

DE *HOMO SAPIENS* A *HOMO AUTOMOBILIS*: REVISITANDO LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MÉXICO*

Me encanta el coche. Con él he pasado las horas más hermosas de mi vida.¹

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas la Ciudad de México ha experimentado, al igual que otras grandes ciudades en el mundo, un proceso de motorización masiva. Winfried Wolf acuñó hacia finales del siglo pasado una frase para explicar este fenómeno global: “La primera reivindicación de una sociedad de automóviles es que el automóvil es para todos: todos tienen uno o al menos lo desean”.²

Aunque la frase de Wolf podría describir lo que ocurre actualmente en la Ciudad de México, una gran mayoría de quienes habitan en ella y sus zonas conurbadas aún no poseen ni tienen, paradójicamente, acceso a un automóvil. Pero esto no ha sido óbice para que tanto los que conducen un vehículo como los que no lo hacen, sufran de las mismas consecuencias: aire contaminado, impactos negativos en la salud, congestionamientos viales, accidentes de tránsito, etcétera. No es aventurado afirmar que el disparatado aumento en el número y uso de vehículos automotores ha convertido a la capital de nuestro país en un prototipo de centro urbano diseñado para automóviles.

* Título original: “From *homo sapiens* to *homo automobilis*. Revisiting Air Quality Management in Mexico City”, publicado en *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, México, nueva serie, año XLI, núm. 121, enero-abril de 2008.

¹ Palabras de Adolfo Hitler. En inglés, la cita se lee: *I love the car. It has given me the most beautiful hours of my life*. Véase Wolf, Winfried, *Car Mania. A Critical History of Transport*, Londres, Pluto, 1996, p. 65.

² *Ibidem*, p. 150. En inglés, la cita se lee: *The first claim of the car society is that the car is for everyone: everyone either has a car or wants to have one*.

Este trabajo tiene por objeto revisar quince años (1990-2005) de gestión de calidad del aire en la Ciudad de México. A partir de un análisis sobre el crecimiento urbano y poblacional a nivel metropolitano, se examina la respuesta que durante este periodo han tenido las autoridades mexicanas en el control y combate de la contaminación atmosférica. Mientras que la preocupación actual de la contaminación del aire en la Ciudad de México está básicamente relacionada con los niveles de concentración que rebasan los parámetros recomendados para la salud, este artículo hace hincapié en que dichos niveles han sido el resultado de emisiones que provienen de vehículos automotores, principalmente de autos particulares. De modo que pretendemos señalar que si bien se han alcanzado algunas metas a través de diversas estrategias de gestión de la calidad del aire (vinculadas primordialmente al uso de tecnologías limpias y a la implementación de ciertas medidas de tránsito vehicular), el crecimiento absurdo en el número y uso de autos privados podría obstaculizar seriamente los esfuerzos del gobierno para alcanzar y mantener una calidad de aire urbano saludable en la Ciudad de México.

II. LA CIUDAD DE MÉXICO EN 2000: LA SEGUNDA MEGA-CIUDAD EN EL MUNDO

Al comenzar el nuevo milenio, la Ciudad de México se ubicó como una de las tres ciudades más grandes en el mundo: con sus 18.1 millones de habitantes comparte con Bombay (India) el segundo lugar de una lista de 30 mega-ciudades. Como se observa en la tabla 1, la Ciudad de México se encuentra por debajo de Tokio (Japón) que cuenta con 26.4 millones de habitantes, y ligeramente por encima de Sao Paulo (Brasil) y de Nueva York (Estados Unidos de América) con 17.8 y 16.6 millones de habitantes respectivamente. Aunque para 2010 Tokio permanecerá en el primer lugar de dicha lista de mega-ciudades y Bombay ascenderá al segundo sitio seguido de Lagos (Nigeria) en tercero, es muy probable que la Ciudad de México se mantenga de cualquier manera dentro de las 7 ciudades más pobladas del planeta.³

³ Para más detalles, véase United Nations Centre for Human Settlements, *The State of the World's Cities Report 2001*, United Nations Centre for Human Settlements—HABITAT, 2001, <http://www.unch.org>.

TABLA 1
Las ciudades más grandes del mundo (millones de habitantes)

Rango	1990	2000	2010
1	Tokio 25.1	Tokio 26.4	Tokio 26.4
2	Nueva York 16.1	Ciudad de México 18.1	Bombay 23.6
3	Ciudad de México 15.1	Bombay 18.1	Lagos 20.2
4	Sao Paulo 15.1	Sao Paulo 17.8	Sao Paulo 19.7
5	Shangai 13.3	Nueva York 16.6	Ciudad de México 18.7
6	Bombay 12.2	Lagos 13.4	Dhaka 18.4
7	Los Ángeles 11.5	Los Ángeles 13.1	Nueva York 17.2

Fuente: Adaptada de United Nations Centre for Human Settlements, 2001.

Ahora bien, debemos aclarar que el número de habitantes que se señala en la tabla 1 para el caso mexicano, es un indicador estadístico que no corresponde a lo que hoy se considera propiamente como Ciudad de México. En efecto, desde 1993 la Ciudad de México es el Distrito Federal, sede de los poderes de la Unión y capital de los Estados Unidos Mexicanos tal y como se establece en el artículo 44 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. De modo que el espacio territorial de la Ciudad de México coincide con los límites físicos del Distrito Federal que cuenta con una población de 8.6 millones de habitantes y que comprende una extensión de 1486 kms² de los cuales el 41% es urbano y el restante 59% rural (suelo de conservación, pastoreo y agricultura).

Desde un punto de vista histórico, el área geográfica de la Ciudad de México se había identificado tradicionalmente, por lo menos hasta antes de 1993, con el espacio ocupado por el área urbana contigua independientemente de los límites territoriales del Distrito Federal. Este último fue creado en 1824 con un área de 8.8 kms² (un radio de cinco millas alrededor del perímetro central de la ciudad) y por razones de tipo político se le ubicó en el corazón de la Ciudad de México la cual ocupaba en aquel entonces una extensión territorial de 390 kms². A lo largo del siglo XIX y debido a los disturbios políticos y sociales ocurridos en el país durante ese periodo, tanto el Distrito Federal como la Ciudad de México sufrieron un sinnúmero de cambios tanto en sus límites territoriales como en

las estructuras locales de gobierno. No fue sino hasta 1898 que se llevó a cabo una enorme reorganización del Distrito Federal en la que se ampliaron sus fronteras físicas a como existen en la actualidad; hacia finales de ese mismo siglo, la Ciudad de México había quedado confinada a lo que se conoce como “primer cuadro de la ciudad” con una extensión de 20 kms² y dentro de la nueva demarcación territorial del Distrito Federal.⁴

Aunque los actuales límites del Distrito Federal no se han modificado desde su creación en 1898, los de la Ciudad de México sí. En efecto, poco después de terminada la Revolución mexicana, el área urbana de la ciudad comenzó a expandirse y se observó un rápido crecimiento para el periodo 1917-1950 que permaneció dentro del territorio del Distrito Federal. Sin embargo, a partir de la década de los cincuenta, la mancha urbana de la Ciudad de México empezó a extenderse hacia la vecina entidad federativa del Estado de México, con lo que comenzó el proceso de conurbación de diversos municipios cercanos al Distrito Federal. Como se observa en la tabla 2, durante las cuatro primeras décadas que comprende este fenómeno (*i. e.* 1950-1990), la población aumentó sorprendentemente de 3.1 a 14.5 millones de habitantes con un extensión urbana de más de 1250 kms² para 1990.⁵

Iniciada la década de los noventa, a la Ciudad de México y a su zona conurbada se le identificaba con las siguientes expresiones: Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM); cada una de ellas utilizada indistintamente según el número de municipios conurbados.⁶ Por ejemplo, mientras que la ZMCM se refería a un espacio físico de 3399 kms² con un población total de 14.5 millones de habitantes, el AMCM abarcaba una extensión de 4650 kms² con una

⁴ Nava Escudero, César, *Urban Environmental Governance: Comparing Air Quality Management in London and Mexico City*, Aldershot, Ashgate, 2001, y Ward, Peter, *Mexico City*, Londres, Belhaven, 1990.

