



**Diagnóstico de movilidad en la Ciudad en México:
El impacto del crecimiento vehicular (problemas,
estadísticas y evaluación de políticas)**

CONTENIDO

Introducción	I
Características de la movilidad en el Distrito Federal	2
1. Principales Características Geográficas	2
2. Contexto metropolitano de la Ciudad de México	3
3. Características demográficas y económicas (población total, grupos vulnerables, tasa de crecimiento, aspectos económicos)	13
3.1. Características demográficas	13
3.2. Características socioeconómicas	16
4. Uso de Suelo	20
5. Infraestructura vial	35
5.1. Red vial primaria (tipología, relación, longitud).	38
5.2. Red Vial Secundaria (tipología, relación, longitud).	41
5.3. Mantenimiento	48
5.4. Cruces conflictivos por accidentes, accidentes con vehículos de transporte pesado, con peatones, con ciclistas, etc.	51
5.5. Sistemas de control de tránsito	68
6. Sistema de transporte	70
6.1. El automóvil particular	72
6.2. Distribución	76
6.3. Kilómetros	81
7. Demanda de movilidad	82
8. Contaminación.	98
8.1. Sobre el primer mapa de ruido de la ZMVM	98
8.2. Emisiones	99
8.3. Externalidades y costos	101
Proyecciones	109
Propuestas	110

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito establecer los elementos para la elaboración de un **Diagnóstico de la Movilidad en la Ciudad de México**, que sirva como insumo para la elaboración del Programa Integral de Transporte y Vialidad.

El diagnóstico que se presenta identifica los problemas que deben ser abordados, en perspectiva, para mejorar la movilidad y coadyuvar en la solución de los problemas de vialidad. Estos problemas deben ser enfrentados desde una perspectiva de sustentabilidad y mayor eficiencia de los diferentes modos de transporte para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, para hacer un uso más eficiente de la energía y alcanzar una mejor equidad social en el uso de espacios públicos y económicos que permita reducir la pérdida de productividad ocasionada por trayectos largos y lentos.

Cabe subrayar la complejidad urbana de la Ciudad de México para afrontar los retos que se presentan en este diagnóstico. La ciudad forma parte de la región metropolitana más extensa del país, en donde confluyen territorios de los estados de México e Hidalgo y contiene infraestructura de transporte a escala nacional e internacional, como el Aeropuerto Internacional Benito Juárez y la línea de tren suburbano Cuautitlán-Buenavista que son regulados por el Gobierno Federal.

Contenido del estudio

En este diagnóstico se presenta en secciones desglosadas en el que se analizan la estructura urbana de la ciudad, los principales elementos de la infraestructura vial haciendo énfasis en las características del vehículo particular, al tiempo que se analiza la demanda de movilidad de la ciudad. En este diagnóstico se presta, por primera vez, las características de los programas de educación y cultura vial y las finanzas asociadas al transporte.

Para explorar el análisis y sistematización de los anteriores objetivos, en una segunda sección se integra esta información y se analizan seis líneas estratégicas identificadas por la SETRAVI como punto de partida para organizar las políticas públicas que contendrá el PITV:

- 1) Sistema Integrado de Transporte.
- 2) Calles para Todos.
- 3) Más movilidad con menos autos,
- 4) Cultura de Movilidad: Difundir información para crear conciencia entre la población sobre los beneficios de cambiar sus hábitos de movilidad.
- 5) Desarrollo Orientado al Transporte: Usos mixtos del suelo y densidad urbana óptima alrededor de estaciones de Metro y Metrobús.

Sistema Integrado de Transporte

En este apartado se analiza la actual desarticulación entre los diferentes modos de transporte (Metro, Metrobús, Tren Ligero, RTP, Corredores Cero Emisiones, Trolebús, ECOBICI y el transporte público concesionado), que impide atender adecuadamente la transportación de una parte importante de la población. La desarticulación institucional, normativa y operativa del transporte público dificulta, no solamente el servicio, sino también la planeación, regulación y control de estándares de calidad del sistema.

Calles para Todos

En este apartado se explora la aplicabilidad del concepto de “calle completa” en vías primarias, así como el modelo de diseño de “tránsito calmado” y calles con prioridad peatonal, según sea el caso, en las vías secundarias.

