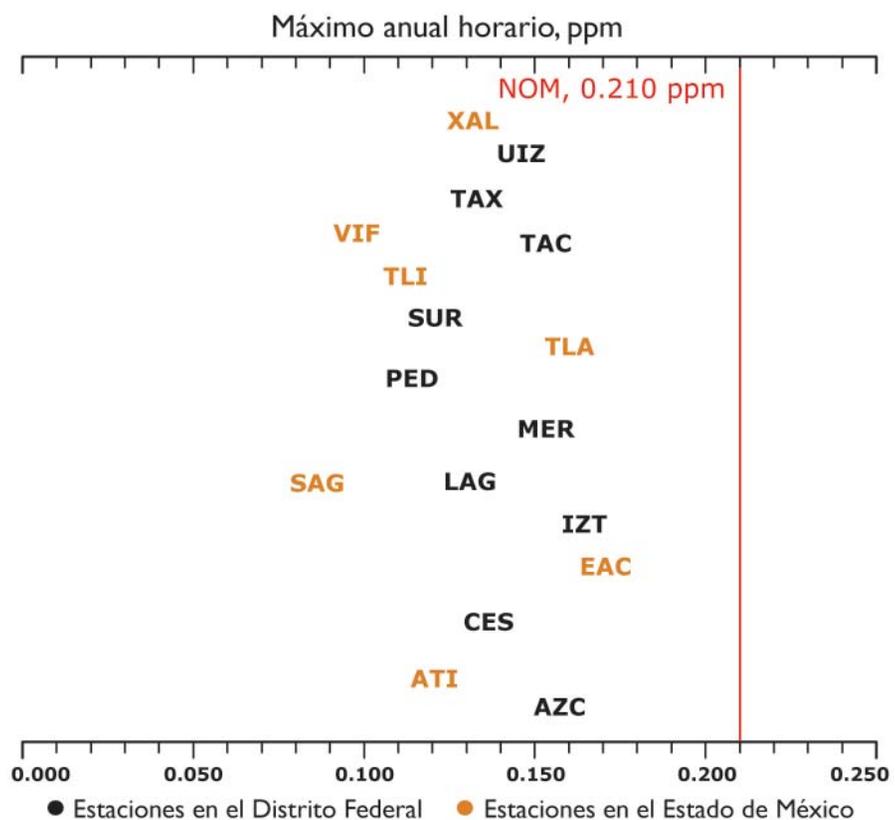
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
20 µg/m ³ promedio de 24h	156 µg/m ³	NO
500 µg/m ³ promedio de 10 min	967 µg/m ³	NO

Comparativo del máximo promedio de 24h



DIÓXIDO DE NITRÓGENO. El dióxido de nitrógeno es un compuesto gaseoso color café-rojizo y de olor característico e irritante. Se genera en la mayoría de los procesos de combustión que utilizan aire como oxidante. Es componente principal en la formación del ozono y contribuye a la disminución de la visibilidad. En la Ciudad de México, este contaminante es regulado con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-023-SSA I - 1993
0.210 ppm máximo promedio horario



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.210 ppm máximo promedio horario	0.171 ppm	SI

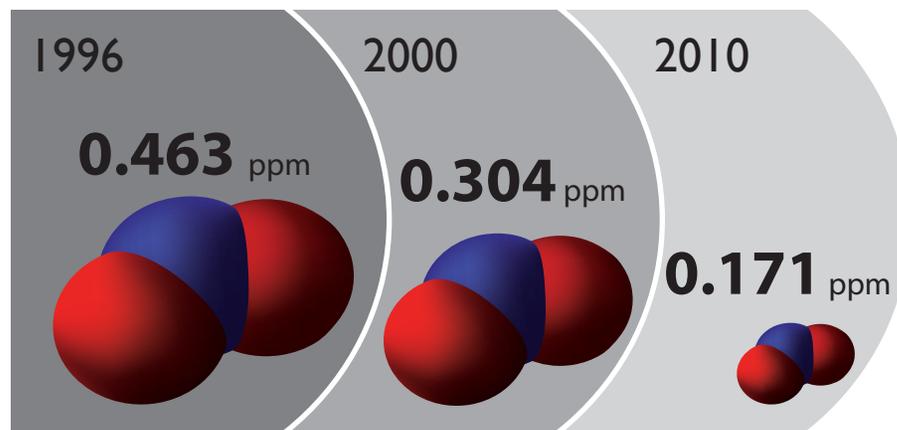


Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.100 ppm promedio trianual del percentil 98	0.142 ppm	NO
0.053 ppm promedio anual	0.037 ppm	SI



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
200 µg/m ³ promedio de 1h	252 µg/m ³	NO
40 µg/m ³ promedio anual	55 µg/m ³	NO

Comparativo del máximo promedio horario



MONÓXIDO DE CARBONO. El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, producto de la combustión incompleta de hidrocarburos o biomasa en presencia de aire como oxidante. También se produce cuando no existe suficiente oxígeno para alcanzar el producto de la oxidación completa del dióxido de carbono (CO₂). En la Ciudad de México este contaminante es regulado con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-021-SSA1-1993
11.0 ppm máximo promedio de 8h



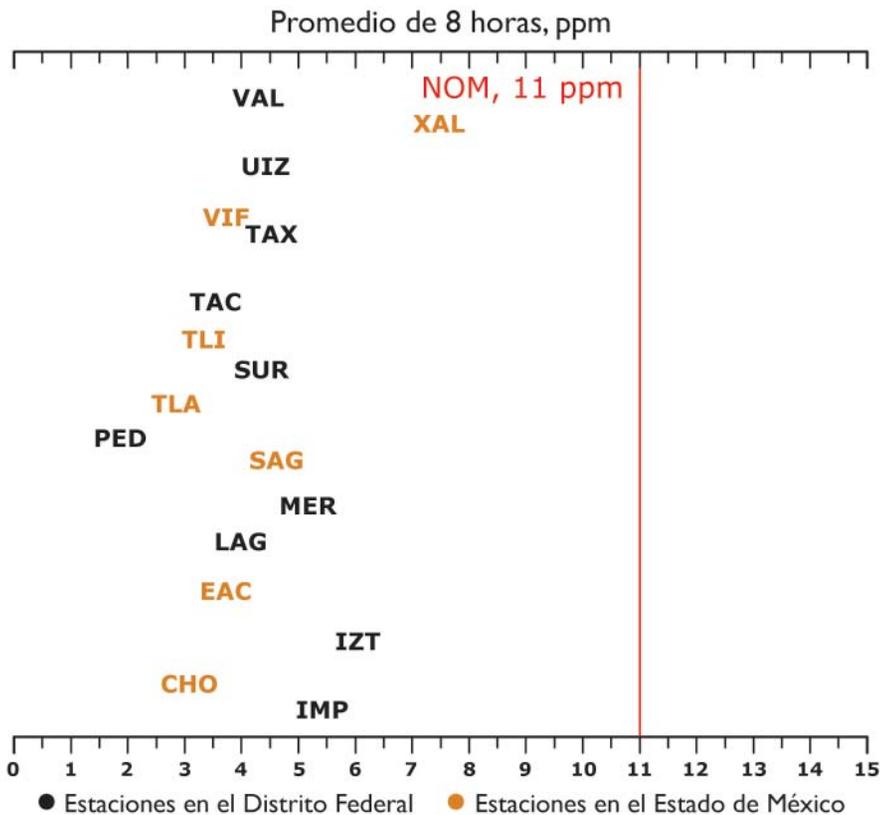
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
11.0 ppm máximo promedio de 8h	7.5 ppm	SI



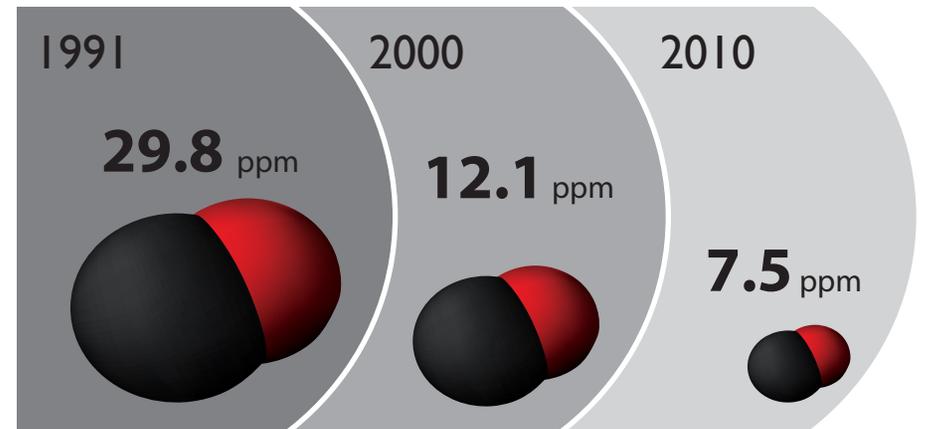
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
9.0 ppm máximo diario de 8h	7.5 ppm	SI
35.0 ppm máximo promedio de 1h	11.3 ppm	SI



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
10 000 µg/m ³ promedio diario de 8h	6731 µg/m ³	SI
30 000 µg/m ³ máximo promedio de 1h	10 142 µg/m ³	SI

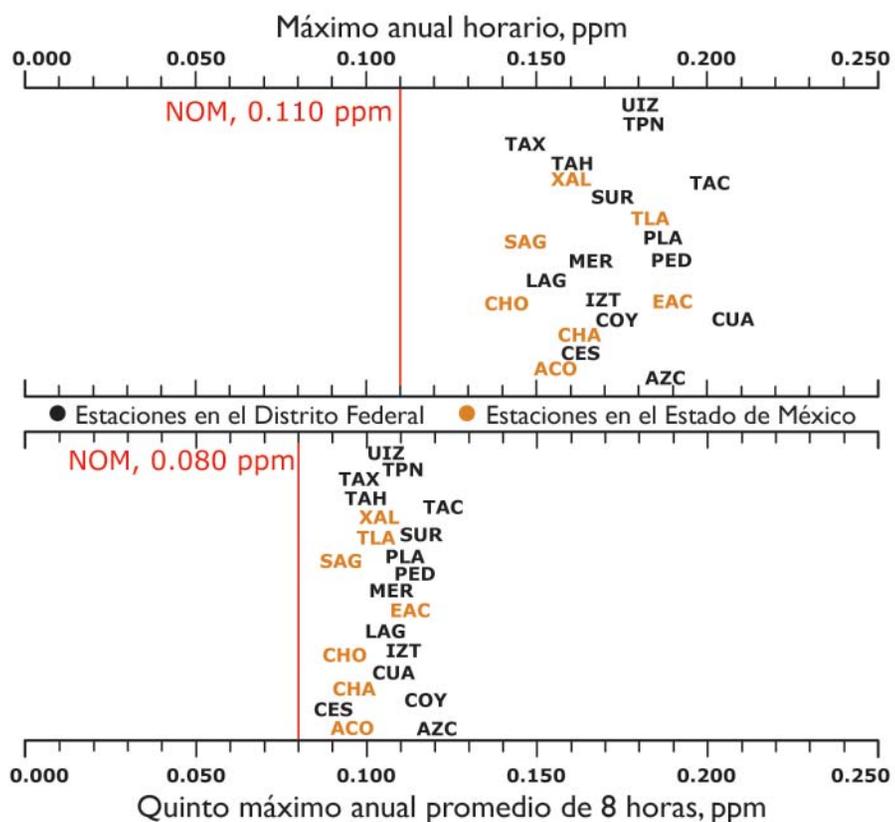


Comparativo del máximo promedio de 8h



OZONO. Es un compuesto gaseoso fuertemente oxidante y muy reactivo, que a nivel de superficie se considera un contaminante. En ambientes urbanos, es el principal componente del *smog* fotoquímico y se forma de reacciones entre los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, en presencia de radiación solar. En la Ciudad de México este contaminante es regulado con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-020-SSAI-1993	
0.110 ppm máximo promedio horario	0.080 ppm quinto máximo anual de 8h



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.110 ppm máximo promedio horario	0.208 ppm	NO
0.080 ppm quinto máximo anual de 8h	0.123 ppm	

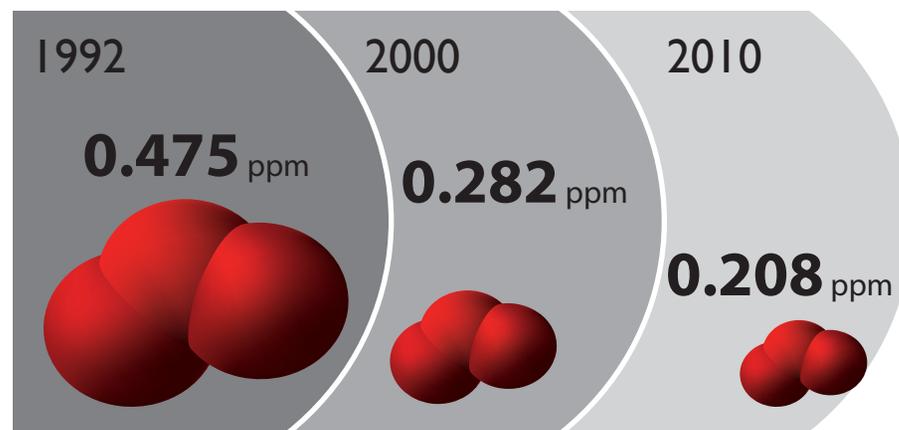


Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.075 ppm promedio trianual del 4º máximo 8h	0.125 ppm	NO



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
100 µg/m³ máximo promedio de 8h	237 µg/m³	NO

Comparativo del máximo promedio horario

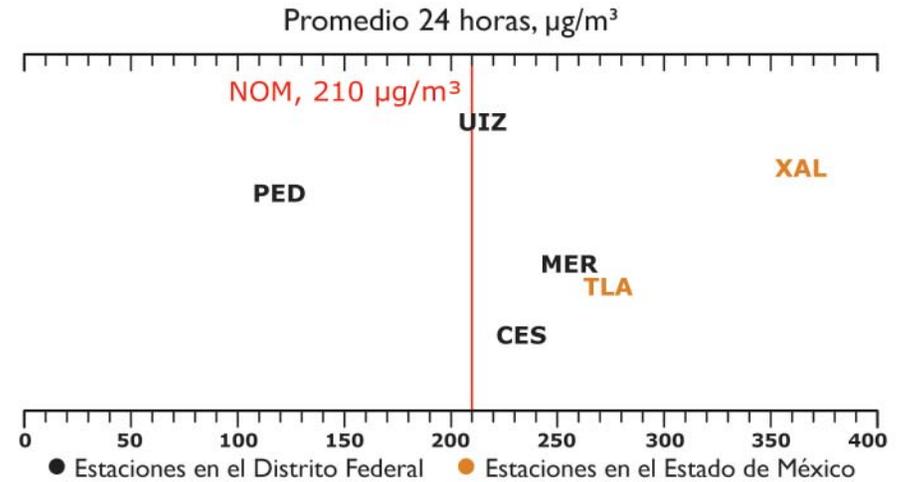


PARTÍCULAS SUSPENDIDAS

Las partículas suspendidas son una mezcla de diversos compuestos con forma, tamaño, composición y propiedades diferentes. Pueden ser emitidas directamente por procesos de combustión, actividades de construcción, molienda o triturado, también de la explotación de bancos de materiales, incendios o el polvo arrastrado por el viento. Sin embargo, algunas partículas pueden formarse en la atmósfera de la transformación de otros contaminantes gaseosos emitidos por la industria, los vehículos o actividades domésticas. Su presencia en la atmósfera depende principalmente de su tamaño y la velocidad del viento.

PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES. El término partículas suspendidas totales se refiere a todo aquel material sólido o líquido en suspensión con un diámetro aproximado menor a 50 micrómetros. Un gran porcentaje de estas partículas se sedimentan fácilmente después de ser emitidas al aire ambiente y permanecen poco tiempo en suspensión. Dentro de esta fracción se encuentran contenidas las PM_{10} y $PM_{2.5}$. En la Ciudad de México este contaminante es regulado por la Norma Oficial Mexicana:

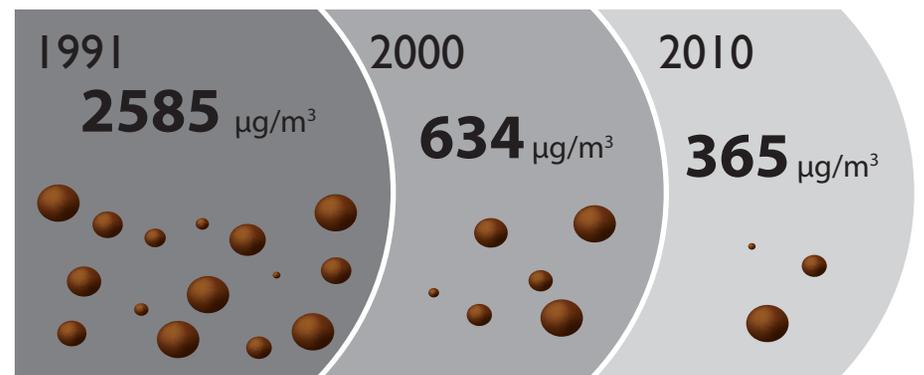
NOM-025-SSAI-1993
210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98 promedio de 24h



NOM	Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98 promedio de 24h	365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO

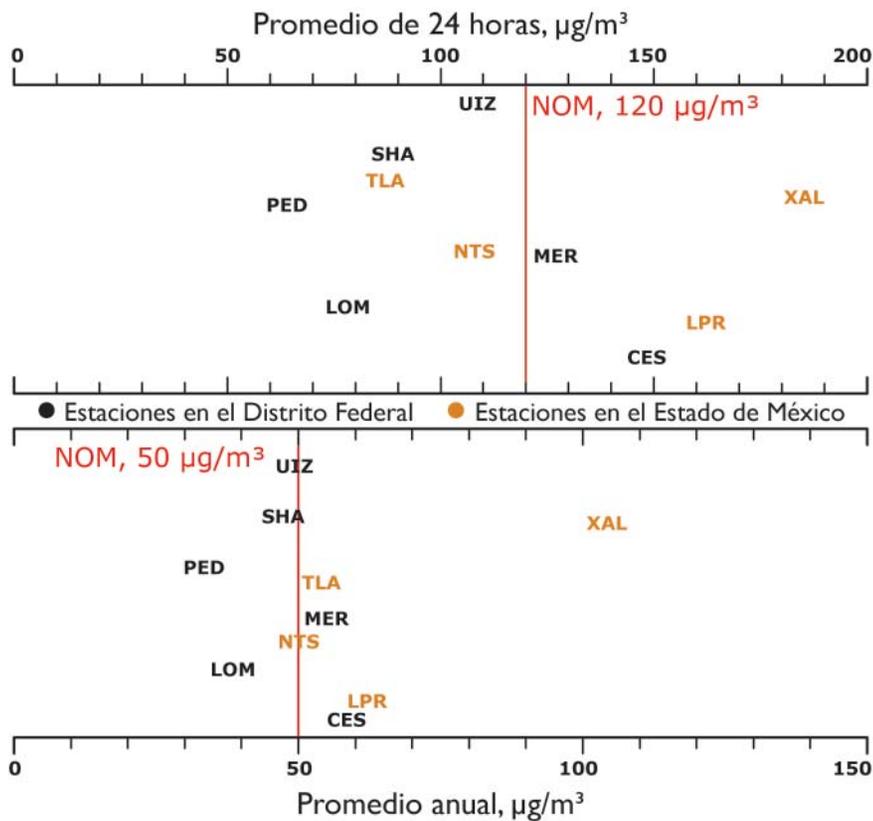
La mayoría de las normas internacionales han reemplazado este contaminante por PM_{10} , por lo tanto no existen indicadores para realizar la comparación contra los valores de la Ciudad de México.