⁵ Véase, para una descripción más detallada, Gamboa de Buen, Jorge, *Ciudad de México, una visión*, México, Fondo de Cultura Económica, 1994, y Nava Escudero, César, *op. cit.*, nota anterior.

⁶ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Estadísticas del Medio Ambiente-México 1997*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998.

población total de 15.0 millones de habitantes (estas últimas cifras correspondían a la definición estadística de metrópolis).⁷

TABLA 2
*Crecimiento poblacional y urbano en la ZMCM**

Año	ZMCM Población (millones)	Área urbana dentro del Distrito Federal (kms ²)	Área urbana dentro y fuera del Distrito Federal (kms ²)	Área total de la ZMCM (urbana y rural) (kms ²)
1917	.9	62	-	
1928	1.2	62	-	
1941	1.7	99	-	
1950	3.1	151	-	
1953			<i>inicia conurbación</i>	
1959	4.8	210	223	
1970	6.8	309	384	
1980	8.8	-	750	
1990	14.5	634	1 250	3 399
1995	17.0	-	1 325	-
2000	18.1	625	1 450	3 540
2010	18.7 to 20.5?	-	1 626	-
2020	22.5?	-	1 748	-

* Los datos para 1990 y 2000 corresponden a la ZMCM que abarca 16 delegaciones del Distrito Federal y 17 y 18 municipios conurbados del Estado de México, respectivamente.

Fuente: Adaptada de Gamboa de Buen, 1994; Nava Escudero, 2001; Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002; United Nations Centre for Human Settlements, 2001.

⁷ La información sobre estos datos históricos puede obtenerse en publicaciones gubernamentales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática como lo son *Ciudad de México (Área Metropolitana). Resultados definitivos. Tabulados básicos*, Aguascalientes, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992, y *Estadísticas históricas de México*, 3a. ed., Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, vols. I y II, 1994.

Hacia la segunda mitad de la década de los noventa, los límites territoriales metropolitanos de la Ciudad de México y las cifras del aumento poblacional se volvieron a modificar ante el creciente fenómeno de conurbación. Por ejemplo, para 1995 se cambió el concepto de AMCM (a veces llamada zona metropolitana) para referirse a una misma extensión física (es decir, 4650 kms²) pero ahora con 16.6 millones de habitantes y abarcando 16 delegaciones del Distrito Federal y 28 municipios del Estado de México (situación por demás confusa).⁸

Para 2000, se adoptó una nueva definición metropolitana (para efectos de transporte y vialidad) y por consiguiente la extensión territorial de la Ciudad de México y su zona conurbada aumentó a más de 7410 kms² con una población total de 18.3 millones abarcando 16 delegaciones del Distrito Federal, 58 municipios conurbados del Estado de México y 1 municipio de otra entidad federativa cercana: el estado de Hidalgo.⁹ Mientras que esta definición es la que se sigue utilizando en estos primeros años del siglo XXI, un nuevo término empieza a acuñarse para describir un espacio mucho más grande para la Ciudad de México y que es el de “megalópolis”. Este vocablo se refiere a la idea de un área como ciudad-región con un total de 26.8 millones de habitantes en un espacio geográfico que abarca alrededor de 265 unidades locales de gobierno comprendidas en el Distrito Federal y 5 entidades federativas. Hablamos aquí de 16 delegaciones del Distrito Federal, 99 municipios del Estado de México, 31 de Hidalgo, 31 de Morelos, 36 de Puebla y 52 de Tlaxcala.¹⁰

No obstante todo lo anterior, es fundamental precisar que el término que la mayoría de los documentos gubernamentales han utilizado en relación con la gestión de la calidad del aire es el de *zona metropolitana*. Al hacerlo, se han referido a las expresiones ZMCM y/o ZMVM. De hecho, los últimos tres (y más importantes) programas oficiales que han sido elaborados específicamente para combatir el problema urbano-ambiental de la contaminación atmosférica en la ciudad capital —nos referimos a: i) Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (PICCA) de 1990; ii) Programa para

⁸ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *op. cit.*, nota 6.

⁹ Véase Gobierno del Distrito Federal, “Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006 (Pitvi 2001-2006)”, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, Gobierno del Distrito Federal, 2002.

¹⁰ *Idem*.

Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México (Proaire 1995-2000) de 1996, y *iii*) Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (Proaire 2002-2010) de 2002— han usado esas dos categorías conceptuales. Al mismo tiempo, también es indispensable precisar que los documentos oficiales vinculados a los temas de transporte y vialidad en la ciudad se refieren generalmente a espacios metropolitanos mucho más extensos, y de aquí que utilicen la expresión de AMCM y/o una versión ampliada del concepto de ZMCM.¹¹ Aunque por esta razón algunos datos estadísticos no coinciden a nivel metropolitano, los porcentajes que se manejan desde los programas atmosféricos para determinar la contribución del sector transporte al problema de la contaminación atmosférica en la ZMCM, son los que se aplican para el análisis en el diseño de políticas públicas.¹²

Por lo tanto, a pesar del gran número de documentos gubernamentales (federales y/o locales) que proporcionan valiosísima información estadística para el análisis del desarrollo social, económico y ambiental de la Ciudad de México, aún no existe una definición única sobre lo que realmente constituye la ZMCM. De manera que para los fines de este trabajo y siguiendo lo que al efecto menciona el último programa sobre gestión de la calidad del aire (*i. e.* Proaire 2002-2010), preferimos utilizar el término de ZMCM (también aceptamos indistintamente el de ZMVM) que se refiere a un extensión territorial de 3540 kms² con un total de 18.1 millones de habitantes conformada por 16 delegaciones del Distrito Federal y 18 municipios del Estado de México (véase tabla 3).

¹¹ Por un lado, el Programa Integral de Transporte y Vialidad de 1995 (Pitvi 1995-2000) establece que el AMCM comprende las 16 delegaciones del Distrito Federal y 28 municipios conurbados del Estado de México. Por el otro, el Programa Integral de Transporte y Vialidad de 2002 (Pitvi 2001-2006), señala que la ZMCM abarca las 16 delegaciones del Distrito Federal, 58 municipios conurbados del Estado de México, y 1 municipio de Hidalgo. Véanse, respectivamente, Departamento del Distrito Federal, *Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995-2000 (Pitvi 1995-2000)*, México, Departamento del Distrito Federal, 1995, y Gobierno del Distrito Federal, *op. cit.*, nota 9.

¹² Hacemos notar que incluso en trabajos académicos se utilizan términos distintos con contenidos diferentes. En este sentido, véase por ejemplo a Molina, Luisa T. y Molina, Mario J. (coords.), *La calidad del aire en la megaciudad de México. Un enfoque integral*, trad. de Dulce María Ávila, Bárbara Córcega y Silvia Ruiz de Chávez, México, Fondo de Cultura Económica, 2005. Aquí, los autores y coordinadores de la obra prefieren utilizar el término de AMCM.

TABLA 3
La Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Distrito Federal 16 delegaciones = 1486.4 kms ²	Estado de México 18 municipios conurbados = 2054.3 kms ²
1. Álvaro Obregón	1. Atizapán de Zaragoza
2. Azcapotzalco	2. Cuautitlán Izcalli
3. Benito Juárez	3. Coacalco
4. Coyoacán	4. Cuautitlán
5. Cuajimalpa	5. Chalco
6. Cuauhtémoc	6. Chicoloapan
7. Gustavo A. Madero	7. Chimalhuacán
8. Iztacalco	8. Ecatepec
9. Iztapalapa	9. Huixquilucan
10. Magdalena Contreras	10. Ixtapaluca
11. Miguel Hidalgo	11. La Paz
12. Milpa Alta	12. Nicolás Romero
13. Tláhuac	13. Naucalpan
14. Tlalpan	14. Nezahualcóyotl
15. Venustiano Carranza	15. Tecámac
16. Xochimilco	16. Tlalnepantla
	17. Tultitlán
	18. Valle de Chalco

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002.