Los nuevos paradigmas de la movilidad coinciden en buscar que el espacio vial sea construido y rediseñado bajo el concepto de “Calle para Todos”, que apunte a un

balance equitativo en la distribución del espacio y la infraestructura construida o por construir, de tal manera que peatones, ciclistas y usuarios del transporte público tengan condiciones preferenciales para realizar sus desplazamientos con eficiencia, accesibilidad, seguridad y comodidad.

Más movilidad con menos autos

Ante el uso creciente del automóvil privado en la ciudad de México (tasa anual de 5.3%)¹ es necesario explorar estrategias tendientes a reducir su uso ya que presenta sólo el 30% del total de viajes², lo que implica serios problemas para la sociedad, como la generación de accidentes, emisiones contaminantes, ruido, congestión y uso inequitativo del espacio público que, en conjunto, representan un costo estimado del 4.6% del PIB de la Zona Metropolitana del Valle de México. Para reducir su uso, no sólo basta con brindar mejores opciones de movilidad no motorizada y transporte público, sino que son necesarias medidas de gestión para desalentar los viajes en este modo de transporte, incentivar a que los usuarios cambien de modo y hacer más eficientes los viajes que ya se realizan.

Cultura de la movilidad

Este nuevo paradigma de jerarquía de modos de transportarse dentro de la ciudad con diversos propósitos, implica la promoción de una nueva cultura de movilidad y seguridad vial en la que los conductores de vehículos motorizados respeten el derecho de tránsito y la integridad física de peatones, personas con discapacidad y ciclistas. Asimismo, deberán promoverse los modos de transporte más eficientes para desalentar el uso del automóvil entre la población y cultivar una percepción positiva de ello.

Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)

Una de las estrategias más vanguardistas a nivel mundial es la conocida como Desarrollo orientado en función del transporte. En ella se busca optimizar los usos del suelo y la infraestructura de transporte disponible, de acuerdo con su capacidad de movilización de personas y mercancías, tanto como servir de criterio fundamental para planeación de las nuevas áreas de ocupación urbana. En términos generales y a pesar de las diversa orientaciones teóricas al respecto, en el DOT se busca atenuar la expansión indiscriminada del área urbana, sobre todo en espacios periurbanos, dedicados a otros usos, redensificar las áreas construidas, principalmente las cercanas o localizadas alrededor de los estaciones de transporte masivo y a lo largo de los corredores más eficientes y evitar la proliferación indiscriminada de fraccionamientos habitacionales o centros comerciales, ambos grandes consumidores de suelo urbano y hacerlos compatibles con dichos corredores de transporte.

Adicionalmente, se desarrolló un sistema de indicadores organizado alrededor de los mismos seis ejes. Estos fueron calculados, en la medida de la disponibilidad de datos, para una línea base y proyectados a los años de 2018 y 2030. En caso de que los indicadores propuestos utilicen datos que no existen actualmente, se ha estimado, de manera heurística, la tendencia esperada, a juicio de los expertos involucrados en el diagnóstico.

I. CARACTERÍSTICAS DE LA MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE MÉXICO

1. Principales Características Geográficas

Una de las primeras características geográficas que afectan la movilidad de la población en el Distrito Federal, es la superficie territorial. Según el INEGI, el Distrito Federal ocupa un área de 1'495 Km² que representa apenas el 0.1% de la superficie total de la República Mexicana y lo coloca como la entidad federativa de menor tamaño en el país.

Por otra parte, el Distrito Federal se localiza en un altiplano, mejor conocido como Cuenca de México. Entre los límites naturales se encuentra: al norte, las sierras de Tezontlalpan, Tepotzotlán y Pachuca; al este se localiza la Sierra Nevada –de la que sobresalen los volcanes del Popocatepél y el Iztaccíhuatl-; al sur están las sierras del Ajusco y Chichinautzin; y al poniente, las sierras de las Cruces, el Monte Alto y el Monte Bajo

Al interior de la cuenca el relieve no presenta fuertes cambios de pendiente, por lo que la altitud se mantiene en promedio en 2240 msnm (metros sobre el nivel del mar). En cuanto a la hidrología al interior de la cuenca, entre los ríos que descienden de las sierras circundantes están: Magdalena, La Piedad, Los Remedios y Cuautitlán que junto con otros de menor caudal son el origen de la formación de los lagos de Chalco, Xochimilco, Texcoco, Xaltocan y Zumpango. Este conjunto factores que caracterizan el territorio del Distrito Federal: 1) localización en una cuenca; 2) presencia circundantes de sierras de origen volcánico; 3) afluencia de ríos hacia el interior de la cuenca sin una salida natural; y 4) la presencia de lagos; representan, en conjunto, uno de los aspectos físico-geográficos más distintivos, pero también más restrictivos para la movilidad efectiva de la población.