Comparativo del promedio de 24h



PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS. Dentro de las PST se encuentra una fracción que corresponde a las partículas menores a 10 micrómetros, la cual representa a aquellas partículas que pueden pasar la laringe y penetrar a las regiones torácicas bajas del sistema respiratorio. En la Ciudad de México este contaminante es regulado con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-025-SSA I - 1993	
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98 promedio de 24h	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98 promedio de 24h	186 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual	104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

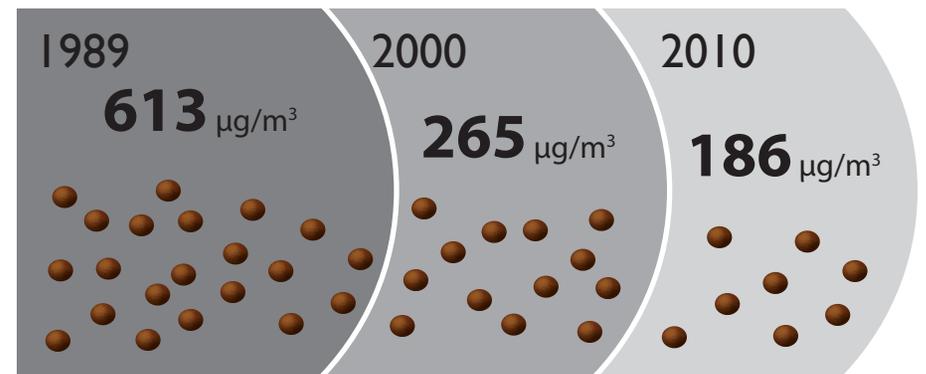


Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio trianual del 2º máximo de 24h	189 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 99, 24h	227 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual	104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO

Comparativo del promedio de 24h



PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICRÓMETROS. Dentro de las PM_{10} existe una fracción que corresponde a aquellas partículas menores a 2.5 micrómetros, la cual se conoce también como partículas finas y provienen principalmente de la transformación de los gases emitidos por fuentes contaminantes. En el sistema respiratorio pueden alcanzar las regiones más profundas, por lo que en la Ciudad de México son reguladas con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-025-SSA I - 1993	
65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98 promedio de 24h	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual

NOM

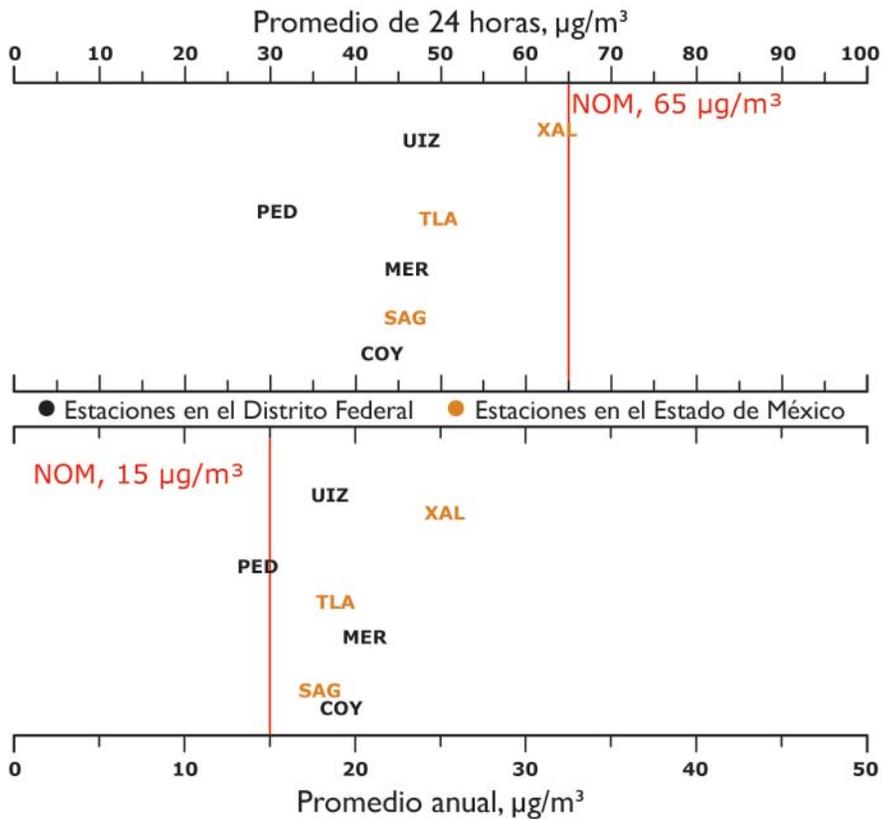
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98 promedio de 24h	64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	



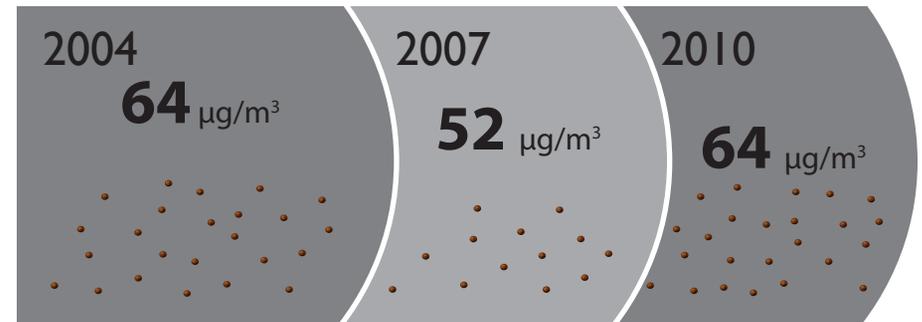
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio trianual del percentil 98, 24h	56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio trianual	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 99, 24h	64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO
10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO



Comparativo del promedio de 24h



PLOMO. El plomo es un metal pesado de alta toxicidad y es un componente poco abundante en la corteza terrestre, se emite a la atmósfera de manera natural en erupciones volcánicas, aerosol marino, incendios forestales y el polvo del suelo. Los procesos de fundición, la quema de combustibles fósiles, algunas pinturas y recubrimientos y el uso de las gasolinas con plomo son las principales fuentes antropogénicas.

En la Ciudad de México la principal fuente de este contaminante era el tetraetilo de plomo utilizado como antidetonante en las gasolinas, sin embargo, desde 1996 se discontinuó su uso. Es regulado con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-026-SSA I-1993
1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ máximo promedio trimestral

NOM

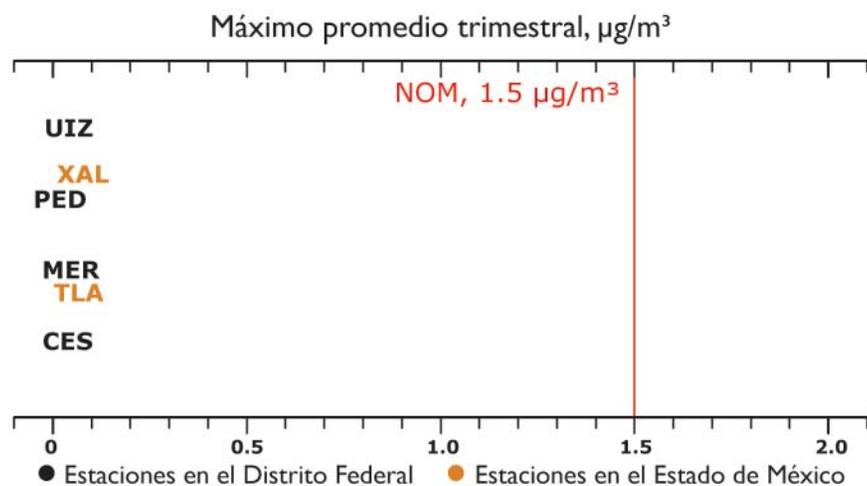
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ máximo promedio trimestral	0.075 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SI



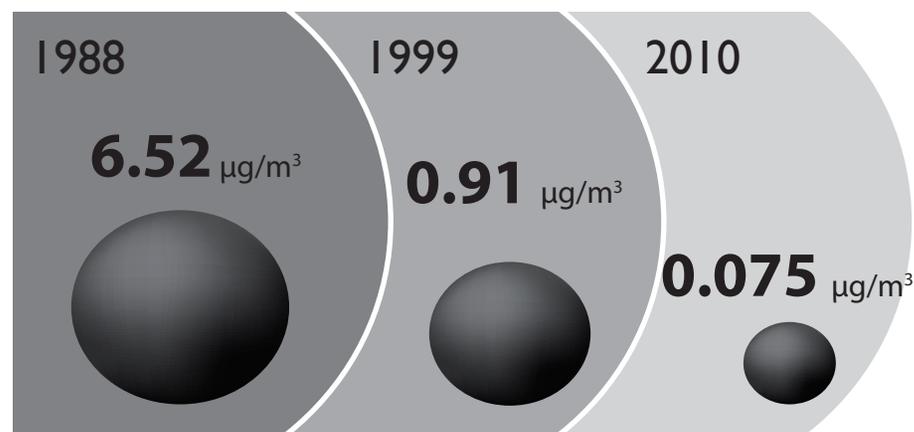
Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio de cualquier periodo de tres meses en tres años	0.134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SI
0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ máximo promedio móvil trimestral	0.131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SI



Valor recomendado	Valor 2010	Cumple
0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual	0.061 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SI



Comparativo del máximo promedio trimestral



EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA SALUD

SO₂: Causa broncoconstricción, bronquitis y traqueítis. Agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes.



NO₂: Irrita las vías respiratorias. Causa bronquitis y pulmonía. Reduce significativamente la resistencia respiratoria a las infecciones.



CO: Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células. Provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte.



Benceno: Produce efectos nocivos en la médula ósea. Se asocia con el desarrollo de leucemia mieloide. Daña el sistema inmunológico. En las mujeres, puede provocar irregularidades en la matriz. En mujeres embarazadas, el benceno puede pasar de la sangre de la madre al feto.



O₃: Irrita el sistema respiratorio. Reduce la función pulmonar. Agrava el asma. Inflama y daña las células que recubren los pulmones. Agrava las enfermedades pulmonares crónicas. Causa daño pulmonar permanente. Se asocia directamente a incrementos en la mortalidad.



Pb: Causa retraso en el aprendizaje y alteraciones de la conducta.



PM₁₀: Agravan el asma. Favorecen las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar. Se asocia directamente a incrementos de la mortalidad en todos los grupos de población.



PM_{2.5}: Ingresan a la región más profunda del sistema respiratorio. Agravan el asma. Reducen la función pulmonar. Están asociadas con el desarrollo de la diabetes. Existe una relación con la mortalidad en todos los grupos de población. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar.



EL CLIMA

El tiempo se refiere a las condiciones de temperatura, precipitación y viento, en un momento específico. Las variaciones en estas condiciones dependen generalmente del movimiento de grandes masas de aire, provocados por cambios en la presión y densidad en diferentes regiones de la atmósfera. Estos cambios pueden generar cielos despejados y clima agradable, cuando existe un sistema de alta presión, o provocar una disminución en la temperatura y/o lluvias intensas, cuando existe un sistema de baja presión.

El clima describe las variaciones en el tiempo atmosférico de una región en el largo plazo. En la Ciudad de México el clima ha sido más o menos estable y con poca variabilidad durante un largo periodo de tiempo, sin embargo, en los últimos 40 años se ha observado un incremento en la temperatura ambiente asociado principalmente con el efecto de isla de calor, provocado por la modificación de la cobertura del suelo, que originalmente era lacustre y actualmente está cubierto por concreto y asfalto.

En la Ciudad de México, durante los meses de invierno, las noches largas y los cielos despejados son responsables de la formación de inversiones térmicas de super-

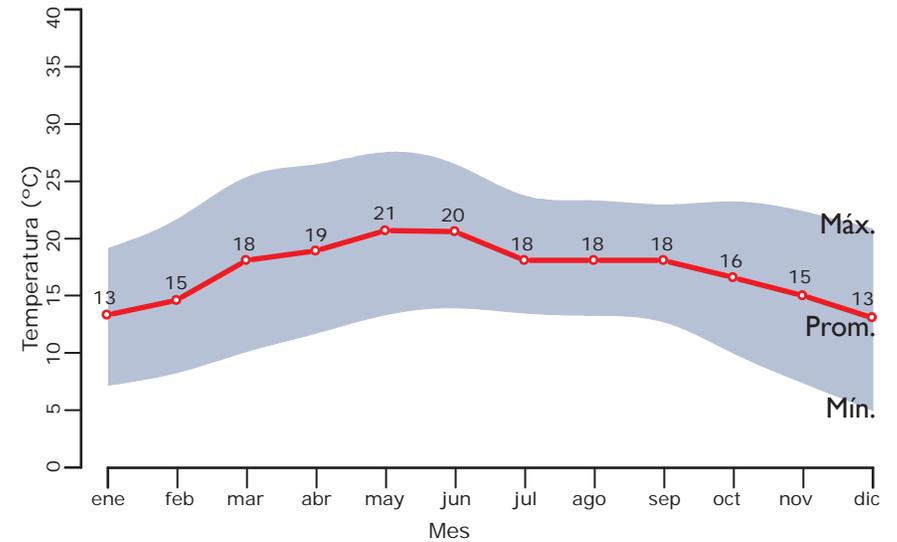
ficie durante las mañanas. Estas inversiones impiden la dispersión de la contaminación y provocan incrementos importantes en la concentración de algunos contaminantes como las partículas suspendidas. La acumulación de contaminantes cerca del suelo provoca una densa capa sobre la ciudad, típica en las mañanas de invierno, que limita considerablemente la visibilidad.

Durante los meses de primavera, los días son más largos y predominan sistemas de alta presión en la República, lo que favorece cielos despejados y la formación de inversiones térmicas en las capas media y baja de la atmósfera; incluso se pueden registrar inversiones térmicas de superficie que desaparecen en las primeras horas de la mañana por el incremento de la temperatura. En estos meses secos y cálidos, las condiciones meteorológicas son favorables para la formación del *smog* fotoquímico, el ozono y los aerosoles secundarios. La presencia de concentraciones altas de aerosoles provoca una bruma blanquecina que ocasiona una pésima visibilidad.

Los sistemas de baja presión generalmente provocan viento y lluvia que dispersan la contaminación, y pueden transportarla y depositarla a varios kilómetros del sitio donde se generó. La presencia de lluvia ácida en regiones alejadas de las fuentes de emisión es un ejemplo de lo anterior.

TEMPERATURA AMBIENTE

El promedio anual de la temperatura ambiente en 2010 fue de 17°C, con una temperatura promedio máxima de 28°C durante el mes de mayo y un mínimo promedio de 5°C durante diciembre. La temperatura presentó un comportamiento estacional, con la máxima durante los meses de abril a junio, y la mínima durante el invierno. De acuerdo con los registros de Sistema de Monitoreo Atmosférico, la temperatura horaria máxima se registro el día 2 de mayo a las 15:00 con un valor de 34°C en la estación Cerro de la Estrella (CES), mientras que la mínima se registró el 5 de noviembre a las 7:00 con un valor de -5°C en la estación Chapingo (CHA).



Temperatura promedio mensual durante 2010. La zona gris corresponde a los promedios máximos y mínimos de cada mes.



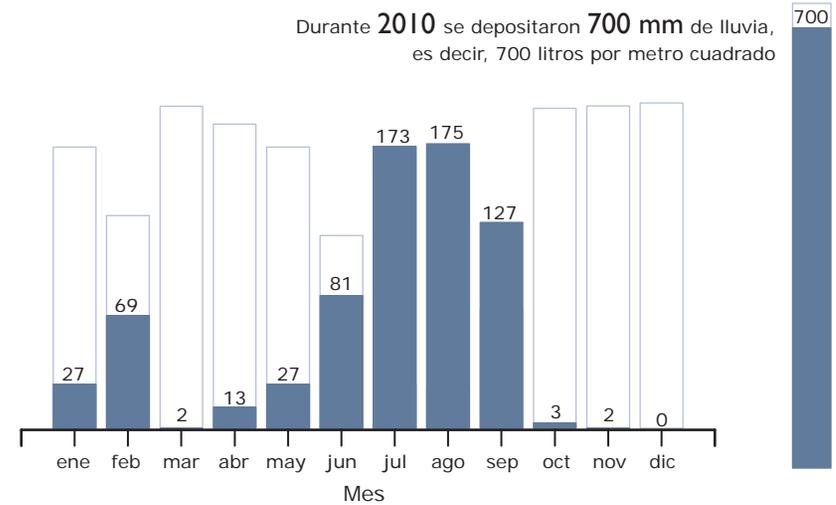
PRECIPITACIÓN

Los registros del Sistema de Aguas de la Ciudad de México indican que la precipitación pluvial alcanzó un promedio acumulado de 700 mm de lluvia, de los cuales 556 mm se registraron durante los meses de junio a septiembre y equivalen al 79% del total de lluvia depositada durante el año. Comparativamente durante 2009 se registró un promedio acumulado de 666 mm de lluvia.

El mes de agosto reportó la mayor cantidad de lluvia con 175 mm. Destaca el mes de febrero que presentó un comportamiento atípico con un promedio mensual acumulado de 69 mm.

Precipitación pluvial, mm de lluvia

Durante 2010 se depositaron 700 mm de lluvia, es decir, 700 litros por metro cuadrado

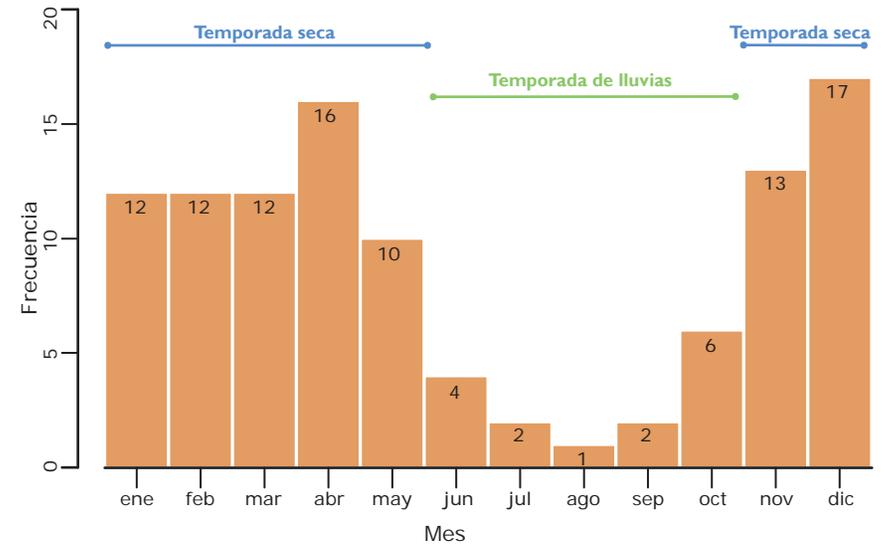


Precipitación pluvial, promedio mensual y promedio anual acumulado para la Ciudad de México durante 2010.



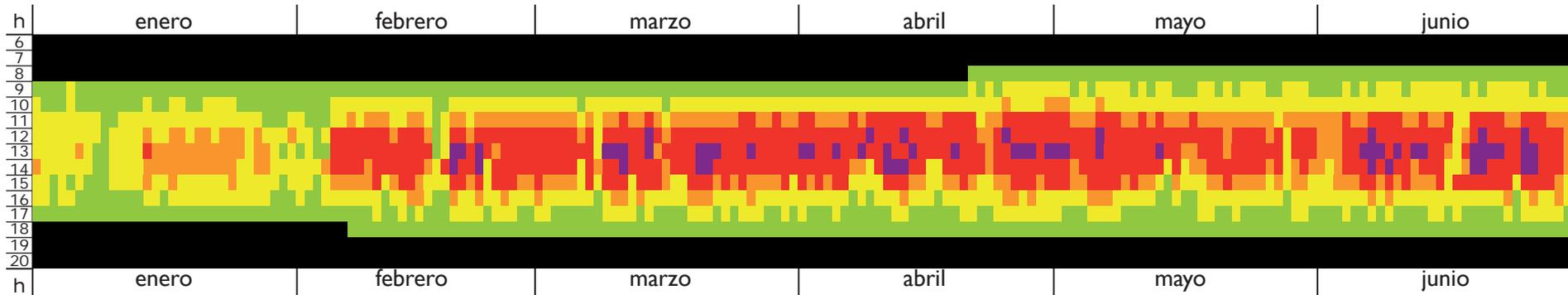
INVERSIONES TÉRMICAS DE SUPERFICIE

El Servicio Meteorológico Nacional reportó durante 2010 un total de 107 días con inversiones térmicas de superficie, el más alto de los últimos 13 años. La mayor parte se registraron durante los meses de invierno, cuando las noches largas y frías favorecen su formación. En los meses de la temporada seca se reportó alrededor de 40% de días con inversión térmica. Los meses de abril y diciembre registraron el mayor número de eventos con 16 y 17 días, respectivamente. La influencia de sistemas de alta presión durante los meses de marzo a mayo fue la responsable de la formación de las inversiones de superficie.