Por último, cabe señalar que los datos sobre crecimiento poblacional establecidos en el Proaire 2002-2010 muestran que el número total de habitantes en la ZMCM podría alcanzar los 20.5 millones para 2010 y 22.5 millones para 2020. Estas cifras toman en cuenta el hecho de que ciertos municipios habrán de incorporarse a la ZMCM en los próximos 20 años. Llama la atención tal y como se observa en la tabla 4, que el aumento de la población en el Distrito Federal se haya estancado en los últimos años.

TABLA 4
Crecimiento poblacional (miles) en la ZMCM (1950-2020)

<i>Año</i>	<i>Población en el Distrito Federal</i>	<i>Población en los municipios conurbados</i>
1950	2924	29
1960	4879	246
1970	6934	1882
1980	8029	4304
1990	8235	6812
1995	8489	8600
2000	8796	9444
2010	8084	11449
2020	9330	12923

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002.

III. LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MÉXICO REVISITADA

A pesar de que la presencia de aire contaminado en la Ciudad de México fue detectada por vez primera durante las décadas de los cincuenta y sesenta, no fue sino hasta 1986 que este problema se convirtió en una prioridad para el gobierno mexicano. Para ese entonces, los niveles de contaminantes urbanos tradicionales como el bióxido de azufre (SO₂), el material particulado suspendido, el plomo (Pb) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) se encontraban ya muy por encima de los límites permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Ante esta situación, y por el hecho de que hacia finales de la década de los ochenta la capital de México era considerada como la ciudad más contaminada de América Latina por diversos contaminantes, el gobierno mexicano impulsó en 1986 y 1987 ciertas medidas para enfrentar dicho problema.

Sin embargo, el verdadero combate a la contaminación atmosférica se inició años más tarde con la expedición de un programa mucho más estricto: el PICCA de 1990, al cual le siguieron el Proaire 1995-2000 de

1996 y el vigente Proaire 2002-2010 de 2002. Cada uno de estos tres programas estableció en su momento y con base en información de tipo estadístico, una serie de acciones políticas, objetivos gubernamentales y estrategias a seguir (en lo político-administrativo, social y legal) relativas a los niveles de contaminación, el tipo de contaminantes y sus efectos en la salud, el funcionamiento de los sistemas de monitoreo atmosférico, etcétera (véase tabla 5).

TABLA 5
*Programas de gestión de calidad del aire
para la ZMCM (1986-2010)*

<i>Año</i>	<i>Nombre del programa:</i>	<i>Estrategias principales:</i>
1986 1987	21 Acciones para Reducir la Contaminación del Aire 100 Medidas Necesarias	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de reubicación industrial • Sistema de control de emisiones vehiculares • Red automática de monitoreo atmosférico • Sustitución a gas natural en plantas termoeléctricas
1990	PICCA	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento en la calidad de las gasolinas • Transporte <ul style="list-style-type: none"> — Expansión del transporte público — Sistema de control de emisiones vehiculares — Medidas de tránsito vehicular • Industria y establecimientos de servicio <ul style="list-style-type: none"> — Mejoramiento de procesos de combustión — Control de emisiones y uso de gas natural (80%) en plantas termoeléctricas • Restauración y educación ecológicas
1996	Proaire 1995-2000	<ul style="list-style-type: none"> • Industria (limpia) y establecimientos de servicio <ul style="list-style-type: none"> — Reducción de emisiones, nuevas tecnologías — Mejoramiento y sustitución de energéticos • Transporte y vehículos (limpios) <ul style="list-style-type: none"> — Reducción de emisiones, nuevas tecnologías — Medidas de tránsito vehicular — Expansión del transporte público • Recuperación ecológica y educación ambiental
2002	Proaire 2002-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte y vehículos <ul style="list-style-type: none"> — Reducción de emisiones, nuevas tecnologías — Medidas de tránsito vehicular — Uso de gas natural y vehículos eléctricos — Expansión del transporte público — Nuevas vialidades (red primaria, anillos, etcétera) • Industria y servicios (establecimientos) <ul style="list-style-type: none"> — Reducción de emisiones, nuevas tecnologías — Uso de energías renovables • Conservación ecológica y educación ambiental

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002; Secretariado Técnico Intergubernamental, 1990, y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca *et al.*, 1996.

Los resultados obtenidos a lo largo de quince años (*i. e.* 1990-2005) de esfuerzos gubernamentales por implementar los tres programas arriba mencionados, indican que los niveles actuales de contaminación atmosférica no son tan graves como los observados hacia finales de la década de los ochenta y principios de los noventa. La información presentada sobre el total de emisiones a la atmósfera en la ZMCM durante este periodo deja entrever un escenario optimista (véase tabla 6). En efecto, al comparar los niveles actuales de ciertos contaminantes con lo experimentado durante la década de los noventa encontramos, por un lado, que las concentraciones de plomo (Pb), bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), o bióxido de nitrógeno (NO₂) han disminuido, y por el otro, que las concentraciones de ozono (O₃) han dejado de aumentar (véase tabla 7).

TABLA 6
Emisiones atmosféricas totales en la ZMCM*
(millones de toneladas/año)

<i>Año</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Año</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Año</i>	<i>Toneladas</i>
1972	2.6	1982	3.7	1994	4.0
1974	3.3	1983	3.8	1996	3.1
1976	3.4	1988	4.9	1998	2.4
1978	3.4	1989	4.3	2004	3.4
1980	3.6	1991	4.3	2010	2.7

* Incluye bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, material particulado suspendido como partículas suspendidas totales (PST). A partir de 1996, las PST se substituyen por partículas menores a 10µm. Los datos de 2004 incluyen bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas menores a 10 y 2.5µm, compuestos orgánicos totales, metano, compuestos orgánicos volátiles, amoníaco. La cifra estimada para 2010 está basada en la misma metodología que se usó para el inventario de emisiones de 1998 por lo que dicha cifra no considera los beneficios de reducción de la contaminación por la implementación del Proaire 2002-2010.

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002; Gobierno del Distrito Federal, 2004; Nava Escudero, César 2001; Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca *et al.*, 1996, y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000.

En síntesis, es posible afirmar sobre cada uno de estos contaminantes lo siguiente:¹³ i) los niveles de concentración del Pb han estado desde

¹³ Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, *Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2012 (Proaire 2002-2012)*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Secretaría de Salud-Gobierno del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, 2002.

hace varios años por debajo de la norma mexicana de calidad del aire; *ii*) los niveles de contaminación del SO₂ y del CO han rebasado la norma mexicana respectiva sólo en algunas ocasiones en los últimos años; *iii*) aunque se ha observado que el NO₂ continúa en ocasiones por arriba de los estándares mexicanos de calidad del aire, los niveles pico ya no son tan frecuentes como lo eran en años anteriores, y *iv*) si bien la contaminación por O₃ rebasó la norma de calidad del aire en un 80% a 90% de todos los días por año durante la década de los noventa, en la actualidad no ha alcanzado los mismos niveles de concentración máxima como en ese entonces; en términos generales, dichos niveles de concentración máxima han disminuido en alrededor de un 40% para el periodo 1990-2004.¹⁴

TABLA 7

Concentraciones por arriba de las normas de calidad del aire por contaminante (días y trimestres para el periodo 1990-2004)

Año	O ₃ días	CO días	SO ₂ días	NO ₂ días	Pb trimestres
1990	325	141	11	31	4
1991	335	93	8	16	2
1992	317	56	29	8	1
1993	320	17	0	29	0
1994	340	11	0	28	0
1995	319	4	0	32	0
1996	317	6	0	84	0
1997	311	1	0	38	0
1998	305	4	0	30	0
1999	286	2	0	19	0
2000	308	1	1	23	0
2001	273	0	8	1	0
2002	280	0	0	0	0
2003	253	0	0	6	0
2004	225	0	0	3	n.d.

n.d. = no disponible

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, 2004

A pesar de los datos anteriores, la Ciudad de México no ha alcanzado una calidad del aire urbana saludable. Ciertamente, la zona metropolitana

¹⁴ Gobierno del Distrito Federal, "Presentación", *Medio ambiente y transporte sustentable*, México, Gobierno del Distrito Federal, s.f.; <http://www.sma.df.gob.mx/transportesustentable/>.

sufre todavía de concentraciones de ozono, partículas —específicamente las menores a $10\mu\text{m}$ (PM_{10})— e hidrocarburos que se encuentran por encima de los parámetros de protección de la salud (*i. e.* los niveles permisibles para cada uno de ellos aún se encuentran por arriba de valores internacionales). Así, por ejemplo, mientras que la OMS recomienda una concentración máxima de 0.05 a 0.10 ppm 1 hora una vez al año para ozono, el índice de calidad del aire en México —*i. e.* Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca) — permite concentraciones de más de 0.23 ppm 1 hora una vez al año antes de que se tomen las medidas de emergencia necesarias para disminuir tales niveles de contaminación.