2. Contexto metropolitano de la Ciudad de México

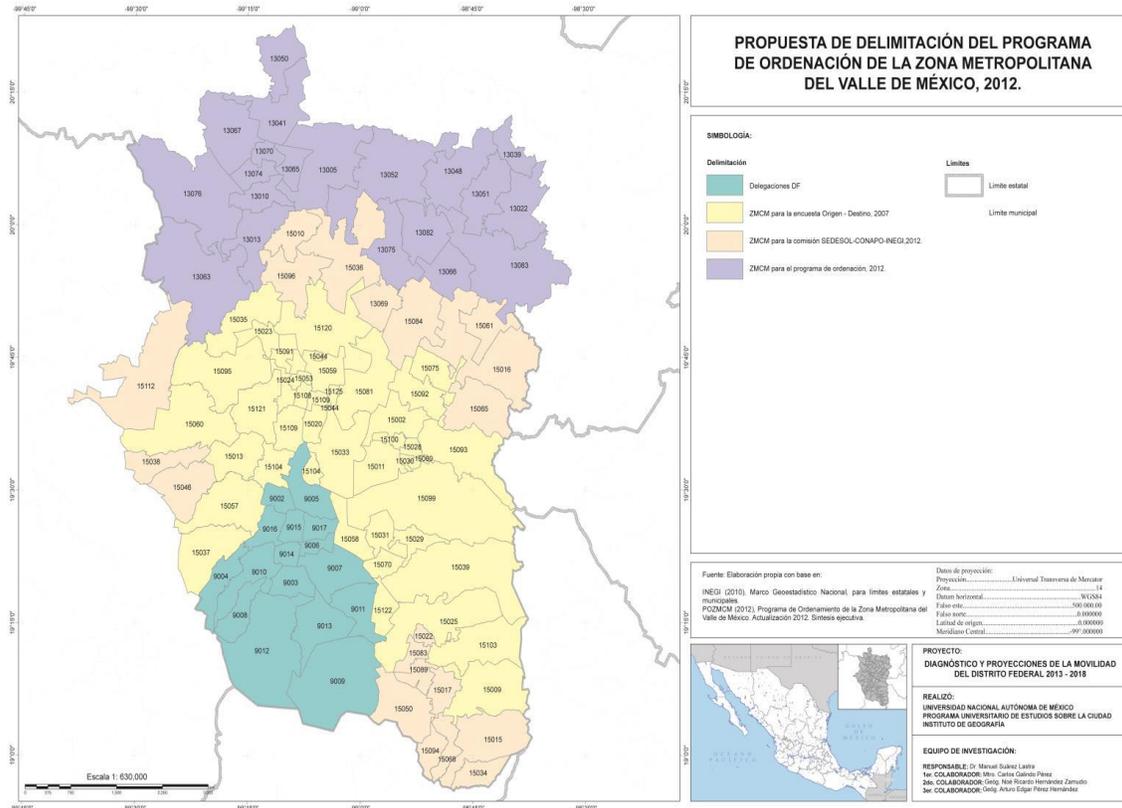
Una peculiaridad del contexto metropolitano al que pertenece el Distrito Federal es la falta de consenso para adoptar una única delimitación y como

consecuencia, la variedad de propuestas hechas al respecto. Por ejemplo, el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (COMETAH 3, 1998), consideró que la ZMVM debía quedar integrada por las dieciséis delegaciones del Distrito Federal, más 58 municipios del Estado de México.

Por su parte, la comisión integrada por la Secretaría de Desarrollo Social, el Consejo Nacional de Población y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2000; 2005; 2010), propuso que a la anterior delimitación se debía añadir el municipio de Tizayuca del estado de Hidalgo, y para 2005, por ser de nueva creación, incorporar el municipio de Tonanitla del Estado de México.

A las anteriores delimitaciones se suma la de la Encuesta Origen Destino 2007 (EOD07), que concibe a la ZMVM como la integración de las dieciséis delegaciones del Distrito Federal, más 40 municipios del Estado de México, que corresponden al área conurbada (área urbana contigua) del Distrito Federal.

Aún más, para el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012 (POZMVM, 2012), las anteriores propuestas de delimitación han quedado rebasadas y debe de incorporarse un conjunto de 20 municipios más pertenecientes al estado de Hidalgo (además de Tizayuca), que aunque son un área todavía no conurbada, según este programa, mantienen ya una evidente relación funcional con la Ciudad de México (Figura 1).