Frecuencia mensual de inversiones térmicas de superficie en la Ciudad de México durante 2010.





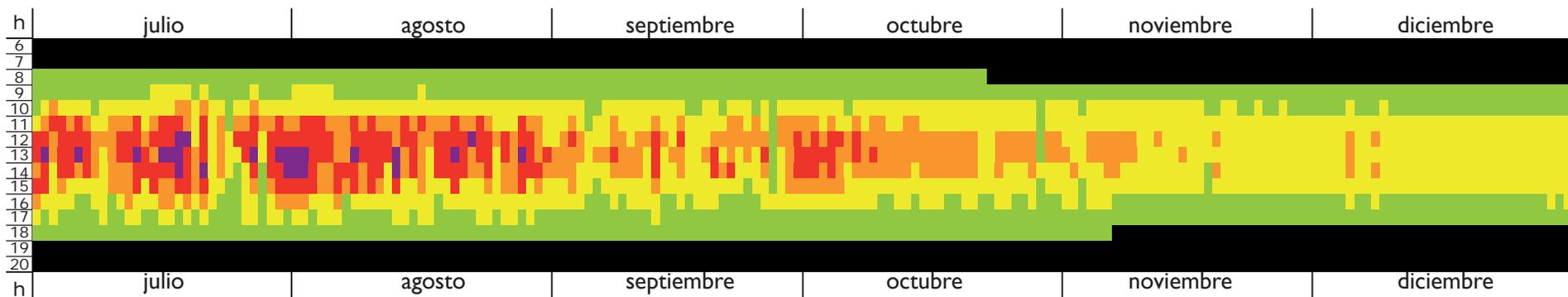
Las figuras superior e inferior representan el mosaico de radiación solar UV en 2010. Cada celda representa el valor máximo del IUV para cada hora.

RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA

La exposición a la radiación solar ultravioleta (UV) es necesaria para la producción de vitamina D, sin embargo, una exposición prolongada puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunológico. Los efectos agudos más comunes son la quemadura solar y el bronceado. La exposición prolongada y repetitiva, produce un envejecimiento prematuro de la piel, reacciones oculares de tipo inflamatorio y en

casos extremos cáncer de piel y cataratas. En la Ciudad de México, los hábitos de las personas son uno de los factores de riesgo más importantes de la exposición.

El Índice de Radiación Solar Ultravioleta (IUV) es un indicador de la intensidad de la radiación UV. De acuerdo con los registros del SIMAT durante 2010 se registraron 84 horas con un índice de 11 o mayor y 578 horas con un índice entre 8 y 10. En los meses de marzo a agosto es cuando se registran los mayores valores de radiación.



LA RADIACIÓN SOLAR **ULTRAVIOLETA**

Es la radiación emitida por el sol con una longitud de onda entre 100 y 400 nanómetros (nm). La atmósfera absorbe una gran parte de la radiación, sin embargo, la fracción que alcanza la superficie puede provocar algún daño sin la protección adecuada.

La región UV se divide en tres bandas:

UVA 315-400 nm

UVB 280-315 nm

UVC 100-280 nm

Más del 90% de la radiación UV atraviesa las nubes poco densas

La nieve refleja hasta un 80% de los rayos UV

La Ciudad de México se encuentra a una altitud de 2240 msnm y recibe 25% más de radiación UV que las ciudades al nivel del mar, además por su latitud la ciudad recibe todo el año una gran cantidad de radiación solar.

En la atmósfera, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación UVC y casi el 90% de la UVB.



Entre las 11:00 y las 16:00 horas la radiación tiene una mayor intensidad.

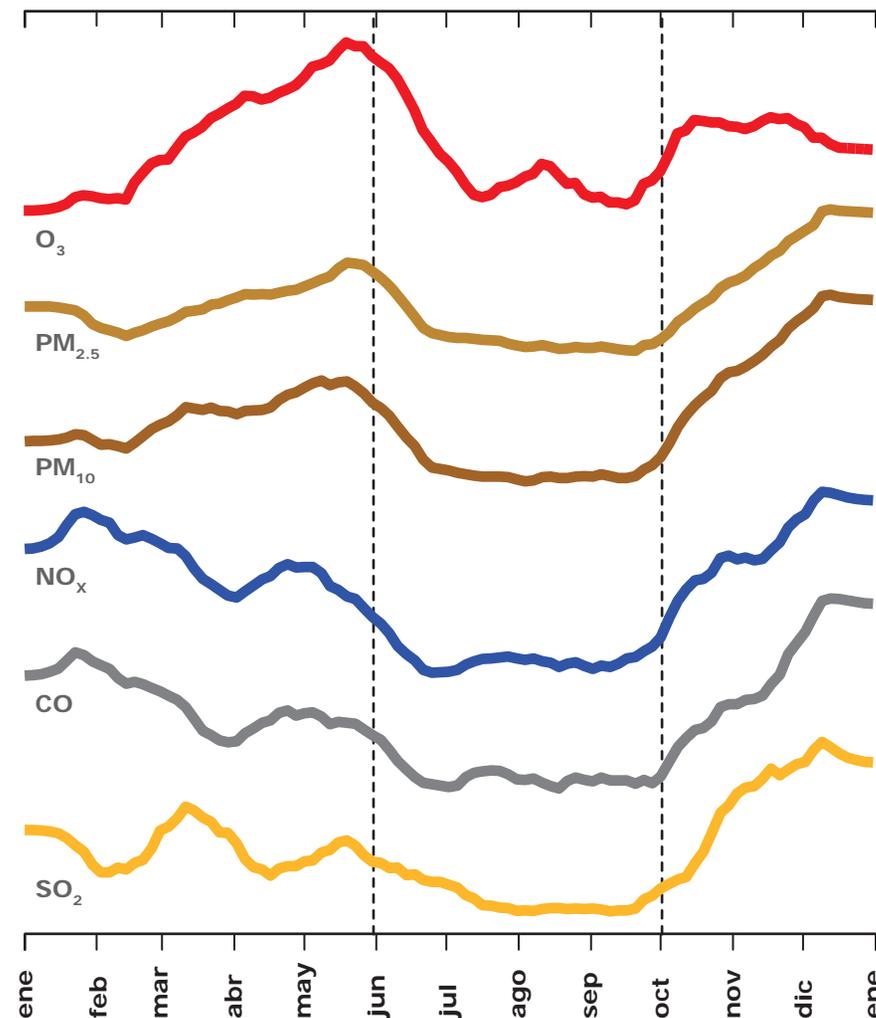
La radiación UV que alcanza la superficie terrestre se compone principalmente de rayos UVA y una pequeña fracción de rayos UVB

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

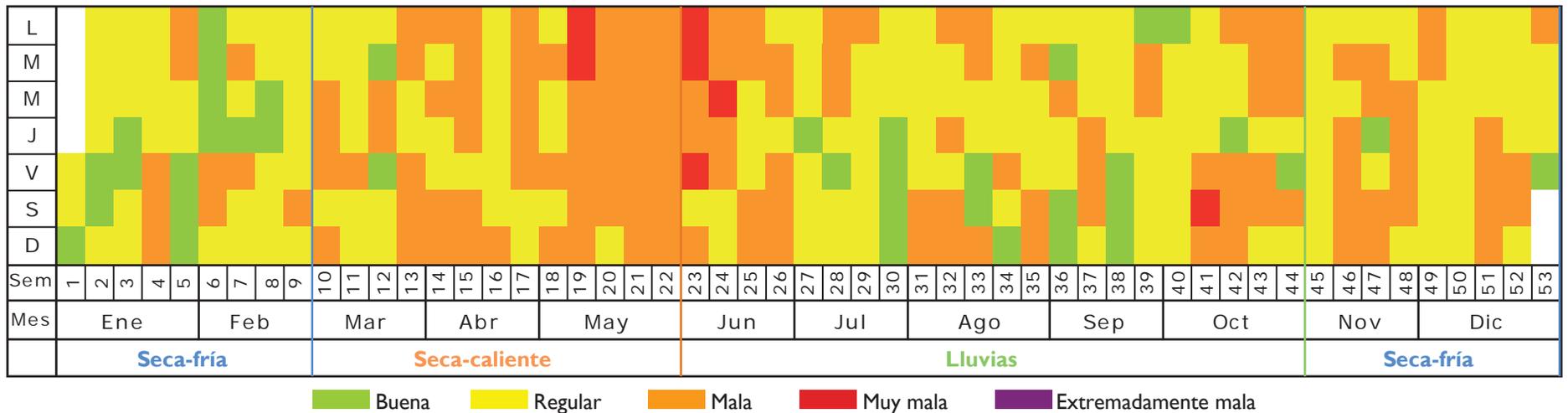
La cantidad de contaminantes que se emiten a la atmósfera es relativamente homogénea a lo largo del año, a pesar de esto, su concentración en el aire ambiente registra variaciones espaciales y una marcada estacionalidad. La concentración de contaminantes primarios es mayor en zonas industriales o en regiones con una mayor densidad vehicular, mientras que la concentración de contaminantes secundarios es mayor en regiones viento abajo de las fuentes de emisión. Por otra parte, el clima de la Cuenca de México determina el comportamiento estacional de cada uno de los contaminantes durante el año.

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL

Los contaminantes en la Ciudad de México presentan un comportamiento estacional típico: mayores concentraciones en la temporada seca y menores durante la temporada de lluvia. En 2010, las inversiones térmicas de superficie, frecuentes en invierno, provocaron incrementos en los contaminantes primarios; mientras que en los meses de lluvia, el lavado atmosférico redujo sus niveles. En el caso del ozono, las mayores concentraciones se registraron entre marzo y mayo, a causa de inversiones térmicas de altura y la intensa insolación.



En el mes de diciembre se observan las mayores concentraciones para casi todos los contaminantes. El monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno son generados por fuentes comunes, por lo que su comportamiento temporal es idéntico. En la gráfica es posible observar la influencia de las partículas secundarias entre los meses de marzo a mayo.



Mosaico de la calidad del aire para ozono en la Ciudad de México durante 2010. Cada celda representa el estado de la calidad del aire reportado por día de la semana de acuerdo con las categorías del IMECA.

El 2010 fue el año con el mayor número de días con concentraciones de ozono menores a 100 puntos IMECA de los últimos 24 años, con un total de 216 días, equivalentes al 59% del total anual. El registro previo más alto de días limpios fue alcanzado el año anterior con 185 días (51%).

Para este año la *temporada de ozono* comprendió los meses de abril a junio, de los cuales durante 64 días se reportaron concentraciones con una calidad del aire MALA, y de estos, 6 días registraron una calidad del aire con categoría MUY MALA. Lo anterior, corresponde al 43% del total de los días registrados en el año.

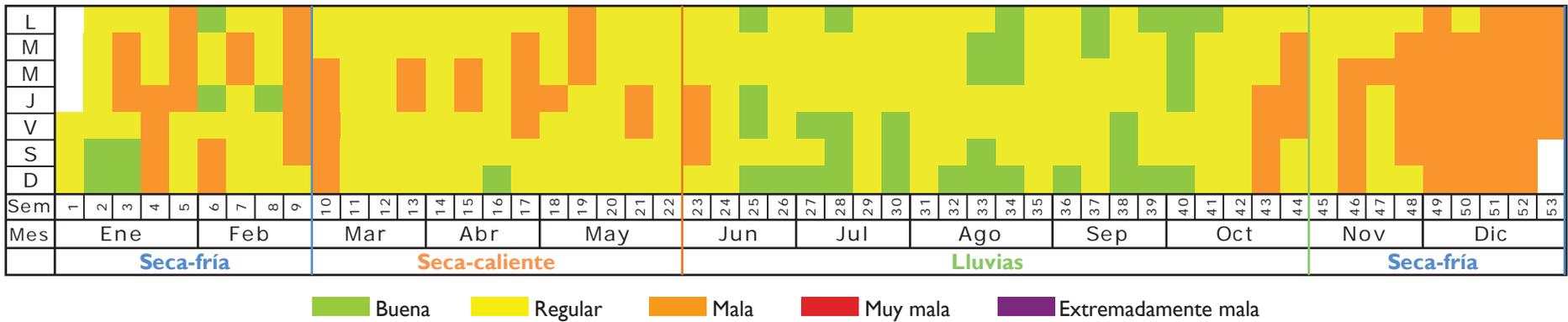
Durante 2010, las PM_{10} fueron responsables de una calidad del aire MALA en 94 días del año. Los meses de noviembre y diciembre, que corresponden a la *temporada de partículas*, concentraron casi la mitad de los días con MALA calidad del aire. La influencia del clima es evidente en el mosaico de PM_{10} , ya que durante la temporada de lluvias la mayor parte de los días reportaron una calidad del aire BUENA a REGULAR, mientras que los meses de la temporada seca fría concentran casi la totalidad de días con MALA calidad del aire.

En el caso de $PM_{2.5}$ se registraron 78 días con una calidad del aire MALA y 20 días con una calidad del aire MUY

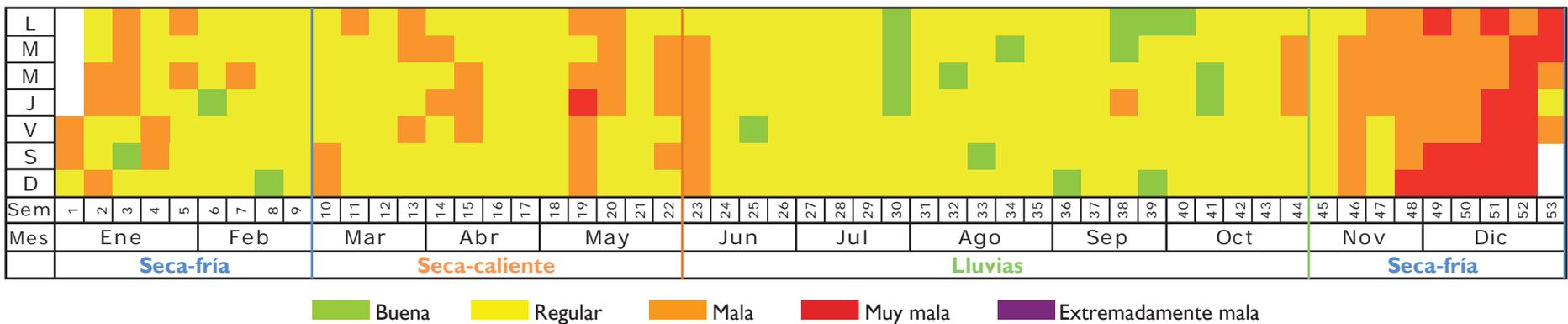
MALA. Destaca la influencia de las inversiones térmicas durante el invierno que provocaron que solo un día en diciembre se registrara una calidad del aire REGULAR.

Durante la temporada de lluvia comprendida entre junio y octubre, prácticamente no se reportaron días con MALA calidad del aire.

Mosaico de la calidad del aire para PM₁₀ en la Ciudad de México durante 2010. Cada celda representa el estado de la calidad del aire reportado por día de la semana de acuerdo con las categorías del IMECA.

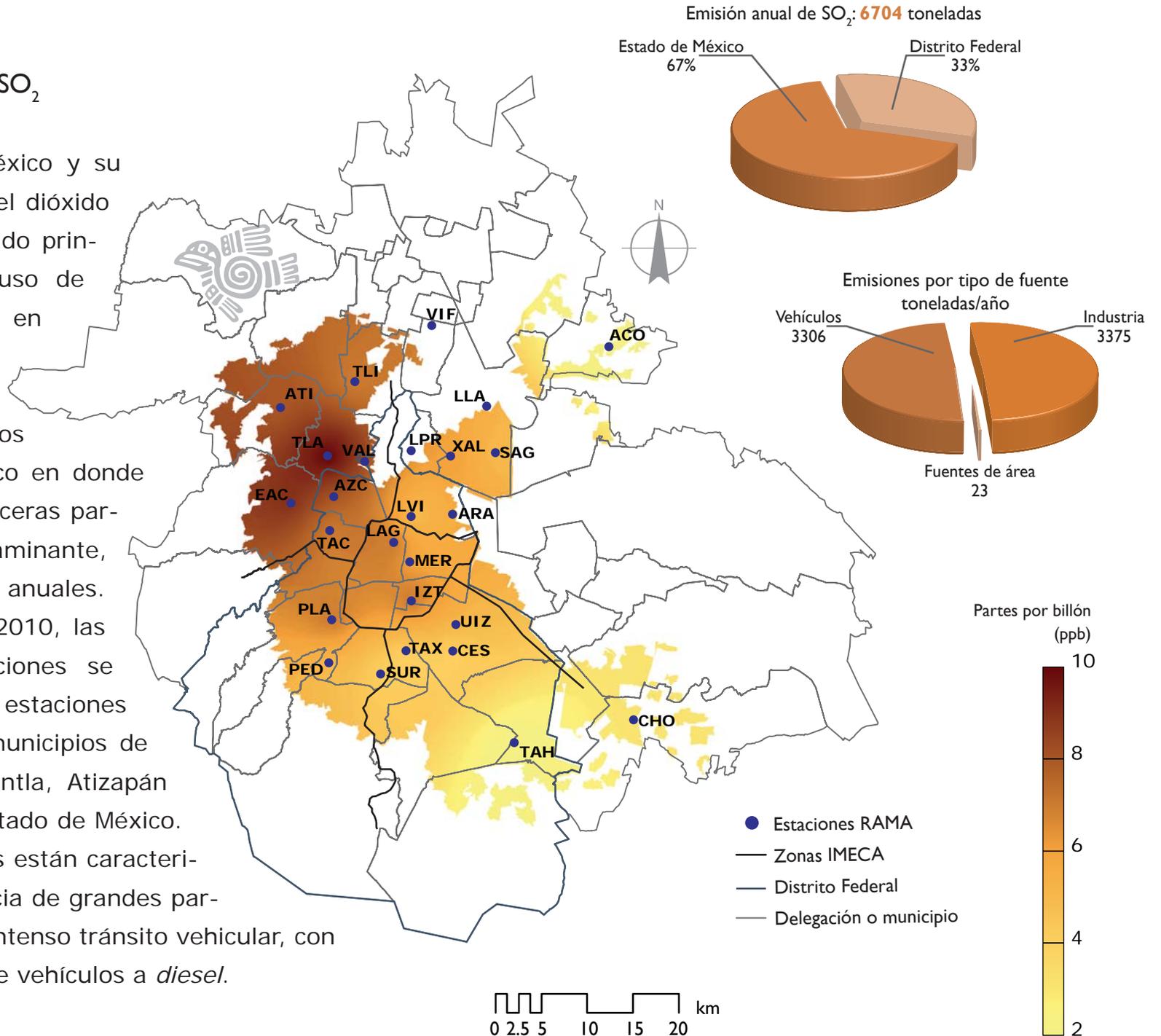


Mosaico de la calidad del aire para PM_{2.5} en la Ciudad de México durante 2010. Cada celda representa el estado de la calidad del aire reportado por día de la semana de acuerdo con las categorías del IMECA.