Efectivamente, la implementación del programa de emergencia para la ZMCM por la ocurrencia de episodios críticos de contaminación —antes Programa de Contingencias Ambientales ahora Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA)—¹⁵ ha sido desde sus orígenes *característicamente tolerante*. Durante sus primeros años de existencia, el programa de emergencia para el caso del ozono se activaba en su fase I cuando los niveles de contaminación alcanzaban los 250 puntos Imeca, lo que significaba un nivel permisible de tolerancia para la protección a la salud equivalente a 0.29 ppm 1 hora una vez al año.

¹⁵ El PCAA tiene tres fases de activación: fase de pre-contingencia (para O_3 o PM_{10}), fase I (para O_3 o PM_{10} o una combinación de ambos) y fase II (para O_3 o PM_{10}). A partir de agosto de 2006 la fase de pre-contingencia es activada para el O_3 a los 170 (o más) puntos Imeca y para las PM_{10} a los 160 (o más) puntos Imeca. La fase I se activa para el O_3 a los 200 (o más) puntos Imeca y para las PM_{10} a los 175 (o más) puntos Imeca; para cuando existe una combinación de ellos, la fase I se activa para el O_3 a los 180 (o más) puntos Imeca y para las PM_{10} a los 125 (o más) puntos Imeca. La fase II se activa para el O_3 a los 250 (o más) puntos Imeca y para las PM_{10} a los 250 (o más) puntos Imeca. Las acciones que se llevan a cabo según se trate de pre-contingencia, fase I y/o fase II incluyen, entre otras, cancelar las actividades al aire libre en las escuelas y suspender las actividades de pavimentación y/o mantenimiento (bacheo), ampliación del programa “Hoy no circula”, reducción en el uso de vehículos de gobierno, diversas medidas de tránsito vehicular para disminuir los congestionamientos viales, reducción de actividades en la industria y las plantas termoeléctricas, etcétera. Para mayor detalle sobre la implementación de este programa para O_3 y PM_{10} véase Gobierno del Distrito Federal, “Manual para la aplicación del Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal”, México, 2000, <http://www.sma.df.gob.mx>, y del mismo ente público, “Decreto por el que se reforma y adiciona el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal”, México, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, Gobierno del Distrito Federal, 2006.

En mayo de 1998 se acordó bajar el límite de tolerancia, por lo que la activación del programa para ese contaminante iniciaría su fase I cuando se alcanzaran los 241 puntos Imeca equivalente a un nivel permisible de 0.28 ppm 1 hora una vez al año. Aunque se redujeron los niveles permisibles para la implementación del programa de contingencias, de 1995 a 2000 los niveles de concentración por ozono estuvieron por encima de las recomendaciones internacionales para la protección de la salud en casi 85% de todos los días por año (*i. e.* 0.11 ppm 1 hora una vez al año que corresponden a 100 puntos Imeca). Para 2000, si bien los niveles de concentración máxima alcanzaron más de 200 puntos Imeca sólo en 19 ocasiones, fueron alrededor de 323 días los que se registraron por encima de las recomendaciones de la OMS; sólo se contabilizaron para ese mismo año 23 días en los que dichos niveles de concentración estuvieron por debajo de los 100 puntos Imeca.¹⁶

En 2004, seis de cada diez días estuvieron por encima de esas recomendaciones y durante los primeros seis meses de 2005 (enero-julio) la cifra se incrementó a siete de cada diez días.¹⁷ Aunque la fase I del programa de contingencias para ozono se activa en la actualidad cuando se alcanzan los 200 puntos Imeca (lo que equivale a 0.23 ppm 1 hora una vez al año), dicho nivel permisible para proteger la salud sigue siendo demasiado tolerante.

Es de suma importancia señalar que si bien la información estadística presentada por diversos documentos gubernamentales nos permiten analizar la tendencia que ha tenido la calidad del aire en la Ciudad de México para el periodo 1990-2005, esta no es del todo confiable, algunos ejemplos dan cuenta de ello.

Primero, existe cierta confusión sobre el número de ocasiones en las que el programa de emergencia ha sido activado en su fase I. En efecto, datos oficiales de principios de la década de los noventa¹⁸ señalan que el programa fue implementado 63 ocasiones en 1991, 41 en 1992 y 11 en 1993, cifras que no concuerdan con las presentadas en publicaciones gubernamentales más recientes tal y como se observa en la tabla 8.

¹⁶ Véase, también, Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, nota 13.

¹⁷ Gobierno del Distrito Federal, *op. cit.*, nota 14.

¹⁸ Nos referimos a Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, *La contaminación atmosférica en el Valle de México*, México, Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, 1994.

TABLA 8
Activación del programa de contingencias ambientales (1988-2005)

Año	<i>Pre-contingencia</i> Número de veces	<i>Contingencia Fase I*</i> Número de veces	<i>Contingencia Fase II**</i> Número de veces
1988		2	2
1989			
1990			
1991		3	2
1992		8	4
1993		12	
1994		1	
1995		5	
1996		3	
1997		3	
1998	77	5	
1999	38	3	
2000	24	1	
2001	14		
2002	9	1	
2003	2	1	
2004	n.d.		
2005	n.d.	1	

* Los datos de la fase I comprenden O₃ y PM₁₀. La norma de calidad del aire para las PM₁₀ (175 puntos Imeca) fue rebasada sólo en tres ocasiones (una vez al año): 1998, 2000 y 2003, respectivamente.

** Los datos de la fase II corresponden todos a niveles de O₃.

n.d. = no disponible

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002 y Gobierno del Distrito Federal, 2000 y 2007.

Segundo, los datos de las emisiones atmosféricas totales se basan en diversos inventarios de los cuales los tres más relevantes por su trascen-

dencia para la elaboración de la política de gestión de calidad del aire para el periodo que aquí se examina son los producidos en 1989, 1994 y 1998;¹⁹ estos tres inventarios de emisiones han servido de sustento estadístico para la elaboración del PICCA, el Proaire 1995-2000 y el Proaire 2002-2010, respectivamente. El problema que aquí se presenta deriva del hecho de que el inventario de emisiones de 1994 no puede compararse con su antecesor en términos absolutos (*i. e.* el inventario de emisiones de 1989) porque no se aplicaron los mismos supuestos y metodologías de cálculo tal y como lo reconoce abiertamente el propio Proaire 1995-2000. Algo semejante ocurre para el caso del inventario de emisiones de 1998 respecto a su antecesor inmediato (*i. e.* el inventario de emisiones de 1994): el Proaire 2002-2010 ha reconocido manifiestamente que el inventario de 1994 no es tan confiable como el de 1998.

Tercero y último, las estadísticas muestran que mientras las emisiones atmosféricas totales en un periodo de tres años bajaron de un total de 4.9 millones de toneladas al año en 1988 a 4.3 millones en 1991, en un periodo similar (menos de cuatro años) bajaron sorprendentemente de 4.0 millones en 1994 a 2.4 millones en 1998. Si esto es así, nos encontramos ante la paradoja de que mientras los niveles de contaminación atmosférica declinaban, el número y uso de vehículos (particulares) en ese mismo periodo aumentaban constantemente y el consumo de gasolinas se incrementaba gradualmente (de 1990 a 2004 dicho consumo ha subido a más del 30%).²⁰ ¿Cómo explicarnos que el total de emisiones disminuyó al doble sólo en unos cuantos años durante mediados de la década de los noventa?