Fuente: INEGI (2011), Marco Geoestadístico Nacional MGM 2010, INEGI, Aguascalientes, México. INEGI (2011), Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI, Aguascalientes, México. POZMVM (2012). Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012, actualización 2012, síntesis ejecutiva, México.

Para evaluar la pertinencia de las cuatro propuestas de delimitación metropolitana aquí referidas, se examina el aporte demográfico de cada una de ellas. Las cifras muestran que el conjunto de la ZMVM en 1990 aglomeraba 16.15 millones de habitantes y dos décadas después, pasó a alojar a 21.08 millones, lo que significa un crecimiento absoluto de casi 5 millones de personas en veinte años.

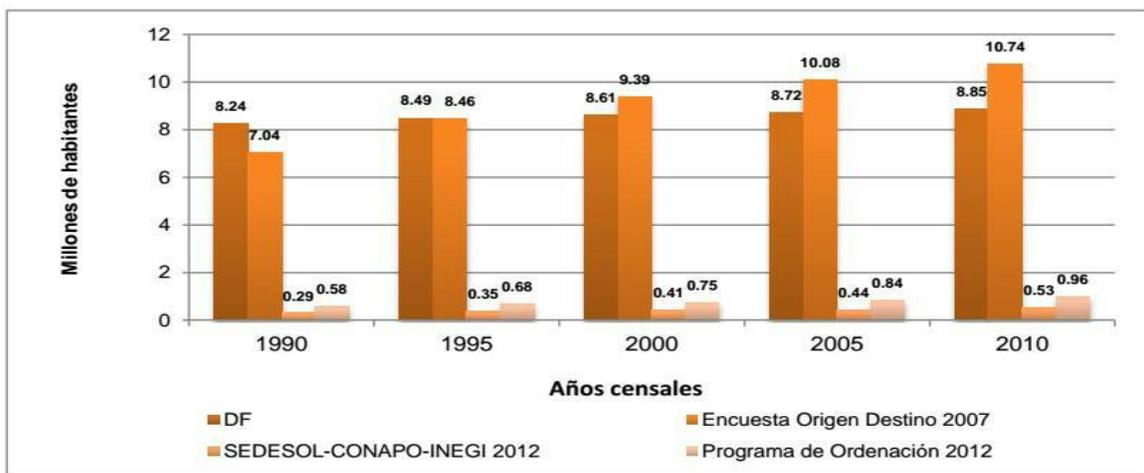
De los totales, sobresale que el Distrito Federal pasó de aportar 8.23 millones de habitantes en 1990 a 8.85 millones en 2010, equivalentes al 51 y 42% respectivamente de la población total en la ZMVM (Cuadro 1 y Figura 2). Este aumento de medio millón de habitantes representó un decremento del 9% en el peso demográfico relativo del Distrito Federal dentro del contexto metropolitano.

Cuadro 1. ZMVM: Población (total y porcentual) según propuesta de delimitación metropolitana, 1990-2010

Delimitación metropolitana	1990	1995	2000	2005	2010
Distrito Federal	8,235,744	8,489,007	8,605,239	8,720,916	8,851,080
EOD2007	7,035,141	8,455,387	9,385,504	10,081,469	10,740,324
SEDESOL <i>et al.</i>	292,910	353,145	405,934	437,525	525,438
POZMVM, 2012	583,073	683,883	749,346	840,743	964,745
ZMVM	16,146,868	17,981,422	19,146,023	20,080,653	21,081,587
Distrito Federal	51.0	47.2	44.9	43.4	42.0
EOD2007	43.6	47.0	49.0	50.2	50.9
SEDESOL <i>et al.</i>	1.8	2.0	2.1	2.2	2.5
POZMVM, 2012	3.6	3.8	3.9	4.2	4.6
ZMVM	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: INEGI, 1991; 1996; 2001; 2006; 2011.

Figura 2. Comportamiento demográfico de la ZMVM, 1990-2010



Fuente: INEGI, 1991; 1996; 2001; 2006; 2011.

Por su parte, los municipios metropolitanos considerados por la Encuesta Origen Destino 2007, pasaron de contribuir con 7.03 millones de habitantes en 1990 a 10.74 millones en 2010, equivalentes a 43.6 y 50.9% respectivamente de la población total de la ZMVM. Este incremento de 3.7 millones de habitantes significó un aumento porcentual de 7.3% en el peso demográfico de los municipios metropolitanos.