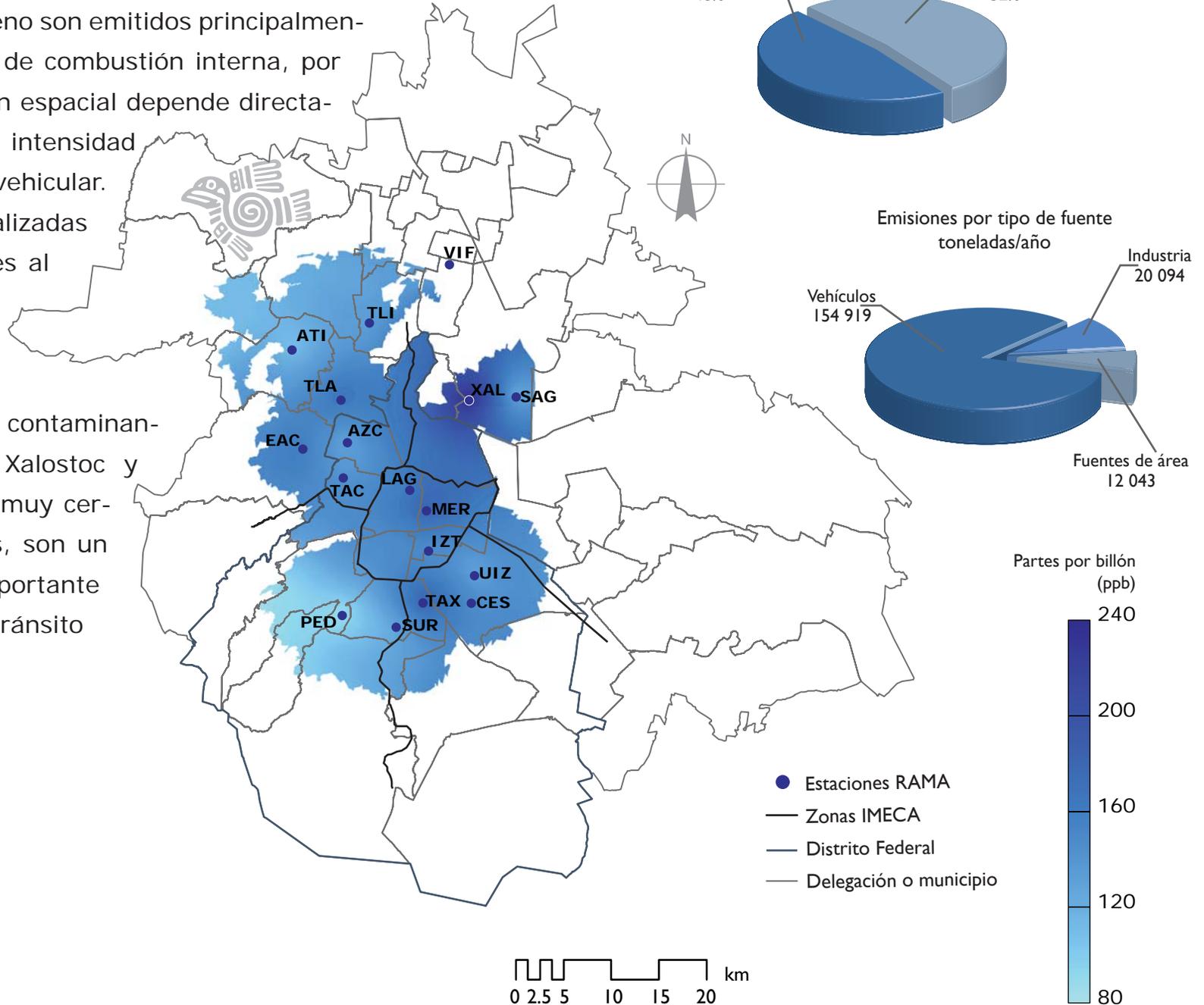
Dióxido de azufre — SO₂

En la Ciudad de México y su área metropolitana el dióxido de azufre es generado principalmente por el uso de combustibles fósiles en la industria y los vehículos. Es en los municipios conurbados del Estado de México en donde se emitieron dos terceras partes de este contaminante, con 4500 toneladas anuales. Por esta razón, en 2010, las mayores concentraciones se registraron en las estaciones localizadas en los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla, Atizapán y Coacalco, en el Estado de México. Estas demarcaciones están caracterizadas por la presencia de grandes parques industriales e intenso tránsito vehicular, con un alto porcentaje de vehículos a *diesel*.



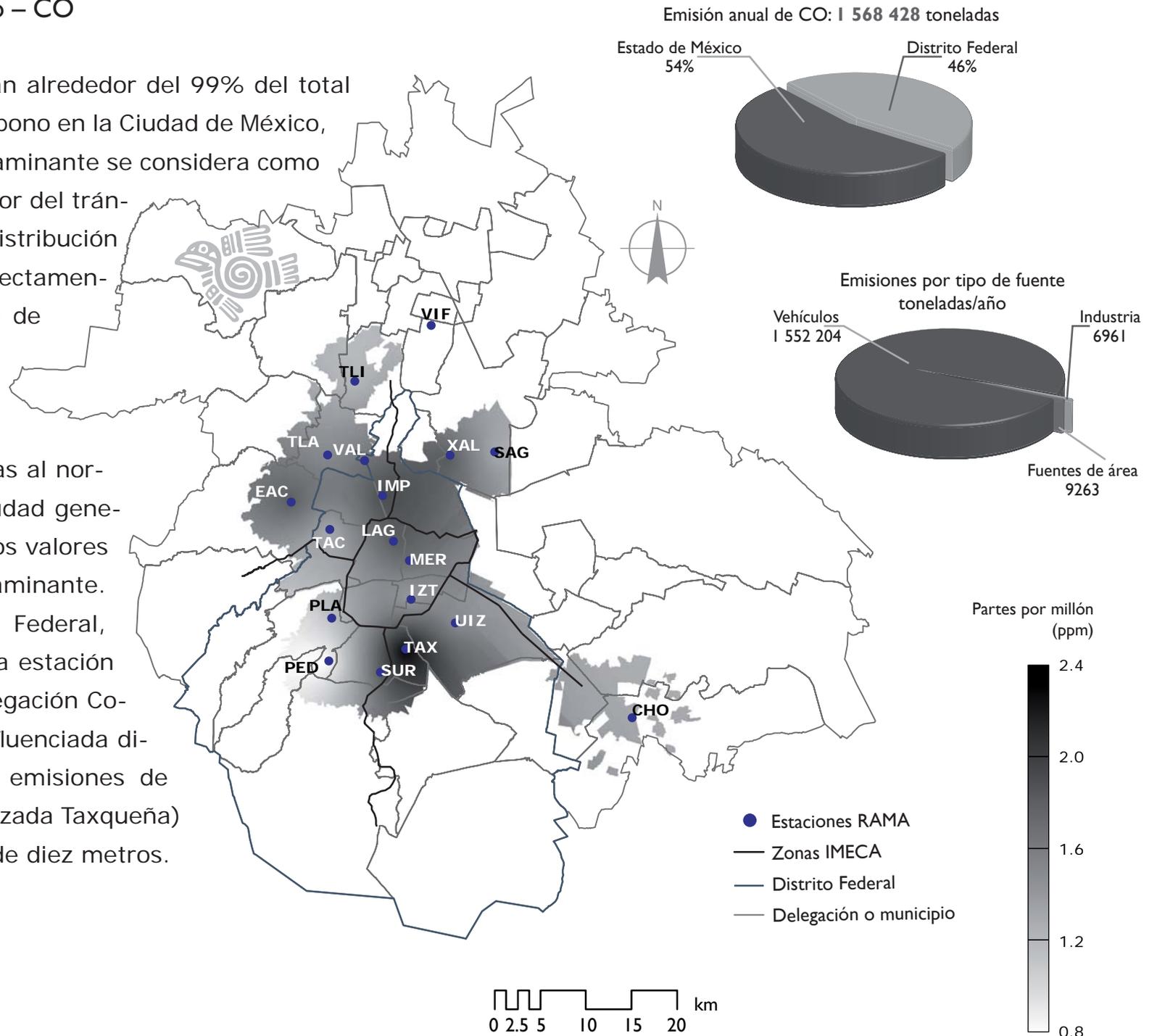
Óxidos de nitrógeno – NO_x

Los óxidos de nitrógeno son emitidos principalmente por los vehículos de combustión interna, por lo que su distribución espacial depende directamente del patrón, la intensidad y el tipo de tránsito vehicular. Las estaciones localizadas en las demarcaciones al norte de la ciudad son las que registran las mayores concentraciones del contaminante. Las estaciones Xalostoc y Taxqueña, ubicadas muy cerca de vías primarias, son un indicador de la importante contribución del tránsito vehicular.



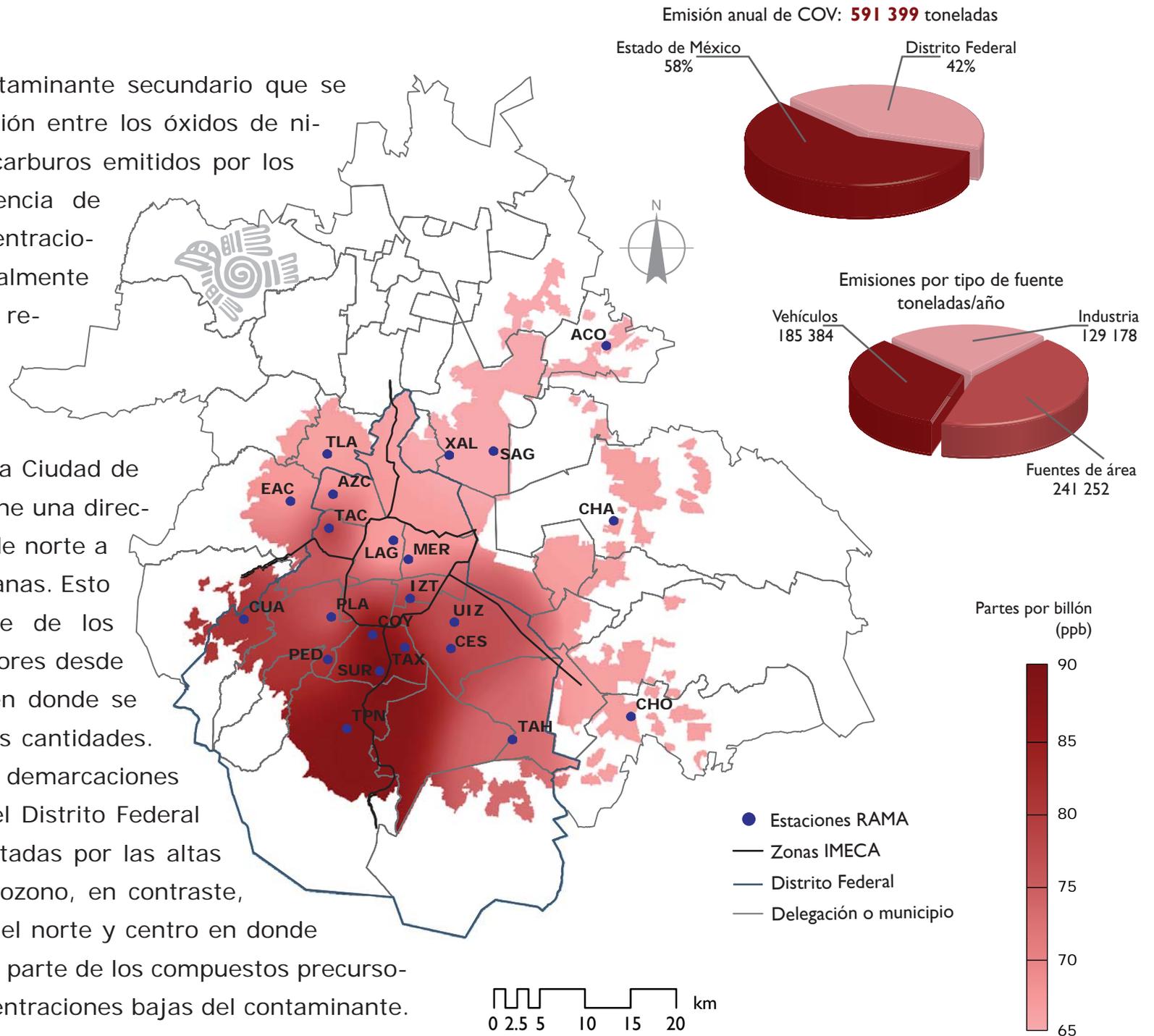
Monóxido de carbono – CO

Los vehículos aportan alrededor del 99% del total del monóxido de carbono en la Ciudad de México, por lo que este contaminante se considera como un excelente indicador del tránsito vehicular. Su distribución espacial depende directamente de la distribución de las vialidades y el tipo de tránsito que circula en ellas. Las estaciones localizadas al norte y centro de la ciudad generalmente registran los valores más altos del contaminante. Al sur del Distrito Federal, destaca el caso de la estación Taxqueña, en la delegación Coyoacán, que está influenciada directamente por las emisiones de una vía primaria (calzada Taxqueña) localizada a menos de diez metros.



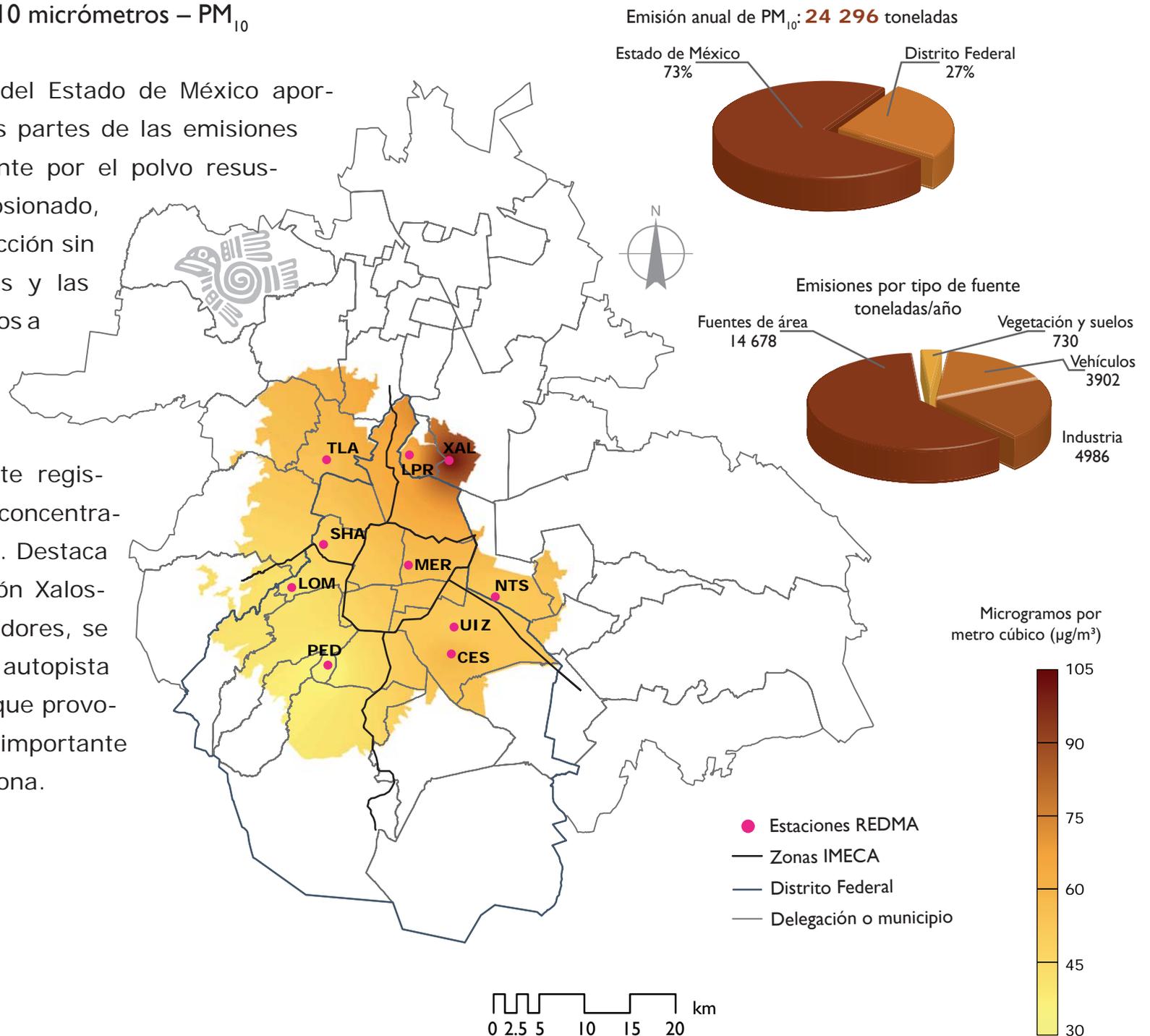
Ozono – O₃

El ozono es un contaminante secundario que se produce de la reacción entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos emitidos por los vehículos, en presencia de luz solar. Las concentraciones máximas generalmente se registran en las regiones localizadas viento abajo de las principales fuentes de precursores. En la Ciudad de México, el viento tiene una dirección predominante de norte a sur durante las mañanas. Esto favorece el arrastre de los compuestos precursores desde el norte y centro, en donde se producen en grandes cantidades. Durante 2010, las demarcaciones localizadas al sur del Distrito Federal fueron las más afectadas por las altas concentraciones de ozono, en contraste, las demarcaciones del norte y centro en donde se generan la mayor parte de los compuestos precursores reportaron concentraciones bajas del contaminante.



Partículas menores a 10 micrómetros – PM₁₀

Las demarcaciones del Estado de México aportan casi tres cuartas partes de las emisiones totales, principalmente por el polvo resuspendido, el suelo erosionado, las obras de construcción sin control de partículas y las emisiones de vehículos a *diesel*. Las estaciones localizadas en las demarcaciones al noroeste y oriente registraron las mayores concentraciones durante 2010. Destaca el caso de la estación Xalostoc, en cuyos alrededores, se realizaron obras a la autopista México-Pachuca, lo que provocó un incremento importante de partículas en la zona.



EL CONSUMO ENERGÉTICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO



* Unidad de potencia en el Sistema Internacional equivalente a mil millones de vatios.

CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLE EN LA CIUDAD DE MÉXICO

-  7.246 millones de m³ de gasolina magna
-  0.797 millones de m³ de gasolina premium
-  2.412 millones de m³ de diesel
-  3507 millones de m³ de gas natural
-  4.244 millones de m³ de gas L.P.

¿CUÁNTA CONTAMINACIÓN GENERAMOS ANUALMENTE?