Por lo tanto, no debemos pasar por alto el hecho de que si bien los datos y estadísticas de los tres programas gubernamentales nos permiten

¹⁹ El último de estos inventarios, el de 1998, se revisa, amplía y actualiza cada dos años. Están disponibles para consulta en este momento tres inventarios más para 2000, 2002 y 2004. La información estadística contenida en el inventario de emisiones de 2004 tiene como base todavía los mismos límites territoriales de lo que aquí hemos definido por ZMCM y que es el que maneja el Proaire 2002-2010, es decir, se trata de una extensión de 3540 kms² conformada por 16 delegaciones del Distrito Federal y 18 municipios del Estado de México. Más información sobre este inventario puede obtenerse de Gobierno del Distrito Federal, *Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2004*, México, Gobierno del Distrito Federal, 2004, <http://www.sma.df.gob.mx/sma/mo- dules.php?name=Aire>.

²⁰ Más detalles en *idem*, así como en Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, *op. cit.*, nota 13.

comprender el desarrollo de la contaminación atmosférica en la Ciudad de México, en cada uno de ellos existen cierto tipo de imprecisiones (tal y como ha quedado demostrado a través de los tres ejemplos anteriores). Nos guste o no esta situación, confiemos o no en la información disponible, lo cierto es que esos datos y estadísticas han sido la base para el diseño e implementación de las políticas públicas en la materia. De aquí se desprende que así como ciertos contaminantes como el CO, O₃, PM₁₀, NO₂, SO₂ y HC representan en la actualidad cierto grado de preocupación—cada uno de ellos ha estado durante el periodo 1990-2005 por arriba de lo establecido por la norma mexicana de calidad del aire (algunos más que otros y con diversas niveles de concentración)—, el gobierno mexicano ha enfatizado que los contaminantes que todavía son un problema serio para la ZMCM y que se erigen como una amenaza para la salud humana, son el O₃ y las PM₁₀.²¹

De manera que es posible sostener que aun cuando ya no se experimentan los alarmantes niveles de contaminación de finales de la década de los ochenta y de principios de los noventa, la calidad del aire en la ZMCM continúa siendo mala, y por lo tanto los indicadores de morbilidad y mortandad todavía son un asunto de mucha preocupación.

Para el caso de O₃, las principales consecuencias en la salud humana incluyen una gran variedad de enfermedades respiratorias, ausentismo escolar en la niñez, visitas de emergencias a hospitales por asmáticos, irritación de ojos, nariz y garganta, tos, dolores de cabeza, etcétera. Los grupos más vulnerables a los impactos de este contaminante son los niños, los adultos de la tercera edad y/o todos aquellos que padezcan asma o enfermedades cardiovasculares. Para el caso de las PM₁₀, los actuales niveles de contaminación afectan los pulmones, producen crecientes síntomas de enfermedades respiratorias, aumentan el número de visitas a hospitales por bronquitis en niños y adultos, etcétera.

Los elevados niveles de contaminación atmosférica en la ZMCM también han contribuido a un incremento de muertes prematuras. En efecto, no debemos olvidar que algunos estudios han señalado que existe una

²¹ De hecho, esto ha sido reconocido por el gobierno desde 2000 según los siguientes documentos oficiales: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, *Gestión de la Calidad del Aire en México*, México, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000, y también Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, *op. cit.*, nota 13. Algunos científicos han manifestado asimismo sus preocupaciones por esos dos contaminantes: véase Molina, Luisa T. y Molina, Mario J. (coords.) *op. cit.*, nota 12, p. 89.

correlación entre altas concentraciones de ciertos contaminantes en la atmósfera y un aumento en los índices de mortalidad.

Un estudio realizado para el Banco Mundial en 1992, estimó que según cálculos conservadores existe una relación significativa entre las partículas suspendidas totales (PST) y los índices de mortandad. Basado en los niveles de contaminación de PST en la Ciudad de México durante 1990, el número total estimado (estadísticamente) en vidas que pudieron haberse salvado fue de 6400: cifra equivalente a 3.8 vidas por cada 10 000 habitantes.²²

Aunado a lo anterior, estudios recientes sobre análisis de índices de mortandad realizados por la Universidad de Harvard, han concluido que alrededor de 1000 vidas por año podrían salvarse si sólo el 10% de los actuales niveles de PM₁₀ disminuyeran; la misma reducción de un 10% en los niveles de O₃ podrían salvar cientos de vidas por año en la capital del país.²³

IV. HACIA UNA MEGA-CIUDAD DE AUTOMÓVILES

Es excesivamente desmedido —sin que esto sea una exageración— el incremento en el número de automóviles (vehículos automotores) que en las últimas décadas ha experimentado la Ciudad de México. En verdad que son escalofriantes las cifras oficiales sobre este disparatado crecimiento que comprende desde autos particulares hasta taxis, combis y microbuses, pick ups, motocicletas y vehículos a gasolina, diesel y gas LP (camiones de carga, tractocamiones, autobuses y vehículos de diverso tonelaje: de 3 y de menos o más toneladas).

Al momento de escribir (principios de 2007), el número total de vehículos de superficie se estima en poco más 4.5 millones para la ZMCM

²² Nava Escudero, César, *op. cit.*, nota 4, p. 35. En inglés, la cita se lee: *In another study, carried out for the World Bank in 1992, conservative calculations suggested that there was a significant relation between total suspended matter (TSP) and mortality rates. Based on the levels of TSP pollution in Mexico City during 1990, the estimated total number of (statistical) lives saved would have been 6,400 – equivalent to 3.8 lives per 10 000 people.* Información obtenida de Margulis, Sergio, “Back-of-the-Envelope Estimates of Environmental Damage Cost in Mexico”, *Working Papers*, Washington, Banco Mundial, enero de 1992, p. 13.

²³ Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, *op. cit.*, nota 13.

con un crecimiento anual de alrededor de 5.9% (con un retiro de la circulación de 3.9%). Se calcula por lo tanto que en la actualidad ingresan cada año a la zona metropolitana cerca de 175 000 vehículos nuevos. Sólo para la presente década los datos y estimaciones sobre el proceso de crecimiento de la flota vehicular —que representa el 47% del consumo total de energía para toda la zona metropolitana— son impresionantes: de 3.5 millones de vehículos para 2000 y de 4.5 millones para 2006, se llegará a un total de 5.4 millones para 2010.²⁴

Como se observa en la tabla 9, de todos los automóviles que circulan en la ZMCM los autos particulares son los de mayor número y son los que tienen el porcentaje de mayor crecimiento. El propio gobierno del Distrito Federal ha documentado recientemente el rápido crecimiento de los autos particulares en el Distrito Federal para el periodo 1940-2000. Fue a partir de la década de los sesenta que el crecimiento masivo de vehículos privados comenzó en la capital del país (véase tabla 10).

TABLA 9
Número total de vehículos en la ZMCM (2000-2010)

<i>Tipo of vehículo</i>	<i>2000</i>	<i>2006</i>	<i>2010</i>
Autos particulares	2 556 378	3 435 498	4 266 399
Taxis	109 654	110 456	111 046
Combis y microbuses	34 586	27 990	25 069
Pick ups	356 547	425 763	479 170
Motocicletas	72 704	72 704	72 704
Otros*	383 579	451 565	504 069
<i>TOTAL</i>	<i>3 513 448</i>	<i>4 523 976</i>	<i>5 458 457</i>

* Incluye vehículos a gasolina, diesel y gas LP (camiones de carga, tractocamiones, autobuses y vehículos de diverso tonelaje: de 3 y de menos o más toneladas)

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002.

Si bien se estima que para la presente década estas cifras no aumentarán de la manera tan desproporcionada como lo hicieron durante décadas anteriores, las ventas de automóviles continúan en el Distrito Federal. El

²⁴ *Idem.*

incremento en el número de vehículos dentro de la ZMCM se reflejará en las zonas conurbadas que será hasta de tres veces mayor que lo que habrá de registrarse en el Distrito Federal en los próximos años.