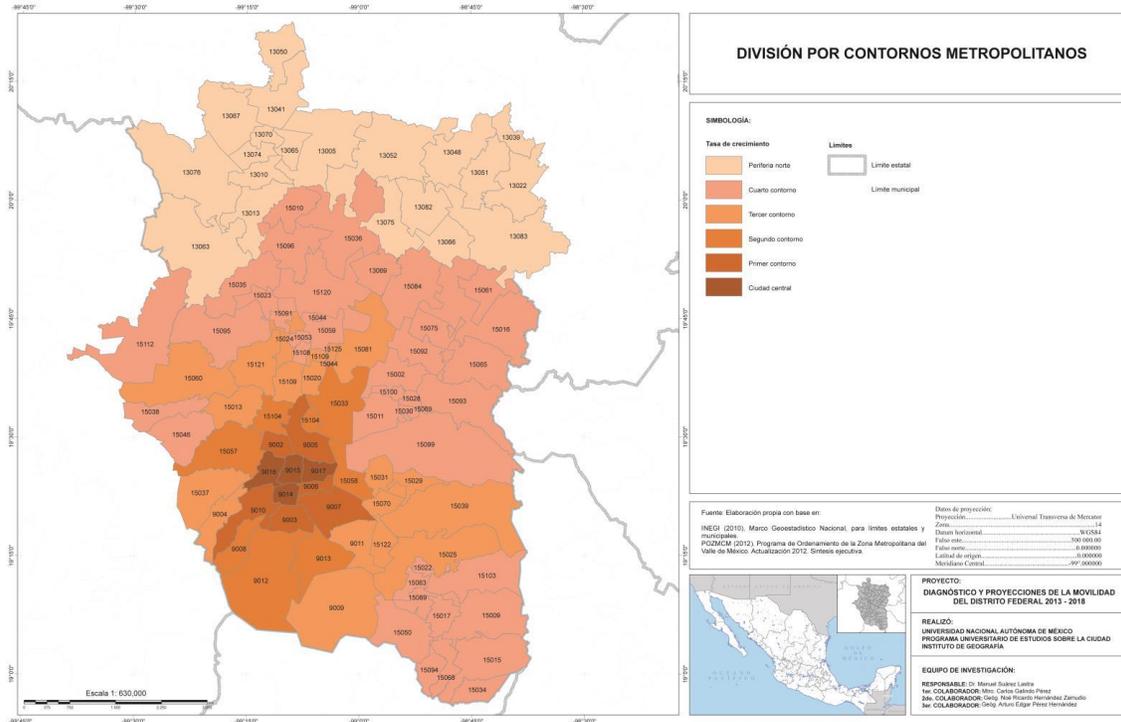
En cuanto a los municipios que se agregan con la propuesta de delimitación metropolitana de la comisión SEDESOL-CONAPO-INEGI (2004; 2007; 2012), representan la incorporación de casi 300 mil habitantes en 1990 y de 525 mil para 2010, cifras que ascienden a tan sólo 0.3 y 0.5% de la población total de la ZMVM. El conjunto de 20 municipios que el Programa de Ordenación 2012 propone sean agregados a la delimitación de la ZMVM, significaron la incorporación de 583 mil habitantes en 1990 y de 964 mil en 2010, monto que pasó de representar 3.6 a 4.6% de población en la ZMVM (apenas un incremento del 1% en veinte años).

La conclusión a la que se llega con este primer examen, es que más allá de la delimitación a la que se haga referencia: el Distrito Federal es la entidad político-administrativa más importante por su peso demográfico, económico y por su influencia política, tanto de su zona metropolitana, como de la región a la que pertenece y del conjunto del país.

Previamente se describió de manera general el contexto metropolitano en el que se encuentra inmerso la Ciudad de México, ahora se examinará la ZMVM pero en su estructura sociodemográfica y económica interna. Para esta labor se dividió a la ZMVM en contornos metropolitanos, tomando como base la hipótesis siguiente: el alcance territorial de la movilidad en el Distrito Federal está condicionada por la centralidad metropolitana, lo que está más próximo al centro se relaciona con mayor fuerza que lo más alejado.

Tomando como base la delimitación del Programa de Ordenación 2012 se propone dividir a la ZMVM en seis contornos: 1) ciudad central; 2) primer contorno; 3) segundo contorno; 4) tercer contorno; 5) cuarto contorno; y 6) periferia norte

(Figura 3).