-  6704 toneladas de dióxido de azufre
-  1 568 000 toneladas de monóxido de carbono
-  43 769 048 toneladas de dióxido de carbono
-  188 087 toneladas de óxidos de nitrógeno
-  946 733 toneladas de hidrocarburos
-  24 296 toneladas de partículas menores a 10 micrómetros
-  5499 toneladas de partículas menores a 2.5 micrómetros

TENDENCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

TENDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN

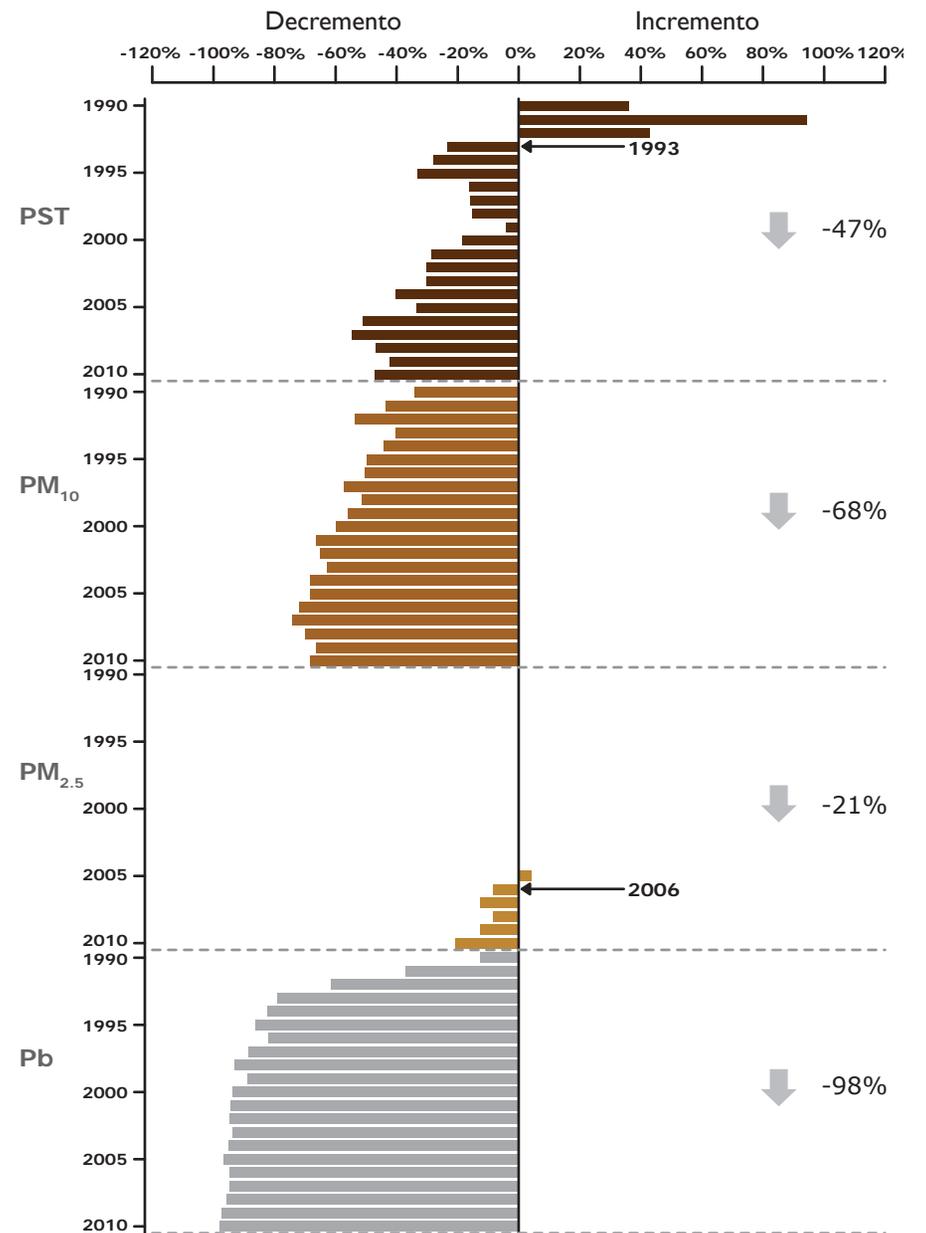
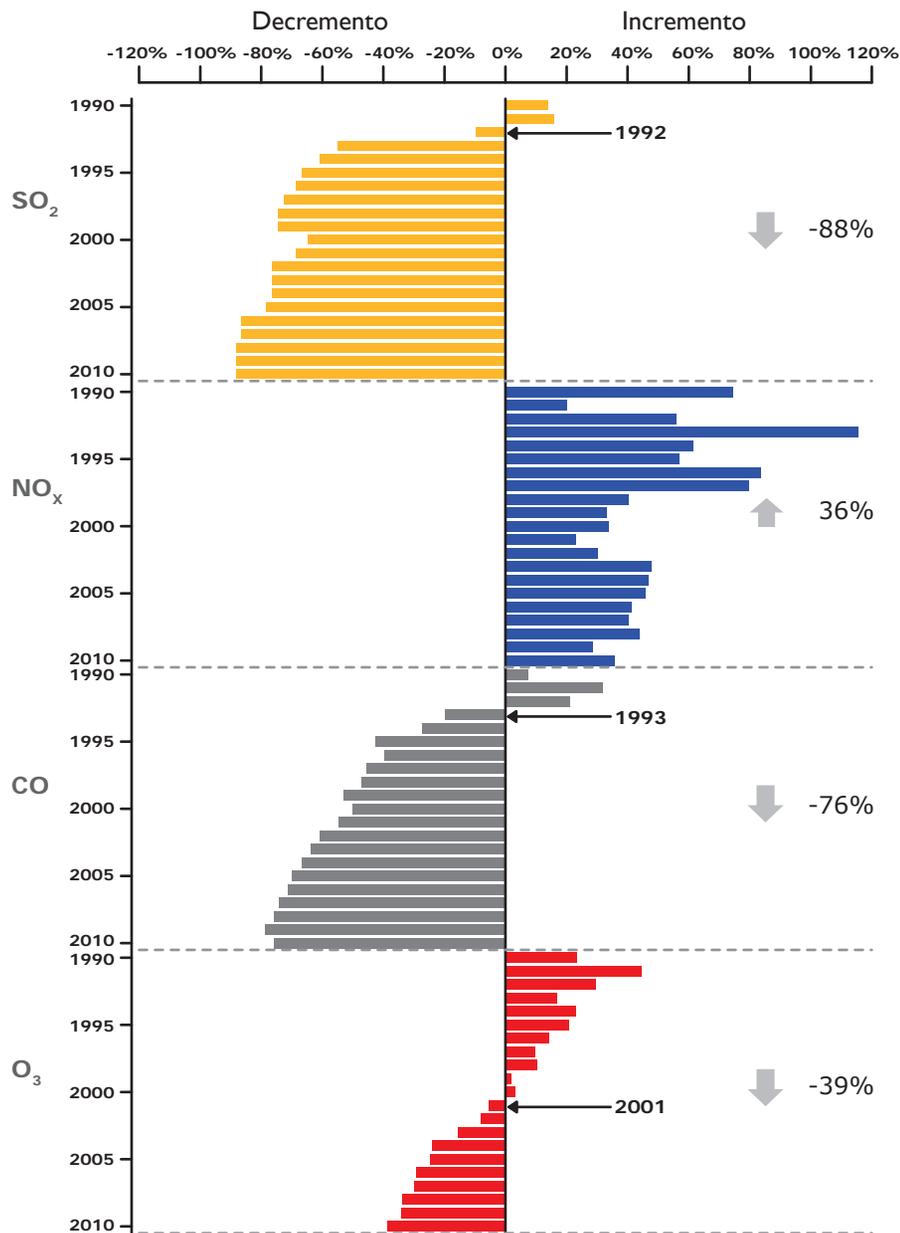
La gestión de la calidad del aire tiene como meta fundamental diseñar e implementar políticas de corto, mediano y largo plazo orientadas a reducir los niveles de aquellos contaminantes que comprometen la salud de la población. El monitoreo continuo de la concentración de estos contaminantes juega un rol fundamental en este proceso, ya que permite evaluar objetivamente el resultado de las acciones aplicadas. Con la instrumentación del primer conjunto de acciones metropolitanas para mejorar la calidad del aire en 1990, descritas en el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (PICCA), inició un esfuerzo coordinado y sostenido para mejorar la calidad del aire. Los años 1995 y 2002 marcan la renovación de este programa, con la instrumentación de los Programas para Mejorar la Calidad del Aire (PROAIRE). El comportamiento de las concentraciones de los diferentes contaminantes en el largo plazo, define la tendencia y refleja el impacto de las diferentes acciones en la calidad del aire.

Comparando la concentración de cada contaminante y utilizando los datos de 1989 como año base, es posible

observar la tendencia de cada uno de ellos. En términos generales, existe una disminución neta en la concentración de cada uno de los contaminantes del aire, con excepción de los óxidos de nitrógeno, esta disminución va desde el 39% para ozono hasta el 98% para plomo. Los óxidos de nitrógeno; a pesar de mantener una reducción relativamente constante aún reportan un valor de 36% con respecto a los niveles de 1989. En el caso de todos los contaminantes primarios, a principios de la década de 1990 se revertió la tendencia de incremento y actualmente la disminución de sus concentraciones es significativa. En el caso del ozono, a partir de 2001 se observa un decremento en las concentraciones con respecto al año base con una tendencia constante de mejora.

Vista del corredor industrial de Xalostoc, en Ecatepec de Morelos, Estado de México.





Porcentaje de reducción efectiva de la concentración de los contaminantes al instrumentar los programas para mejorar la calidad del aire, tomando como base la concentración promedio anual de 1989 y su actualización a 2010.

TENDENCIA EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS NACIONALES

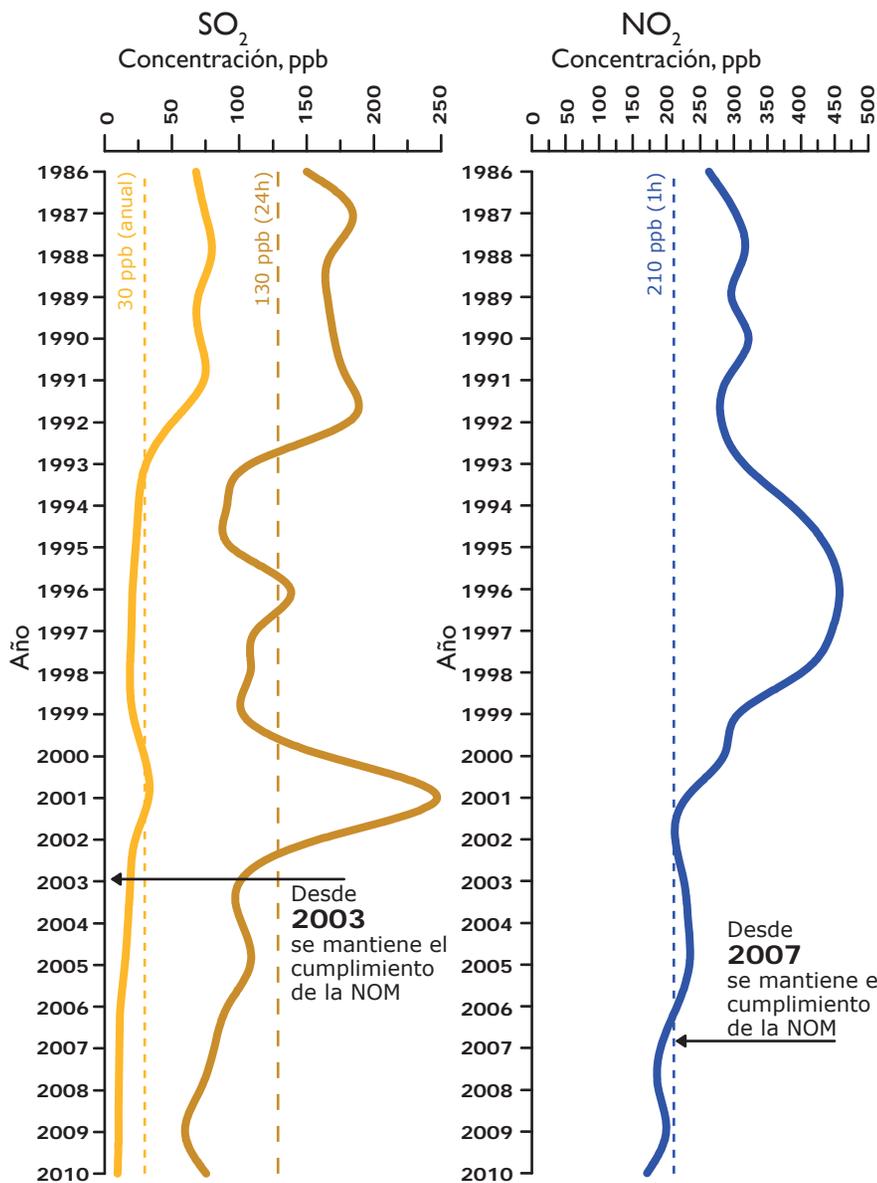
Uno de los mejores indicadores para evaluar la mejora o deterioro de la calidad del aire, es la comparación contra los valores establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de salud ambiental. La reducción de cualquier contaminante no puede considerarse exitosa hasta que su concentración se encuentre por debajo de las recomendaciones de la norma correspondiente. Cada norma establece un valor límite y define un indicador para su comparación, este indicador generalmente es un parámetro estadístico evaluado en un periodo específico de tiempo. Un ejemplo de esto es el caso del monóxido de carbono, en donde el valor límite es de 11 ppm y se evalúa como el promedio aritmético en un periodo de 8 horas.

Dependiendo del tipo de riesgos asociados al tiempo de exposición, la normativa puede establecer hasta dos indicadores, uno de exposición aguda y otro de exposición crónica. En estos casos es imperativa la observación de ambos indicadores para garantizar el cumplimiento de la norma. La evaluación de la tendencia de los indicadores propuestos por las normas, permite conocer el avance hacia el cumplimiento para cada contaminante y constituye un excelente indicador de la mejoría o deterioro de la calidad del aire en la Ciudad de México.

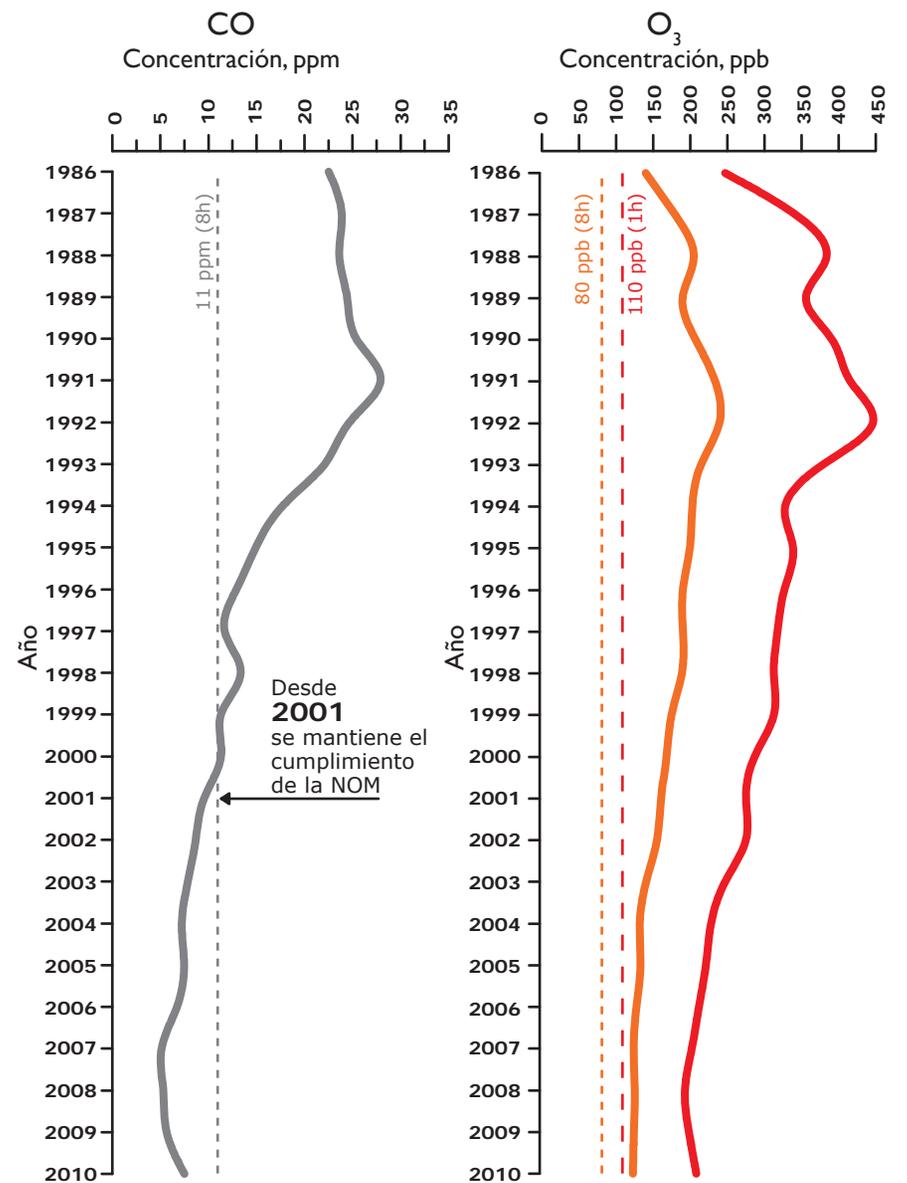
De acuerdo con los resultados del monitoreo de la calidad del aire, el análisis de los indicadores de la norma muestra una tendencia a la baja, que representa un avance importante hacia la mejora de la calidad del aire. Durante la década de 1990 se logró el cumplimiento de la norma para plomo y en los últimos 10 años, las políticas de gestión han logrado exitosamente que los niveles de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre logren el cumplimiento de la norma. Sin embargo, en el caso del ozono y las partículas suspendidas (PST, PM_{10} y $PM_{2.5}$) a pesar de que la tendencia indica una disminución en las concentraciones, los indicadores aún se encuentran lejos del cumplimiento de la norma.

Tránsito y manifestaciones sobre Eje Central a la altura de la colonia Portales en la delegación Benito Juárez del Distrito Federal.