TABLA 10
*Crecimiento poblacional y vehicular en el Distrito Federal
(1940-2000)*

<i>Año</i>	<i>Población</i>	<i>Vehículos</i>
1940	1 757 530	47 980
1960	4 870 876	248 414
1980	8 831 079	1 118 771
1990	8 235 744	1 372 624
2000	8 605 239	1 532 533

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, 2002.

Referirnos al incremento en el número de automóviles cuando abordamos el problema de la contaminación atmosférica en esta o cualquier otra ciudad tiene un sustento lógico: está reconocido mundialmente²⁵ que el aumento de vehículos automotores en grandes centros urbanos en expansión deriva en una mala calidad del aire para todo el aglomerado urbano, y la Ciudad de México no es una excepción a ello. Sin embargo, sería demasiado simplista señalar que para el caso específico de la ZMCM el incremento en los niveles de contaminación atmosférica ha sido resultado *sólo* del aumento en el número y uso de automóviles en la *misma* proporción. Al mismo tiempo, sería demasiado inocente creer que se puede aspirar a tener una atmósfera saludable (cualesquiera que sean las estrategias de gestión de la calidad del aire) cuando el crecimiento de vehículos automotores es monumental en una zona metropolitana cuya expansión descontrolada (urbana y poblacional) continúa sin que existan los incentivos económicos o sociales para usar modos de transporte menos contaminantes.

²⁵ Véase, por ejemplo, United Nations Centre for Human Settlements, *An Urbanizing World: Global Report on Human Settlements*, Oxford, United Nations Centre for Human Settlements-HABITAT, Oxford University Press, 1996.

Es por ello que debemos tomar en cuenta que el crecimiento de la propiedad y uso del automóvil ha dado como resultado dos fenómenos urbano-ambientales que están incidiendo en la gestión de la calidad del aire en la ZMCM. En primer lugar, el aumento de vehículos ha producido mayor número de congestionamientos viales, lo que a su vez ha derivado en que los promedios de velocidad hayan disminuido dramáticamente. Circular a baja velocidad tiene un impacto en la calidad del aire debido a que los automóviles que transitan por debajo de un rango de 50-90 km/h consumen más gasolina y producen más emisiones.²⁶ Durante la década de los noventa, aunque la velocidad promedio en la ZMCM era de 36 km/h, el 30% de los vehículos automotores circulaba en promedio a 10-20 km/h.²⁷ En la actualidad, mientras que el promedio de velocidad de los vehículos por día en las principales vías rápidas como el Periférico y el Viaducto es de 13-20 km/h, durante las horas pico el promedio en estas mismas vialidades disminuye absurdamente a 7-15 km/h.²⁸ Esta situación es por demás ridícula si recordamos que en la primera carrera de automóviles —organizada en 1894 por dos compañías francesas (Panhard-Lavassor y Peugeot) entre París y Rouen— la velocidad alcanzada fue de alrededor de 20km/h.²⁹

Ciertamente, se han elaborado diversas estrategias de tránsito vehicular con el objeto de agilizar las vialidades y lograr con ello velocidades promedio (ni muy bajas ni muy altas) para así incidir de manera más efectiva en la disminución de emisiones contaminantes. Una de estas estrategias se ha enfocado a reducir el uso del automóvil a través de la implementación del *Programa Hoy no Circula*, obligatorio a partir de noviembre de 1989. En sus orígenes, este programa estableció que todos los vehículos que transitaran en la zona metropolitana dejarían de circular un día a la semana según el último número (o color del engomado) de la placa del vehículo respectivo con lo que se lograría mitigar la saturación vial y bajar las emisiones; sin embargo, este programa no fue desde sus inicios lo

²⁶ Véase Elsom, Derek, *Smog Alert: Managing Urban Air Quality*, Londres, Earthscan, 1996, pp. 143-145.

²⁷ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca *et al.*, *Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México* (Proaire 1995-2000), México, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Secretaría de Salud-Gobierno del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, 1996.

²⁸ Gobierno del Distrito Federal, *op. cit.*, nota 9.

²⁹ Wolf, Winfried, *op. cit.*, nota 1, p. 69.

suficientemente efectivo porque al implementarlo se generó el efecto secundario de que muchas familias adquirieran un segundo automóvil para usarlo precisamente el día en que no circulaba su otro vehículo.

Si bien el programa ha sido modificado con el paso del tiempo y en la actualidad los automóviles con una antigüedad de 5 o menos años están exentos de la prohibición de no circular un día a la semana bajo el supuesto argumento de que los vehículos más nuevos son menos contaminantes, no es del todo claro que se hayan alcanzado sus primigenios, pero todavía vigentes, objetivos. Al momento de su creación, este programa permitía retirar diariamente de la circulación alrededor de 500 000 autos particulares; para 2000 se retiraban por día cerca de 350 000 autos (los de mayor edad).

Otra de las estrategias diseñadas con el propósito de aliviar el caos vehicular y con ello alcanzar límites de velocidad amigables con el ambiente ha sido la construcción de nuevas vialidades (*i. e.* anillos, libramientos y vías rápidas). Un caso que ha llamado mucho la atención en este sentido, ha sido la reciente construcción por parte del gobierno del Distrito Federal de vías rápidas llamadas “segundos pisos”. Más allá de los fines políticos que puedan existir para la construcción de este tipo de obra pública gigantesca, la razón que se ha esgrimido para llevarla a cabo es la de disminuir el tránsito vehicular tanto en intersecciones o cruceros viales conflictivos como en las ya existentes vialidades rápidas. Sin embargo, mientras el número de vehículos continúe su desmedido crecimiento, será difícil que con estas nuevas vialidades se incremente significativamente el promedio de velocidad de los automóviles en la ZMCM y que por lo tanto se logre una efectiva reducción de los niveles de contaminación. Ante todo, y como bien lo señala Derek Elsom:

Muchos países intentan resolver los problemas de congestionamiento vial en sus ciudades a través de la construcción de más vialidades para enfrentar el tránsito vehicular. Sin embargo, esta política puede ser contraproducente. Nuevas vialidades, incluyendo anillos o libramientos, incentiva que más vehículos las utilicen. La construcción de más vialidades prolonga el ciclo del crecimiento vehicular constante en el que los automovilistas exigen a su vez nuevas vialidades.³⁰

³⁰ Elsom, Derek, *op. cit.*, nota 26, p. 148. En inglés, la cita se lee: *Many countries attempt to solve traffic congestion problems in cities by building more roads to cope with the traffic. This policy can be self-defeating, however. New roads, including bypasses, en-*

El segundo fenómeno urbano-ambiental relacionado con el crecimiento de automóviles es que a pesar de la introducción de nuevas tecnologías en la ZMCM (gasolinas más limpias, convertidores catalíticos, control de emisiones más estrictas, etcétera) las emisiones contaminantes a la atmósfera continúan inevitablemente: algunas incluso por encima de las normas de calidad del aire. Si bien algunas medidas tecnológicas han sido exitosas (como por ejemplo con la disminución del plomo), esas y otras estrategias vehiculares para reducir significativamente otros contaminantes (*i.e.* el ozono), pueden ser contrarrestadas por los niveles diarios de emisiones del transporte de superficie en una ciudad que, en muchos sentidos, ha sido diseñada desde hace ya algunos años para privilegiar el uso de automóviles.

Con lo dicho hasta aquí, es posible referirnos a cuatro puntos de importancia singular respecto al vínculo que existe entre vehículos automotores y contaminación del aire en la ZMCM:

- i) Después de quince años de gestión de la calidad del aire en la Ciudad de México (1990-2005), el transporte de superficie continúa siendo la mayor fuente de contaminación atmosférica. Como se observa en las tablas 11, 12 y 13 las emisiones del sector transporte han sido por mucho (y para la mayoría de los contaminantes) la causa principal de la mala calidad del aire en la zona metropolitana. Como se mencionó anteriormente, los tres inventarios de emisiones no pueden ser propiamente comparados entre sí ya que los supuestos y metodologías utilizados para calcular las emisiones atmosféricas por sector fueron distintos para cada inventario. A pesar de esto, es de hacerse notar que independientemente de cómo se haya elaborado cada uno de ellos, el transporte de superficie aparece en los tres como la fuente principal de emisiones totales a la atmósfera incluyendo las estimaciones para 2010 (véase tabla 14).

courage more cars to use them. New roads continue the cycle of continual traffic growth whose drivers demand new roads.

TABLA 11
Inventario de emisiones (1989) por sector (% en peso)

<i>Sector</i>	SO ₂	NO _x	HC	CO	PST	<i>Total</i>
Energía	35.5	5.6	5.6	1.8	1.0	4.0
Industria y servicios	42.7	18.5	7.0	0.6	2.8	4.4
<i>Transporte</i>	<i>21.8</i>	<i>75.4</i>	<i>52.5</i>	<i>96.7</i>	<i>2.1</i>	<i>76.7</i>
Degradación ecológica	0.1	0.5	34.9	0.9	94.0	15.0
<i>Total</i>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Secretariado Técnico Intergubernamental, 1990.

TABLA 12
Inventario de emisiones (1994) por sector (% en peso)

<i>Sector</i>	SO ₂	NO _x	HC	CO	PST	<i>Total</i>
Industria	57.3	24.5	3.2	0.4	1.4	3.0
Servicios	15.9	4.2	38.9	0.1	0.2	10.0
<i>Transporte</i>	<i>26.8</i>	<i>71.3</i>	<i>54.1</i>	<i>99.5</i>	<i>4.2</i>	<i>75.0</i>
Vegetación y suelos	0.0	0.0	3.8	0.0	94.2	12.0
<i>Total</i>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca *et al.*, 1996

TABLA 13
Inventario de emisiones (1998) por sector (% en peso)

<i>Sector</i>	SO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀ *	<i>Total</i>
Fuentes fijas (industria)	55.0	13.0	5.0	0.5	16.0	1.0
Fuentes fijas (servicios)	24.0	5.0	52.0	1.5	8.0	12.0
<i>Fuentes móviles (transporte)</i>	<i>21.0</i>	<i>80.0</i>	<i>40.0</i>	<i>98.0</i>	<i>36.0</i>	<i>84.0</i>
Vegetación y suelos	n.a.	2.0	3.0	n.a.	40.0	1.0
<i>Total</i>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* Substituye a las PST de inventarios anteriores

n.d. = no disponible

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002.

TABLA 14
*Inventario de emisiones (para 2010) por sector (% en peso)**

<i>Sector</i>	SO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀	<i>Total</i>
Fuentes fijas (industria)	63.0	16.0	7.0	1.0	21.0	n.d.
Fuentes fijas (servicios)	16.0	5.0	50.0	1.0	7.0	n.d.
<i>Fuentes móviles (transporte)</i>	<i>21.0</i>	<i>78.0</i>	<i>40.0</i>	<i>98.0</i>	<i>40.0</i>	<i>n.d.</i>
Vegetación y suelos	n.d.	1.0	3.0	n.d.	32.0	n.d.
<i>Total</i>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	n.d.

* Cálculos basados en la misma metodología usada para el Inventario de Emisiones de 1998 sin considerar los beneficios de reducción de la contaminación obtenidos después de implementar el Proaire 2002-2010.

n.d. = no disponible

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002.

- ii) Según la información disponible, el transporte de superficie es la principal fuente de contaminación de al menos dos de los diversos contaminantes de mayor preocupación en la Ciudad de México: CO

y NO_x . Aunado a esto, aunque el sector transporte no es la fuente más importante de contaminación de las PM_{10} , se constituye como el segundo causante más alto de este contaminante con el 36% del total de emisiones, sólo por debajo del causante principal (vegetación y suelos) que genera el 40% de ese total. De igual manera, no obstante que el sector transporte no es la fuente principal de los HC, se constituye como el segundo causante más alto con un 40% del total de emisiones por debajo del sector servicios (como fuentes fijas) que contribuye con un 52%. Ya que la combinación de una elevada radiación solar con NO_x y HC favorece la formación del O_3 , es el sector transporte, una vez más, quien contribuye de manera significativa a los altos niveles que sufre la ZMCM por este contaminante secundario.

- iii) No todos los tipos de automóviles contaminan de la misma manera. En efecto, los autos particulares se encuentran en primer lugar de la lista de todos los contaminadores dentro del sector transporte y lo están además por diversos contaminantes. Según datos y estadísticas del inventario de emisiones de 1998 del Proaire 2002-2010, las emisiones de los autos particulares eran mayores que las de otros tipos de vehículos automotores para los casos de SO_2 , HC y CO (véase la tabla 15). En el inventario de emisiones del 2004, la fuente principal de emisiones para contaminantes como SO_2 , NO_x , y CO también lo eran los autos particulares (véase tabla 16).

TABLA 15
Inventario de emisiones (1998) por vehículo (tons/año)

<i>Fuente</i>	SO_2	NO_x	HC	CO	PM_{10}
Autos particulares	2000	47 380	81 705	822 477	701
Taxis	567	11 093	15 310	131 453	199
Combis y microbuses	194	10 454	21 706	237 188	69
Pick ups	522	18 961	24 599	255 503	183
Motocicletas	63	215	4742	22 729	22
Otros*	1324	77 735	39 711	264 313	5959

* Incluye vehículos a gasolina, diesel y gas LP (camiones de carga, tractocamiones, autobuses y vehículos de diverso tonelaje: de 3 y de menos o más toneladas).

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002.

TABLA 16
Inventario de emisiones (2004) por vehículo (tons/año)

<i>Fuente</i>	SO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀
Autos particulares	1 719	57 456	n.d.	890 602	860
Taxis	312	11 062	n.d.	118 709	144
Combis y microbuses	167	13 486	n.d.	220 750	66
Pick ups	149	8 572	n.d.	106 338	63
Motocicletas	62	1 057	n.d.	98 399	76
Otros*	912	56 338	n.d.	343 109	3559

* Incluye vehículos a gasolina, diesel y gas LP (camiones de carga, tractocamiones, autobuses y vehículos de diverso tonelaje: de 3 y de menos o más toneladas)

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, 2004.

iv) Por último, mientras que los autos particulares constituyen en la actualidad la principal fuente de la mayoría de los contaminantes de mayor preocupación en la Ciudad de México, representan por modo de transporte menos de un cuarto del total de viajes en toda la ZMCM. Efectivamente, los autos particulares abarcan sólo el 16% de los viajes en tanto que todos los otros medios de transporte como el autobús, el tren ligero, el trolebús, el metro, combis, microbuses y taxis (excluyendo al nuevo sistema de transporte conocido como metrobús) se distribuyen el restante 84%. Como se observa en la tabla 17, la participación modal de transporte se ha dividido en tres grandes áreas de acuerdo al número estimado de viajes: alta, mediana y baja capacidad. Al utilizar esta clasificación para entender las tendencias de la contaminación atmosférica debemos tomar en cuenta que mientras la participación de alta y mediana capacidad asociada al transporte eléctrico (*i.e.* metro, tren ligero y trolebús) ha ido a la baja, el transporte de superficie ha ido incrementándose. Si bien es cierto que aquél modo de transporte requiere de cualquier manera plantas de energía, en su conjunto produce menos emisiones contaminantes por persona por viaje que el transporte de superficie que incluye a los autos particulares y los taxis o los microbuses que son todos ellos de baja capacidad.

TABLA 17
Participación modal de transporte en la ZMCM (1986-2000)

<i>Capacidad</i>	1986 (%)	1989 (%)	1992 (%)	1994 (%)	1995 (%)	1998 (%)	2000 (%)	<i>Modo de transporte</i>
Alta	19	21	13	16	12	14	14	Metro
Mediana	3	3	1	1	1	1	1	Tren ligero / Trolebús
	42	19	9	10	8	2	9	Autobús
Baja	6	35	51	53	48	59	55	Microbuses y combis
	5	6	8	3	9	4	5	Taxis
	25	16	18	17	22	20	16	Autos particulares

Fuente: Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, 2002, y Gobierno del Distrito Federal, 2002.