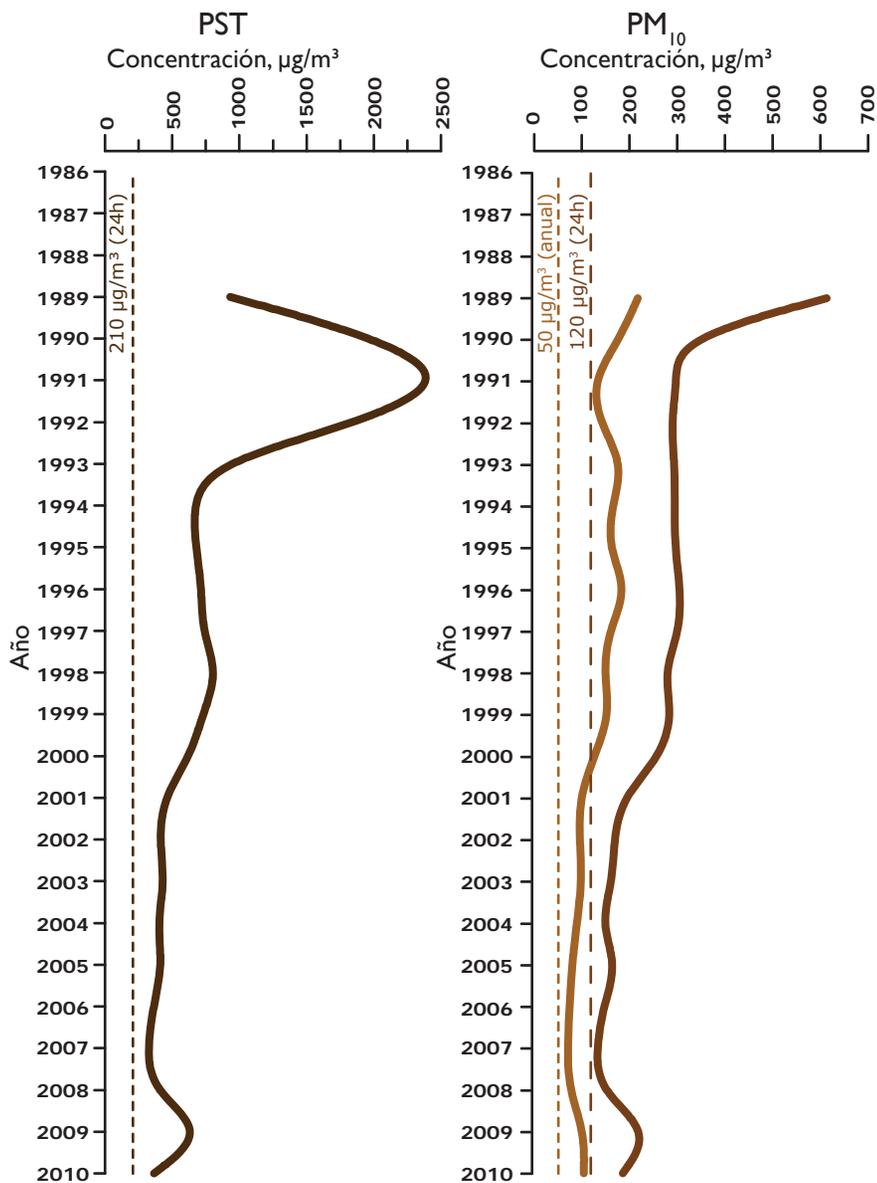




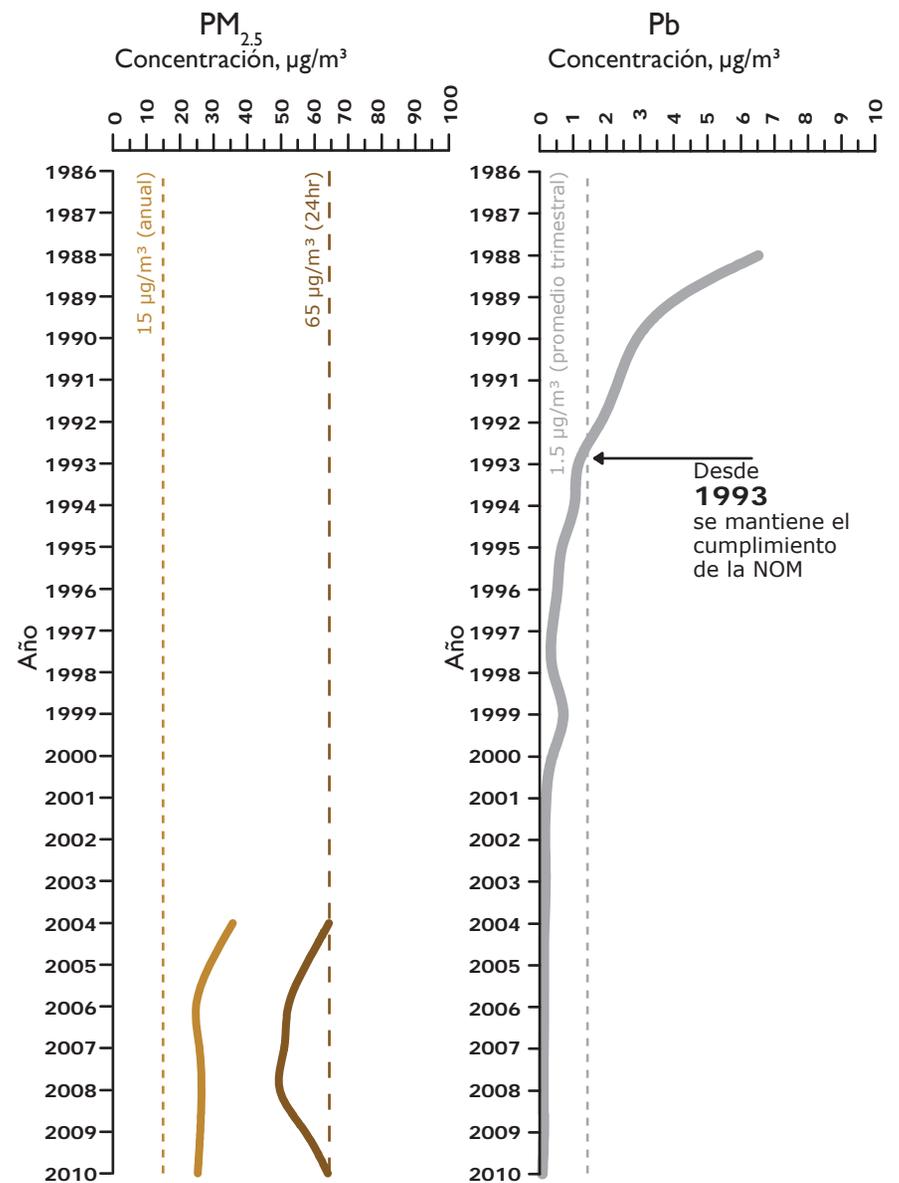
Tendencia de dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente de la Ciudad de México de 1986 a 2010, con base en los indicadores de la NOM.



Tendencia de monóxido de carbono (CO) y ozono (O₃) en el aire ambiente de la Ciudad de México de 1986 a 2010, con base en los indicadores de la NOM.



Tendencia de partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) en el aire ambiente de la Ciudad de México de 1989 a 2010, con base en los indicadores de la NOM.



Tendencia de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) de 2004 a 2010 y plomo (Pb) de 1988 a 2010 en el aire ambiente de la Ciudad de México, con base en los indicadores de la NOM.

PICCA

1990

1992

1994

PROAIRE I

1996

1998

2000

PROAIRE II

2002

2004

2006

2008

2010

Se introducen convertidores catalíticos de dos vías.
Inicia suministro de gasolina sin plomo con compuestos oxigenados.
Se distribuye diesel y combustóleo con bajo contenido de azufre.
En la industria se sustituye el combustóleo por gas natural.

Se amplía el STC-Metro.
Se introduce el gas LP para vehículos de distribución y carga.

Se publican las Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire.

En la termoeléctrica Valle de México se modifica el diseño del sistema de aire y gases en la combustión de los generadores de vapor.
Se introducen los hologramas 0, 1 y 2 al programa Hoy No Circula.
Se introduce la gasolina Premium.

Entra en vigor para el sector industrial la segunda etapa de la NOM-085-ECOL-1994.
Inicia programa piloto de Gas Natural Comprimido (GNC), para vehículos de pasajeros y carga.
Se introduce el holograma doble cero al Programa Hoy No Circula.
Se fortalece la inspección y la vigilancia de las fuentes industriales.
La Termoeléctrica "Valle de México" disminuye sus emisiones de NO_x.
La Termoeléctrica "Jorge Luque" deja de consumir combustóleo.

Se amplía el sistema de trolebuses con 200 nuevas unidades.
Se pone en funcionamiento el segundo tramo de la línea B del metro que va de Continentes a Ciudad Azteca.
Inicia la operación de las primeras estaciones de gas natural.

Se inicia la renovación de la flota vehicular de taxis y sustitución de microbuses.
Se modifica el esquema operativo del programa de sustitución de convertidores catalíticos (PIREC).
Se impulsa la instrumentación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Se adquieren 100 unidades nuevas de RTP y el 70% de las existentes fueron renovadas.
Se inaugura la red de monitoreo de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}).

Se concluye el segundo piso de San Antonio a San Jerónimo.
Se inaugura el distribuidor vial Ermita Iztapalapa-Eje vial 3 Oriente.
Se publica la NOM-086, referente a las condiciones fisicoquímicas que deben cumplir los combustibles.
Inicia la distribución de gasolina Premium de ultrabajo contenido de azufre.
Se ajustan y disminuyen los niveles IMECA para la aplicación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas.

Se publica la NADF-011-AMBT-2007 con límites máximos permisibles de emisiones de COV por fuentes fijas en el Distrito Federal.
Se actualiza y modifica el PCAA para reducir gradualmente los límites de activación de precontingencia y contingencia.
Inicia operación del Tren Suburbano Buenavista-Cuautitlán.
Se inaugura la Línea 2 del Metrobús.
Se implementan seis medidas para reducir la contaminación del aire.

Inicia Sistema de Transporte Público Individual ECOBICI.
Inicia la operación de la línea 3 del Metrobús Etiopía-Tenayuca.
Se publica la NOM-022-SSA1-2010, con nuevos criterios para evaluar la calidad del aire por SO₂.
Inicia operaciones la primera línea de Mexibús Cd.Azteca-Tecámac.

Inicia el programa obligatorio de Verificación Vehicular
Inicia el programa Hoy no Circula

Se cierra la Refinería 18 de Marzo.
Se establecen estándares de emisión más estrictos a los vehículos por la introducción de convertidores catalíticos.

Se introduce el Diesel Sin con bajo contenido de azufre.
Se incorporan convertidores catalíticos de tres vías e inyección electrónica para todos los autos nuevos.

Se incorporan sistemas de recuperación de vapores (fase 0), en cuatro terminales de distribución y almacenamiento de gasolina.

Se introduce la gasolina Magna menos reactiva
Inicia la medición de NO_x en el Programa de Verificación Vehicular
El diesel industrial de 0.5% de azufre es sustituido por el diesel industrial de azufre de 0.05%.
Finaliza la distribución de gasolina NOVA.
Se sustituye el gasóleo industrial con 2% de azufre por combustible industrial de 1%.
Inicia el programa de detención y retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes.

Inicia el Programa Integral de Reducciones de Emisiones Contaminantes (PIREC), para sustituir los convertidores catalíticos.
Se pone en funcionamiento el segundo tramo de la línea B del metro de Buena Vista a Villa de Aragón.

Se ponen en circulación 3200 unidades vehiculares de uso intensivo con gas natural.
Se incorporan 881 autobuses a la RTP y retiran de la circulación 361 autobuses viejos.

Se concluye el distribuidor vial de San Antonio.
Se continúa con el programa para mitigar la emisión de partículas suspendidas en el Valle de México.
Se concluye la primera ciclopista a lo largo de 75 kilómetros.

Se construye el corredor confinado del Metrobús sobre Avenida Insurgentes
Finaliza la renovación de los autobuses de la RTP, dejando al 100% vehículos con tecnología anticontaminante.

Entra en vigor la NOM-041-SEMARNAT-2006 con límites de emisión más estrictos a los vehículos.
Se publica la NOM-045-SEMARNAT, referente al humo de vehículos a diesel.
Se regulan las emisiones de vehículos con placas de otras entidades.
Se inicia el proyecto "Muévete en Bici".
Se publica la NADF-010-AMBT-2006 para eficientar los sistemas de recuperación de vapores de gasolina.
Se publica la Agenda Ambiental y el Plan Verde de la Ciudad de México.

Inicia distribución de gasolina Magna y diesel de ultrabajo contenido de azufre.
Inicia la construcción de la línea 12 del Metro Mixcoac -Tláhuac.
Se inauguran el corredor Cero Emisiones sobre Eje Central y la primera etapa del Viaducto Elevado Bicentenario Toreo-Lomas Verdes.

1989

1991

1993

1995

1997

1999

2001

2003

2005

2007

2009



En 1986 la Comisión Nacional de Ecología planteó la creación de un programa de contingencias por episodios de contaminación del aire. En su elaboración se tomaron en consideración las experiencias de otros países y se contó con la colaboración de 18 secretarías de Estado, las principales empresas paraestatales y organismos descentralizados. El Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) en la Ciudad de México entró en vigor a partir de mayo de 1986. Originalmente, el programa contemplaba tres fases con umbrales en 200, 300 y 400 puntos IMECA, así como acciones públicas para la reducción de los contaminantes PST, CO, NO₂, SO₂ y O₃. En 1995 se incorporó al programa la Fase de Precontingencia, que es una situación eventual y transitoria declarada cuando la concentración de ozono en la atmósfera compromete la salud de la población más vulnerable y en 1998 se incorporó la Fase de Precontingencia para las PM₁₀.

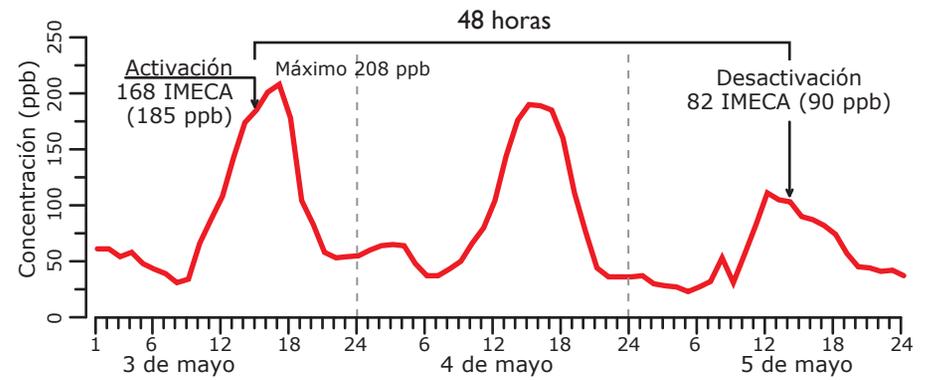
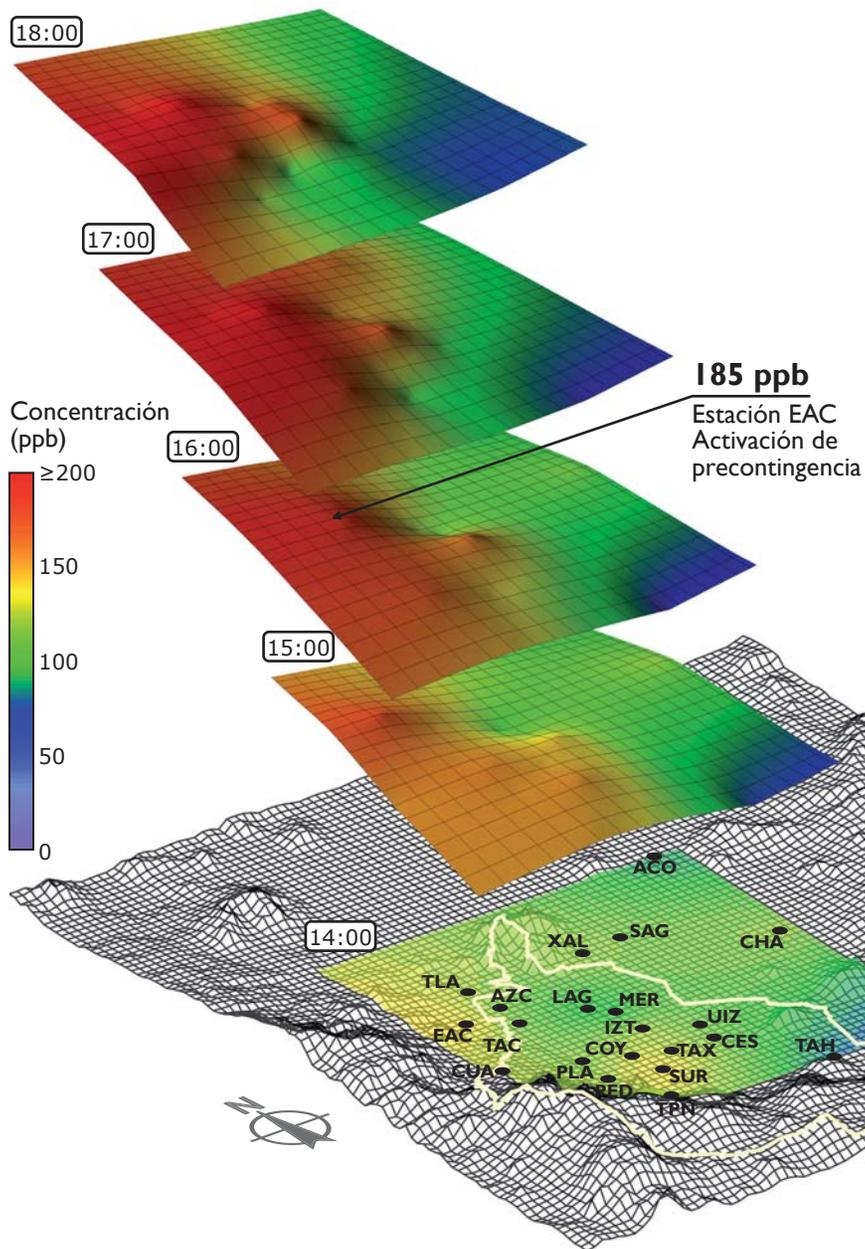
En el PCAA se define un conjunto de acciones orientadas a reducir los niveles de contaminación en una situación de alerta ambiental. El programa considera las capacidades reales de disminución de las emisiones sin comprometer la viabilidad de la ciudad.

A medida que la tecnología de control de emisiones avanza, es posible implementar nuevas acciones y disminuir los umbrales de activación, en consecuencia, el PCAA ha experimentado varias modificaciones a lo largo del tiempo. En 2008 se publicó la modificación más reciente que incluye una reducción anual de cinco puntos en los umbrales de activación de las fases de Precontingencia, Contingencia I y II hasta 2011. Entre enero y junio de 2010 el umbral de activación de la Fase de Precontingencia para ozono fue de 160 puntos IMECA, a partir de julio del mismo año se ajustó a 155 puntos IMECA.

La Comisión Ambiental Metropolitana es el órgano responsable de la activación de cualquiera de las fases del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas, en función de los datos de calidad del aire registrados por las estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico. El 18 de septiembre de 2002 se activó por última vez la Fase I por ozono, en la estación pedregal (PED) con un valor de 242 puntos IMECA, y el 1º de enero de 2005 se activó por última vez la Fase I por partículas menores a 10 micrómetros en la estación Villa de las Flores (VIF) con un valor de 181 puntos IMECA.

En 2010 la Comisión Ambiental Metropolitana activó la Fase de Precontingencia en tres ocasiones, los días: 3 de mayo, 31 de mayo y 4 de junio.

ACTIVACIÓN DE LA FASE DE PRECONTINGENCIA POR O_3 :
LUNES 3 DE MAYO DE 2010

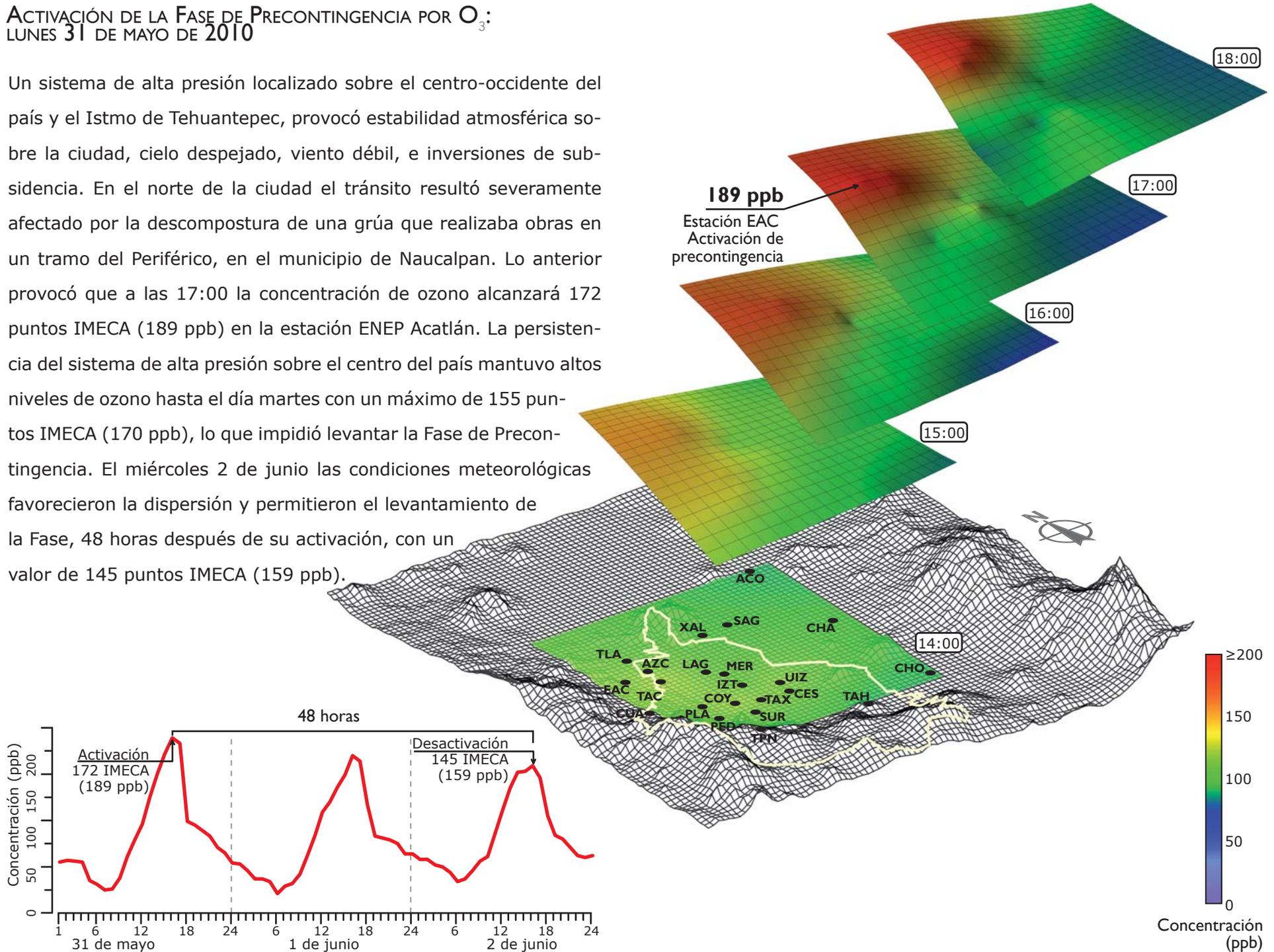


La presencia de un sistema de alta presión localizado entre las costas de Jalisco y la meseta central, favoreció condiciones de estabilidad atmosférica, cielo despejado y viento débil en superficie, lo que propició la formación de dos inversiones térmicas de subsidencia y una de superficie; favoreciendo así la acumulación de precursores de ozono durante la mañana.