Aunado a lo anterior, es importante referirnos de manera muy breve a dos modos de transporte en lo particular: el sistema de transporte colectivo comúnmente llamado “metro”, y el recientemente creado “metro-bús”. Para el primer caso señalamos que, aun cuando se haya reiniciado su expansión desde mediados y finales de la década de los noventa, los datos oficiales muestran que su uso no obstante emitir menos emisiones que otros modos de transporte no se ha incrementado notablemente. Cualesquiera que sean las razones para ello, debemos tomar nota que con el acelerado crecimiento de habitantes en la ZMCM y la expansión del auto particular no se espera un cambio significativo en ese sentido; es muy probable que en el futuro la participación en el modo de baja capacidad (especialmente los autos particulares) aumente.³¹ Esta situación es de suma importancia debido a que se prevé que la demanda de movilidad urbana (*i. e.* número de desplazamientos o viajes) habrá de incrementarse. Para el segundo caso, debemos ser cautelosos y esperar algunos años más para conocer si la instrumentación de los corredores de transporte

³¹ Comisión Ambiental Metropolitana *et al.*, *op. cit.*, nota 13, pp. 2/20-21.

colectivo en ciertas avenidas —en la actualidad opera sólo a lo largo de la Avenida de los Insurgentes direcciones norte y sur—, habrá de significar menores emisiones de contaminantes del sector transporte y menos uso de los autos particulares.

V. CONCLUSIÓN

Este trabajo ha tenido por objeto demostrar que el aumento en el número y uso de los automóviles (especialmente los autos particulares) podrían obstaculizar los esfuerzos gubernamentales para alcanzar una calidad del aire urbana saludable en la ZMCM. Para ello, hemos examinado tres aspectos fundamentales: *i*) el crecimiento poblacional y urbano; *ii*) la actual situación de la calidad del aire, y *iii*) las emisiones de los vehículos de superficie, como fuente principal de la contaminación atmosférica— que nos han permitido llegar a las siguientes conclusiones.

La información estadística presentada en este trabajo nos lleva a señalar que el crecimiento urbano y poblacional en la ZMCM habrá de continuar. Será en las zonas conurbadas del Distrito Federal donde habrá de registrarse principalmente dicha expansión física y aumento de habitantes. Al mismo tiempo, el número de vehículos de superficie se ha incrementado a tal grado que los niveles de velocidad han disminuido considerablemente. De aquí que a lo largo y ancho de toda la ZMCM los vehículos circulen a bajas velocidades y se presenten congestionamientos viales: paradójicamente, estos dos fenómenos ocurren constantemente en aquellas vías que fueron creadas precisamente para circular a alta velocidad.

En términos generales, la información disponible sobre transporte y contaminación atmosférica señala que la fuente principal de la mayoría de los contaminantes que más preocupan para la calidad del aire en la Ciudad de México, son los automóviles, especialmente los autos particulares. Si bien el número de autos privados se ha incrementado de manera irracional y exponencial (siendo por tanto la causa de la emisión de la mayoría de los contaminantes de los últimos años), los niveles de ciertos contaminantes se han reducido considerablemente. De modo que el mejoramiento de la calidad del aire en la Ciudad de México sólo ha sido moderado y eso gracias fundamentalmente a la introducción de nuevas tecnologías y a la implementación de ciertas medidas vinculadas al tránsito vehicular.

Aunque las emisiones de los vehículos automotores no son la única causa de la contaminación del aire en la capital del país, la principal meta para su control y combate debe incluir no sólo la introducción de tecnologías más limpias sino medidas para desincentivar el uso del automóvil. En este sentido, uno de los muchos retos que el gobierno mexicano (federal y local) enfrenta al comienzo de esta centuria (y por muchos años más) es el de garantizar la movilidad urbana sin comprometer casi dos décadas de gobernabilidad urbano-ambiental en la que se han obtenido algunos resultados favorables en la calidad del aire. Del mismo modo, deberá enfrentar a través de diversas estrategias la reducción de aquellos contaminantes cuyos elevados niveles representan una amenaza para la salud, como es el caso del O₃ y las PM₁₀.

Desafortunadamente, la respuesta del gobierno a estos dos casos se ha enfocado por mucho a la adopción de medidas tecnológicas (*i. e.* combustibles y automóviles más limpios). En efecto, debemos enfatizar que si bien ya se ha iniciado la expansión del metro y se ha comenzado a instrumentar el programa de corredores de transporte como el metrobús, el gobierno mexicano no ha cambiado su política de seguir construyendo más vialidades para automóviles (permitiendo además un crecimiento urbano desproporcionado) lo que a favorecido el uso indiscriminado de autos particulares en lugar de un modo de transporte menos contaminante.

Como ya lo habíamos advertido desde hace algunos años,³² los automovilistas en la Ciudad de México siguen sin utilizar otros modos de transporte y por consiguiente no han contribuido a que los niveles de aquéllos contaminantes que están impactando en los índices de mortandad y morbilidad en la Ciudad de México, disminuyan.

El *homo sapiens* mexicano que padece a diario caos viales y que sufre de mala calidad del aire en la Ciudad de México, no está dispuesto a dejar su auto en casa y usar el transporte público. Por si fuera poco, aquéllos que aún no son propietarios de un automóvil, desean adquirir uno; de hecho, están ansiosos por comprar no sólo uno sino dos o más. Pesan como razones para comprar y usar automóviles el estatus social, el consumismo, la comodidad, la falta de transporte público y la inseguridad, todos ellos liderados de manera muy especial por los créditos y paquetes financieros diseñados por las compañías automovilísticas que permiten adquirir (la mayoría de las veces a través de endeudamientos) un auto-

³² Véase Nava Escudero, César, *op. cit.*, nota 4, p. 234.

móvil a precio muy bajo. Aplica sin duda alguna a la Ciudad de México aquella famosa idea que Henry Ford utilizó hace cien años respecto a la creación de “un auto para las masas”:

Construiré un vehículo automotor para las grandes multitudes. Será lo suficientemente grande para la familia pero lo suficientemente pequeño para el individuo quien podrá circularlo y cuidarlo. Estará hecho de los mejores materiales, por los hombres mejor capacitados, como resultado de los diseños más simples que la ingeniería moderna pueda lograr. Pero será tan bajo en precio que ningún hombre con buen salario dejará de adquirirlo – y así podrá disfrutar con su familia la bendición de horas de placer en los grandes espacios abiertos creados por Dios.³³

Manejar un auto en la Ciudad de México, lugar de constantes embotellamientos viales, bajas velocidades y altos niveles de aire contaminado, no es lo que podríamos llamar precisamente una bendición. Lamentablemente, el uso del transporte público no se ha convertido en una opción viable para miles y miles de automovilistas que no tienen, o acaso apenas, un incentivo para cambiar la forma en la que se mueven dentro de la ciudad capital. Mientras esto ocurre, el número de vehículos de superficie —especialmente los autos particulares— continúa en aumento.

Si la información estadística gubernamental resulta correcta, en un corto periodo de diez años —de 2000 a 2010— el número de vehículos automotores nuevos se habrá incrementado estrepitosamente en casi 2.0 millones. Esto que por sí solo ya es grave, adquiere un mayor grado de preocupación por el hecho de que detrás de esta cifra el incremento más significativo se dará en sólo un modo de transporte, los autos particulares, cuyo descocado crecimiento se estima en cerca de 1.7 millones del total.

Ante esta situación, difícilmente podrá negarse que los habitantes de la Ciudad de México han iniciado un nuevo proceso de evolución: de *homo sapiens* a *homo automobilis*.

³³ Citada en Wolf, Winfried, *op. cit.*, nota 2, p. 70. En inglés, la cita se lee: *I will build a motorcar for the great multitude. It will be large enough for the family but small enough for the individual to run and care for. It will be constructed of the best materials, by the best men to be hired, after the simplest designs that modern engineering can devise. But it will be so low in price that no man making a good salary will be unable to own one – and enjoy with his family the blessing of hours of pleasure in God's great open spaces.*