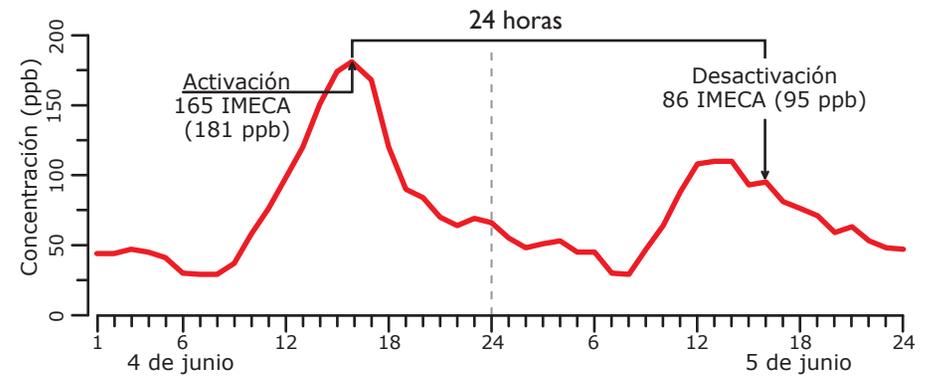
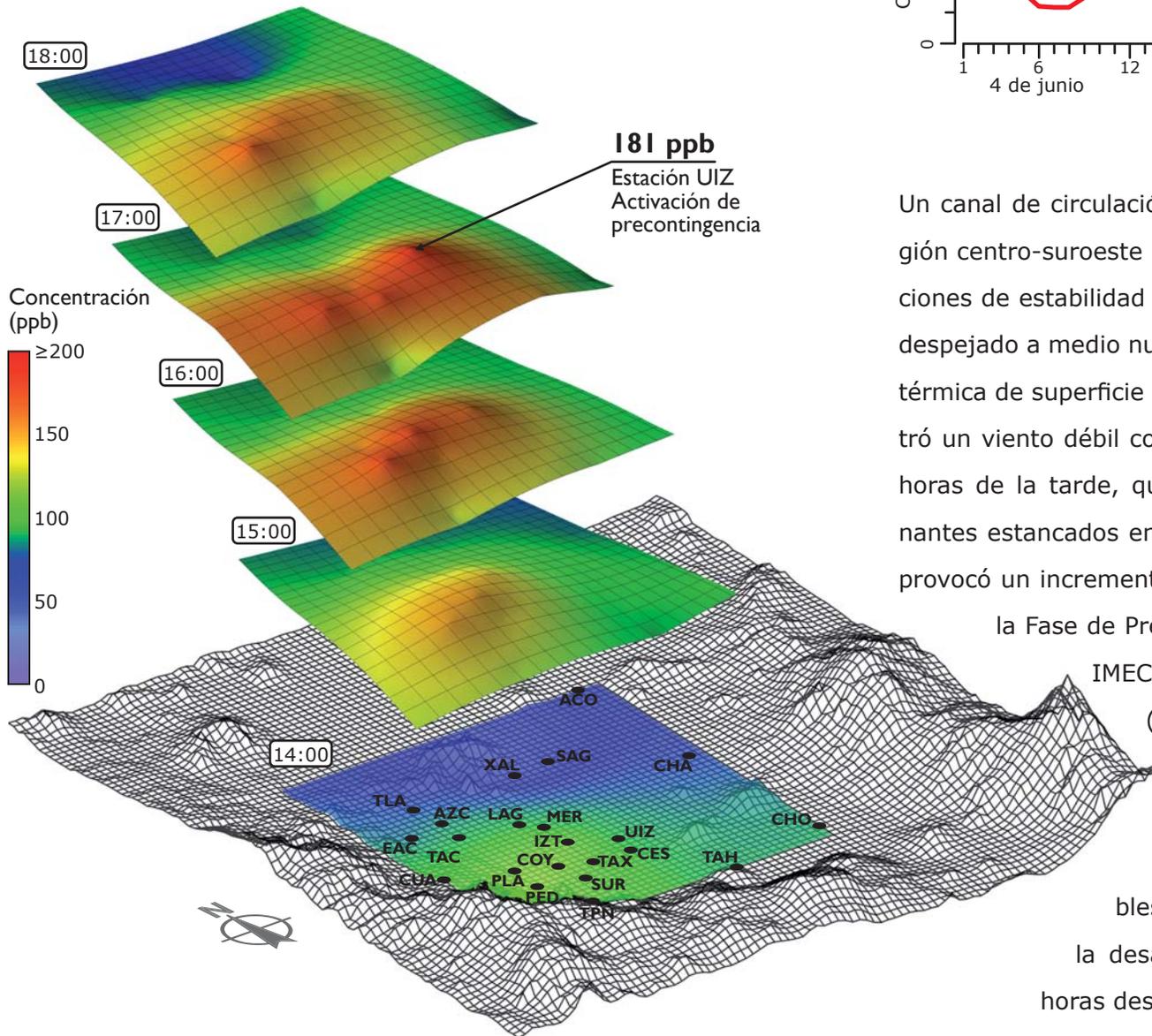
A partir de las 10:00, el incremento en la intensidad de la radiación solar activó los procesos fotoquímicos de producción de ozono, provocando un incremento gradual que superó el umbral de activación de la Fase de Precontingencia a las 16:00 con 168 puntos IMECA (185 ppb) en la estación ENEP Acatlán (EAC), municipio de Naucalpan, Estado de México, al poniente de la ciudad. Las condiciones de estabilidad se mantuvieron durante el día 4 de mayo y finalmente la disminución del tránsito vehicular el 5 de mayo permitió el levantamiento de la Fase de Precontingencia.

ACTIVACIÓN DE LA FASE DE PRECONTINGENCIA POR O_3 : LUNES 31 DE MAYO DE 2010

Un sistema de alta presión localizado sobre el centro-occidente del país y el Istmo de Tehuantepec, provocó estabilidad atmosférica sobre la ciudad, cielo despejado, viento débil, e inversiones de subsidencia. En el norte de la ciudad el tránsito resultó severamente afectado por la descompostura de una grúa que realizaba obras en un tramo del Periférico, en el municipio de Naucalpan. Lo anterior provocó que a las 17:00 la concentración de ozono alcanzará 172 puntos IMECA (189 ppb) en la estación ENEP Acatlán. La persistencia del sistema de alta presión sobre el centro del país mantuvo altos niveles de ozono hasta el día martes con un máximo de 155 puntos IMECA (170 ppb), lo que impidió levantar la Fase de Precontingencia. El miércoles 2 de junio las condiciones meteorológicas favorecieron la dispersión y permitieron el levantamiento de la Fase, 48 horas después de su activación, con un valor de 145 puntos IMECA (159 ppb).



ACTIVACIÓN DE LA FASE DE PRECONTINGENCIA POR O_3 :
VIERNES 4 DE JUNIO DE 2010



Un canal de circulación anticiclónica, que se extendió desde la región centro-suroeste hacia los estados del sureste, ocasionó condiciones de estabilidad atmosférica, viento débil en superficie y cielo despejado a medio nublado. Debido a la presencia de una inversión térmica de superficie en las primeras horas de la mañana, se registró un viento débil con dirección hacia el sur durante las primeras horas de la tarde, que provocó el lento arrastre de los contaminantes estancados en el centro y norte. La intensa radiación solar provocó un incremento en la concentración de ozono lo que activó

la Fase de Precontingencia, con un máximo de 165 puntos

IMECA (181 ppb) en la estación UAM-Iztapalapa

(UIZ), localizada en la delegación Iztapalapa,

al sureste de la ciudad. Para el sábado 5 de junio, la presencia de humedad y viento

generó condiciones de inestabilidad, favorables para la dispersión atmosférica, permitiendo

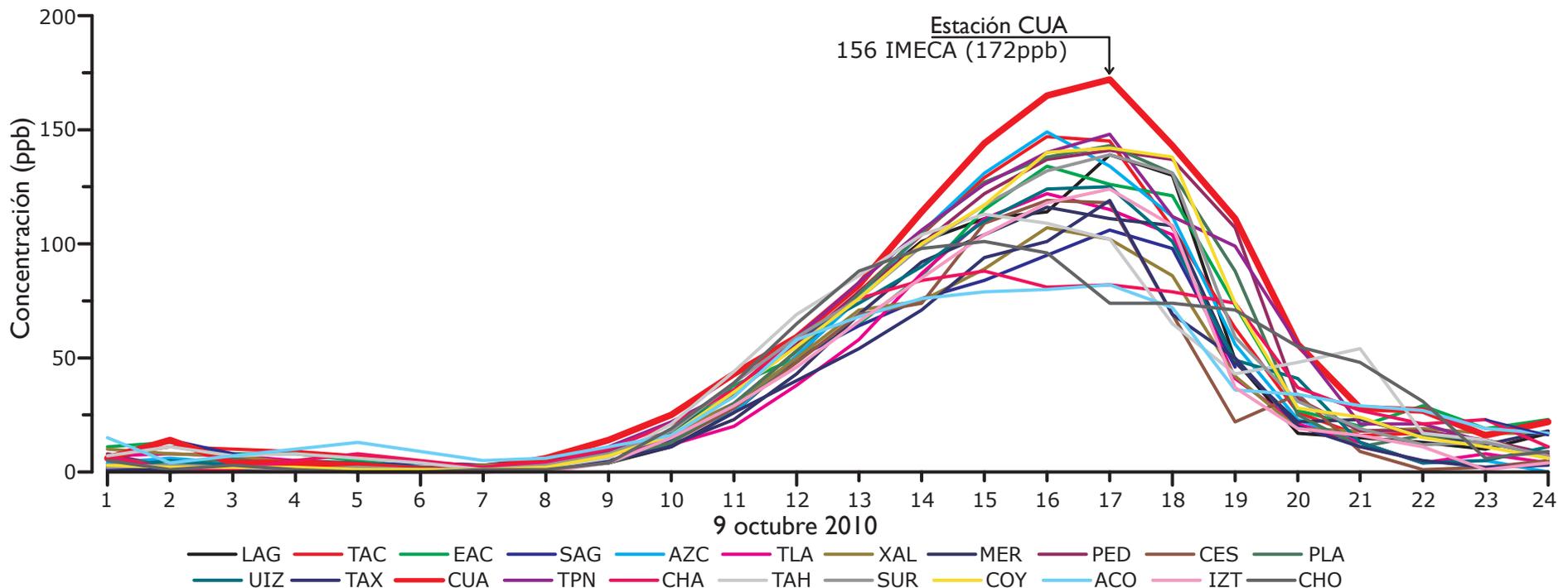
la desactivación de la Fase de Precontingencia 24 horas después de su activación.

INCREMENTO EXTRAORDINARIO DE O_3 : SÁBADO 9 DE OCTUBRE DE 2010

Desde el jueves 7 de octubre y con motivo de la organización del Festival Olímpico Bicentenario 2010 en la Ciudad de México, se realizó un corte a la circulación en un tramo importante de la Av. Paseo de la Reforma, afectando importantes vialidades primarias cercanas y provocando un lento avance y caos vehicular en prácticamente todo el centro y poniente de la ciudad. El sábado 9 de octubre, esta situación provocó un inusual aumento en la emisión de contaminantes a la atmósfera. Durante gran parte del día se observó un viento ligero con direc-

ción al oeste y condiciones favorables para la dispersión atmosférica. A pesar de esto, el ozono alcanzó una concentración de 156 puntos IMECA (172 ppb) a las 18:00 horas en la estación Cuajimalpa (CUA), localizada viento abajo de la zona afectada.

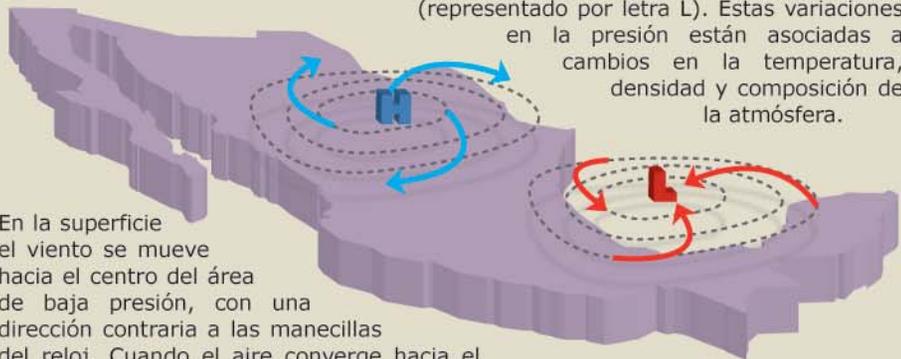
Debido a que se trataba de un problema local, a que el resto de las estaciones registraron concentraciones menores y el pronóstico de calidad del aire para el resto de la tarde y el día siguiente eran favorables para la dispersión, la Comisión Ambiental Metropolitana decidió no activar la Fase de Precontingencia.



LA INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE ALTA PRESIÓN EN LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El aire tiene un peso y ejerce una fuerza sobre cualquier cuerpo en la superficie. Esta fuerza es proporcional a la cantidad de aire que se encuentra en una columna con una altura igual a la de la atmósfera sobre un área determinada y se conoce como presión atmosférica. En el caso de la Ciudad de México, la presión que ejerce el aire es de 0.8 kg/cm^2 .

Una región de la atmósfera en donde la presión puede alcanzar un valor máximo o mínimo se conoce como sistema de presión. La región donde la presión alcanza un máximo se llama sistema de alta presión (representado por la letra H) y la región en donde el valor es mínimo se conoce como sistema de baja presión (representado por letra L). Estas variaciones en la presión están asociadas a cambios en la temperatura, densidad y composición de la atmósfera.

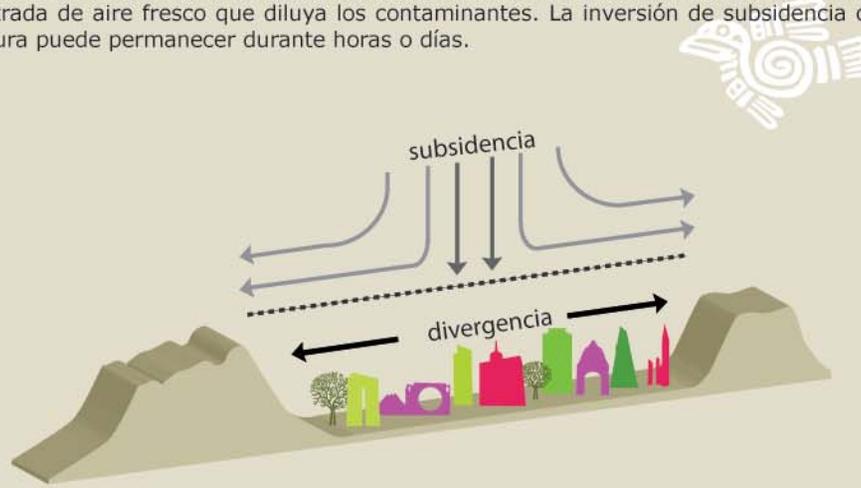


En la superficie el viento se mueve hacia el centro del área de baja presión, con una dirección contraria a las manecillas del reloj. Cuando el aire converge hacia el centro del sistema de baja presión, asciende lentamente y a cierta altura el aire diverge, es decir se mueve horizontalmente alejándose rápidamente del centro, para compensar el aire convergente en la superficie. La humedad presente en el aire que asciende se condensa en las capas más altas y frías de la atmósfera formando nubes. Estos sistemas se asocian con lluvias, tormentas y en casos extremos huracanes.

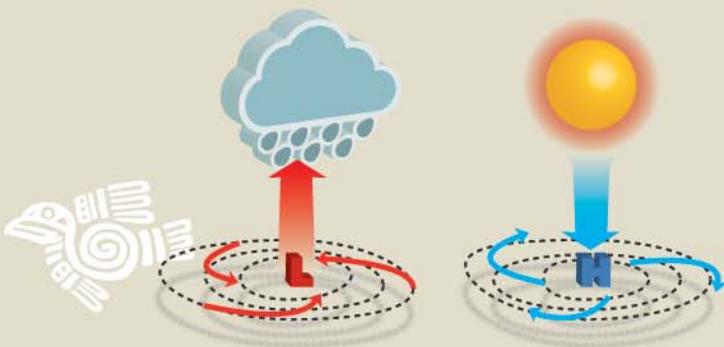
En los sistemas de alta presión el viento de superficie diverge, es decir se aleja del centro del área de alta presión, en el sentido de las manecillas del reloj. Para compensar este desplazamiento, el aire converge hacia el centro del área de alta presión, en la región superior del sistema. Estos sistemas están asociados al buen clima, debido a que el aire desciende y se calienta, evitando la condensación del agua. Las nubes tienden a evaporarse y difícilmente se presenta lluvia.

El movimiento descendente en los sistemas de alta presión en la atmósfera media se denomina subsidencia, mientras que el movimiento horizontal del viento se conoce como divergencia. La subsidencia impide la formación de nubes, provocando cielos despejados. El viento generalmente es débil.

El aire seco que se mueve hacia abajo desde la tropósfera superior crea condiciones sobre la capa límite, que se encuentra más cercana al suelo y es afectada por él, lo que favorece la formación de inversiones térmicas de altura. Estas actúan como una tapa sobre la capa límite, atrapando los contaminantes y provocando una reducción de la visibilidad. El aire subsidente no puede atravesar la capa límite lo que impide la entrada de aire fresco que diluya los contaminantes. La inversión de subsidencia o altura puede permanecer durante horas o días.



La contaminación atrapada por debajo de la capa límite se encuentra expuesta a la intensa radiación solar provocada por el cielo despejado asociado al sistema de alta presión. La transformación fotoquímica de los contaminantes atmosféricos estimula la producción de ozono y partículas finas. La falta de dispersión provoca la acumulación de los contaminantes, por lo que el ozono fácilmente alcanza niveles elevados y las partículas provocan una notable disminución de la visibilidad.



DEPÓSITO ATMOSFÉRICO Y LLUVIA ÁCIDA

Los contaminantes del aire se pueden encontrar en la atmósfera como moléculas de gases o como partículas sólidas o líquidas, estas últimas con un tamaño entre 0.001 y 100 micrómetros. Los gases y las partículas que se encuentran en la atmósfera se depositan en la superficie por dos mecanismos generales: depósito húmedo y depósito seco. El depósito húmedo ocurre cuando las gotas de lluvia arrastran consigo moléculas de gases y partículas a medida que caen durante un episodio de lluvia. El depósito seco es el resultado de la combinación de la difusión molecular, impactación y sedimentación por gravedad. El depósito húmedo es importante en regiones con un régimen de lluvia anual importante, como el caso de la Ciudad de México, principalmente en los meses de junio a octubre. El proceso más rápido de depósito seco es la sedimentación gravitacional de las partículas con un tamaño entre 10 y 100 micrómetros.

Debido a las lentas tasas de transferencia de los contaminantes a través de los procesos de depósito, los efectos del depósito atmosférico no han recibido la atención adecuada en términos de los efectos a la salud y al medio ambiente. Sin embargo, el depósito representa un problema ambiental importante, especialmente por la

presencia de lluvia ácida. La lluvia ácida es provocada principalmente por las concentraciones de óxidos de nitrógeno y de azufre emitidos por los vehículos, industrias y termoeléctricas. La acidez en el agua de lluvia provoca daños en los tejidos de las plantas y disuelve algunos nutrientes esenciales para la vegetación en el suelo. También contamina lagos, ríos y cuerpos de agua con metales disueltos del suelo y contribuye al fenómeno de eutroficación.

El Distrito Federal se localiza en el suroeste de la cuenca de México, tiene una superficie de 148 178.7 hectáreas (ha), de las cuales 60 867.9 corresponden a suelo urbano y 87 294.36 a suelo de conservación (59%). Los servicios ambientales que presta el suelo de conservación son vitales para el bienestar de los habitantes de la Ciudad de México. El funcionamiento natural de los ecosistemas es necesario para el mantenimiento del ciclo hidrológico de la cuenca, ya que este permite la mayor recarga del acuífero. La vegetación regula los escurrimientos superficiales y protege el suelo de la erosión eólica e hídrica. El suelo de conservación es una región de alto valor para la preservación de la diversidad biológica, debido a la diversidad de vegetación y especies animales que lo habitan, además, en él se realizan actividades productivas relacionadas con la agricultura. Por su parte, los bosques proveen recursos maderables y no maderables a las co-

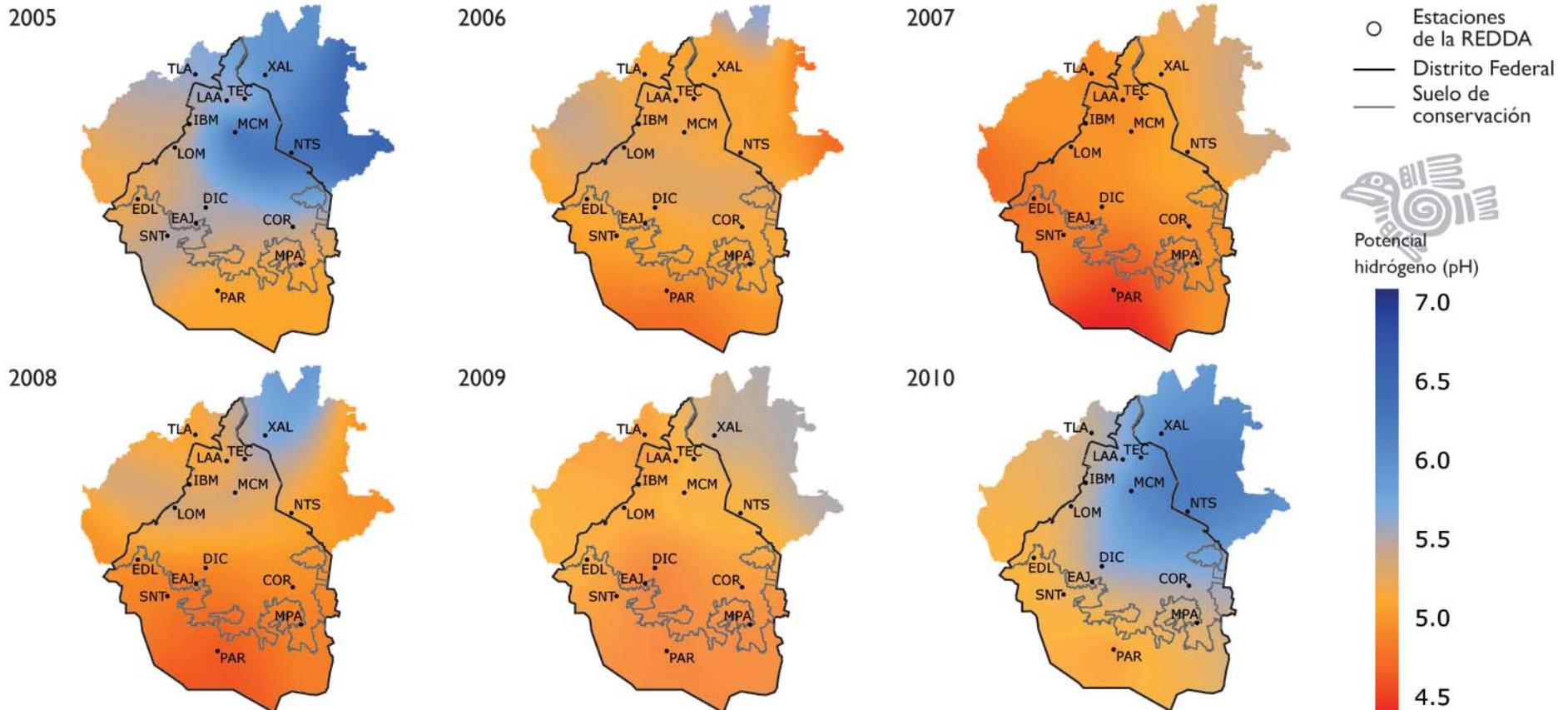
munidades rurales de la región y al mismo tiempo ofrecen espacios de recreación a los habitantes de la ciudad.

Las emisiones que diariamente se generan en la ciudad, además de los contaminantes acarreados desde otras zonas urbanas e industriales cercanas, son responsables de la presencia de lluvia ácida en la cuenca de México.

Distribución espacial de la acidez en el agua de lluvia para los años 2005 a 2010. Se considera como lluvia ácida cuando el valor de pH es menor a 5.5. En los mapas se indica el área correspondiente al suelo de conservación.

Desafortunadamente los valores más altos de acidez se registran cada año sobre el suelo de conservación.

En 2010 se observó una disminución importante en la superficie afectada por la presencia de lluvia ácida, sin embargo, es sobre el suelo de conservación donde se registraron los mayores valores de acidez (pH más bajo).



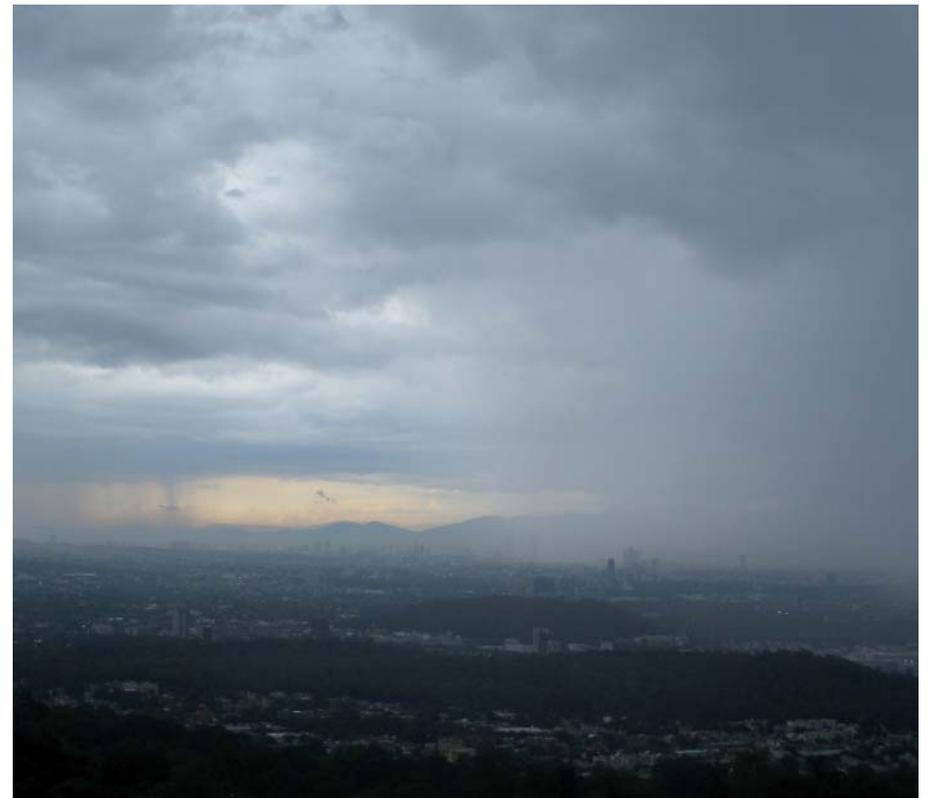
La estación de monitoreo Ecoguardas Ajusco (EAJ), localizada en las laderas del Ajusco, registró el menor valor de pH con 4.09 para la muestra obtenida durante el periodo del 31 de mayo al 6 de junio. La estación Parres (PAR), localizada en el Ajusco reportó el promedio más bajo de la temporada con un valor de pH de 5.1.

El análisis de las muestras de depósito húmedo indica que los iones nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}), amonio (NH_4^+) y calcio (Ca^{2+}), son los más abundantes. Mientras que el cloruro (Cl^-), potasio (K^+), sodio (Na^+) y magnesio (Mg^{2+}) se encuentran en menor concentración.

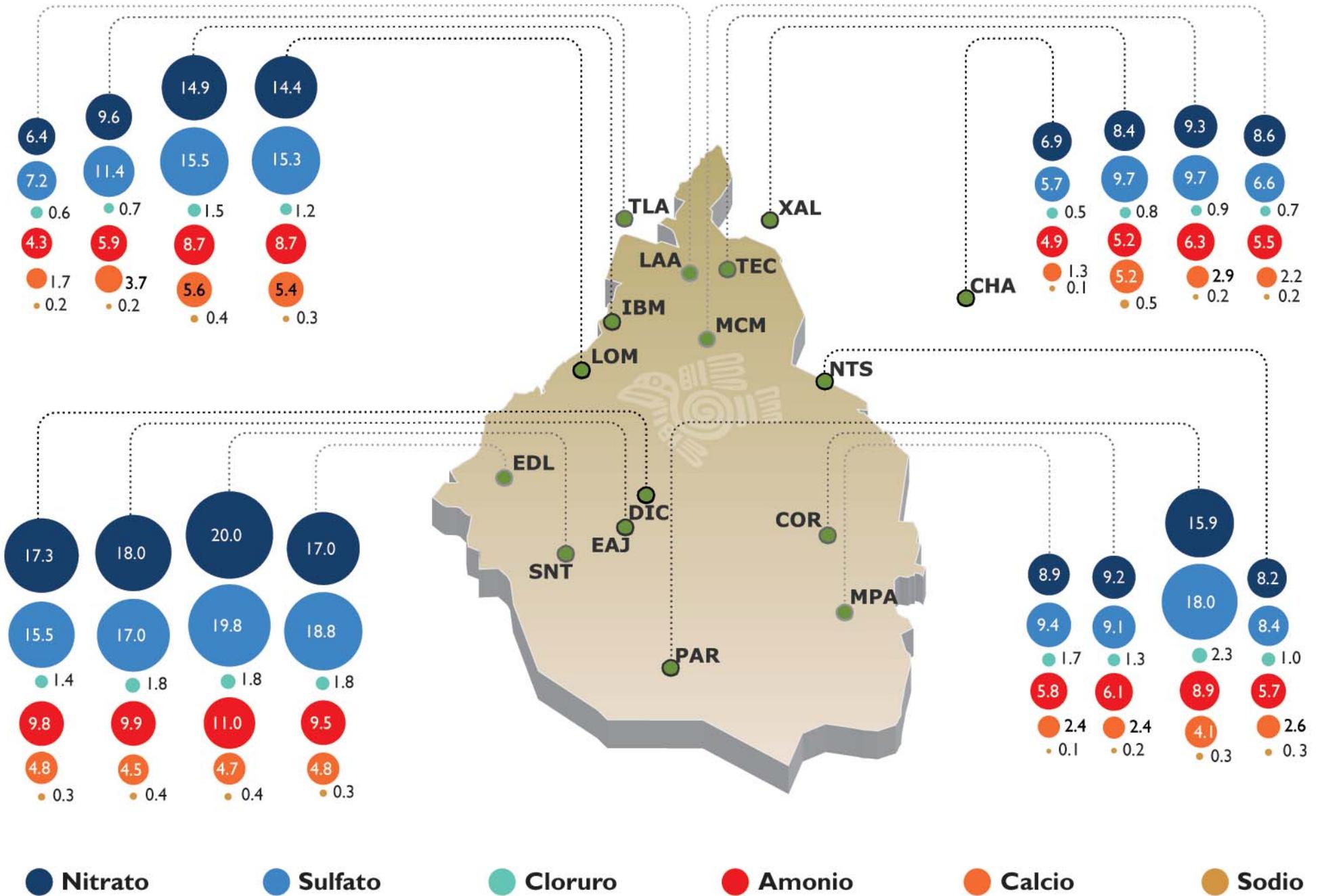
Las estaciones de monitoreo ubicadas en el suelo de conservación generalmente reciben la mayor cantidad de sulfatos, nitratos y amonio. Durante la temporada de lluvia de 2010, sobre el suelo de conservación se registró un depósito acumulado de 14.4 a 20.0 kilogramos por hectárea (kg/ha) de nitrato, mientras que en el caso de sulfato fue de entre 15.3 y 19.9 kg/ha . Para amonio, los valores en el suelo de conservación se encuentran entre 8.7 y 11.0 kg/ha . La estación Parres, localizada en el Ajusco, registró los valores más altos de depósito de estos contaminantes.

Los iones sulfato y nitrato tienen su origen en la quema de combustibles, mientras que el amonio es emitido por

fuentes biogénicas. En el caso de los iones cloruro, sodio, calcio y magnesio, se asocian principalmente al polvo levantado del suelo por el viento, mientras que el potasio está directamente relacionado con la quema de biomasa. Debido a que durante la temporada de lluvias la humedad del suelo dificulta la formación de tolvaneras, los valores de depósito de los compuestos asociados al suelo son relativamente bajos. De igual manera el contenido de humedad en las zonas forestales y agrícolas dificulta la formación de incendios que pudieran elevar las concentraciones de potasio en el depósito atmosférico.



Depósito total de iones en 2010, kg/ha



En condiciones óptimas, el agua de lluvia proporciona nutrientes que benefician a los árboles y plantas.

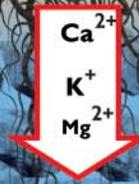
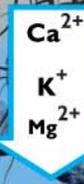


Estos nutrientes ayudan a mantener sanos, florecientes y productivos a los árboles

Los árboles también toman los nutrientes del suelo, de algunas rocas y del agua subterránea

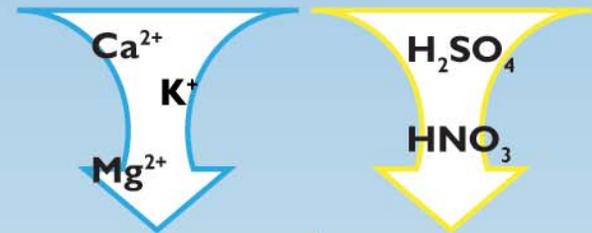


Nutrientes del suelo y las rocas

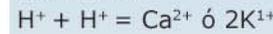


Nutrientes de las aguas subterráneas y arroyos

En condiciones de lluvia ácida cada ion de H^+ agregado al suelo puede reemplazar una cantidad equivalente de algún nutriente, como el potasio.



Los iones H^+ de los ácidos sustituyen los nutrientes del suelo, por cada equivalente de ácido es extraída una cantidad similar de nutrientes

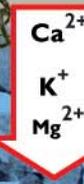
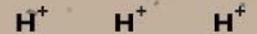
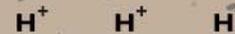


En terminos forestales, la declinación es la acumulación de enfermedades causadas por varios factores que propician el deterioro de las especies hasta llegar a la muerte en un período más corto de lo normal

Las hojas de los árboles se vuelven amarillas cuando los nutrientes en el suelo son escasos.



Cuando otros elementos del suelo se filtran más que los nutrientes de las rocas y del agua de lluvia, entonces los árboles tienden a "declinar".



PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2002-2010

En febrero de 2002 la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM) presentó el *Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010* (PROAIRE 2002-2010), que incluyó 89 acciones para desarrollarse en corto, mediano y largo plazo. Estas acciones de carácter metropolitano requirieron la participación coordinada del Distrito Federal, el Estado de México y el gobierno Federal.

Durante su vigencia el PROAIRE 2002-2010 se convirtió en el eje de la gestión ambiental en torno al cual giraron las políticas y las líneas de acción para el control de la contaminación del aire. Dentro de las acciones del programa se propusieron 38 medidas enfocadas a la reducción de emisiones generadas por el transporte, 16 medidas para la disminución de emisiones en industrias y servicios, 15 medidas para la preservación y restauración de los recursos naturales y el ordenamiento de la expansión urbana, 8 medidas para la disminución de la exposición a la contaminación, y 12 medidas para el fortalecimiento de la educación ambiental e institucional.

En este periodo se fortalecieron los marcos normativos en diversos sectores, se incentivó la participación de la

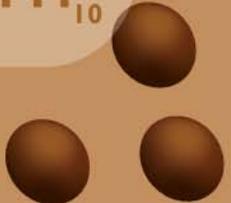
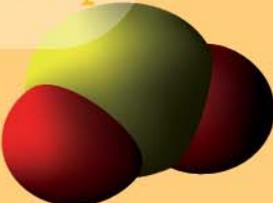
comunidad científica en el entendimiento y solución de los problemas ambientales. Entre 2002 y 2010 el programa consiguió que el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre logaran el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Además contribuyó a la reducción de las concentraciones de ozono y partículas suspendidas.

En 2010 concluye este programa, sin embargo, aún deja retos importantes por resolver, los cuales serán tarea del *Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*.

En este apartado la Dirección de Monitoreo Atmosférico realiza una evaluación del cumplimiento de las metas en términos de la calidad del aire del programa, comparando la información de 2001, antes de su entrada en vigor, con los datos de 2010. Los resultados de esta evaluación se describen en el infograma que acompaña esta sección.



METAS DEL PROAIRE II

		2001		2010	¿Se alcanzó la meta?
OZONO 		<p>Se registraron</p> <p>47 horas con concentraciones mayores a 200 IMECA</p> <p>271 días con concentraciones entre 101 y 200 IMECA</p> <p>69 días con concentraciones dentro del límite de la NOM</p>	<p>META 1: Eliminar las concentraciones mayores a 200 IMECA</p> <p>META 2: Reducir los días con concentraciones entre 101 y 200 IMECA</p> <p>META 3: Aumentar los días con concentraciones dentro de la NOM</p>	<p>Se registraron</p> <p>Ninguno</p> <p>149 días con concentraciones entre 101 y 200 IMECA</p> <p>216 días con concentraciones dentro del límite de la NOM</p>	<p>Si</p> <p>Si, se alcanzó una reducción del 33%</p> <p>Si, se alcanzó una reducción del 40%</p>
	PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS 		<p>316 días con concentraciones dentro del límite de la NOM</p> <p>95 µg/m³, concentración promedio anual</p>	<p>META 1: Aumentar los días con concentraciones dentro de la NOM</p> <p>META 2: Reducir la concentración promedio anual</p>	<p>271 días con concentraciones dentro del límite de la NOM</p> <p>104 µg/m³, concentración promedio anual</p>
MONÓXIDO DE CARBONO 		<p>Un día con concentración que excede el límite de 9.0 ppm</p> <p>9.1 ppm, concentración máxima del promedio de 8 h</p>	<p>META 1: Eliminar las concentraciones que exceden el límite de 9.0 ppm</p> <p>META 2: Reducir la concentraciones actuales</p>	<p>Ninguno</p> <p>7.5 ppm, concentración máxima del promedio de 8 h</p>	<p>Si</p> <p>Si, se alcanzó una reducción del 18%</p>
DIÓXIDO DE AZUFRE 		<p>297 ppb, promedio diario</p> <p>36 ppb, concentración promedio anual</p> <p>93 incrementos extraordinarios</p>	<p>META 1: Reducir las concentraciones promedio diarias</p> <p>META 2: Reducir la concentración promedio anual</p> <p>META 3: Evitar la ocurrencia de picos extraordinarios asociados con el uso indebido de combustibles de alto contenido de azufre</p>	<p>76 ppb, promedio diario</p> <p>10 ppb, concentración promedio anual</p> <p>11 incrementos extraordinarios</p>	<p>Si, se alcanzó una reducción del 75%</p> <p>Si, se alcanzó una reducción del 74%</p> <p>Si, se alcanzó una reducción del 88%</p>