Fuente: INEGI (2011), Marco Geoestadístico Nacional MGM 2010, INEGI, Aguascalientes, México. INEGI (2011), Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI, Aguascalientes, México.

Esta división por contornos permitirá agilizar y acercar el diagnóstico a un plano más apegado a cómo se estructuran los fenómenos sociodemográficos y económicos en la ZMVM, para posteriormente atender y entender la cuestión de la movilidad.

3. Características demográficas y económicas (población total, tasa de crecimiento)

3.1 Características demográficas

3.1.1 Población total

En el apartado acerca del contexto metropolitano de la Ciudad de México se presentaron cifras sobre el total de población que habita en la ZMVM y su distribución de acuerdo a cuatro diferentes propuestas de delimitación metropolitana. En esta sección se examinarán esos mismos totales, pero ahora por contorno metropolitano.

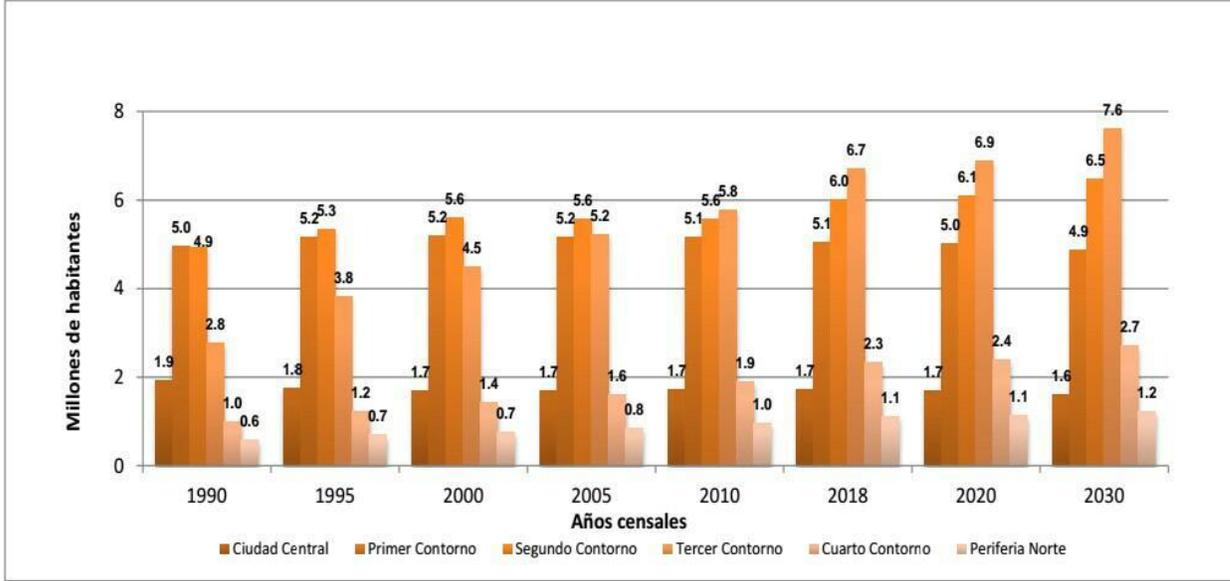
El primer detalle importante a destacar es la reducción paulatina del total de población que reside en el centro de la Ciudad de México, que pasó de 1.93 millones de habitantes en 1990, a 1.73 millones en 2010, y que según proyecciones de población se espera se reduzca a 1.6 millones en 2030. Por su parte, el primer contorno (que envuelve a la ciudad central), no registra fuertes variaciones en su total de población: en 1990 contabilizó 4.96 millones de habitantes, en 2010 fueron 5.16 millones y se espera retroceda a 4.85 millones en 2030. Una variación en treinta años de apenas 100 mil habitantes (Cuadro 2 y Figura 4).

En contraste, los contornos segundo y tercero presentan los cambios demográficos más marcados. El segundo contorno incrementó su población en 650 mil habitantes en veinte años, al pasar de 4.91 millones en 1990 a 5.57 millones en 2010. Y para 2030 se proyecta registre un incremento de 0.91 millones y alcance la cifra de 6.48 millones de habitantes.

Por su parte, el tercer contorno es el que reporta el cambio demográfico más notorio. Para 1990 este contorno registró una población de 2.77 millones de habitantes y para 2010 de 5.78 millones, lo que equivale a un incremento absoluto de 3.1 millones de habitantes en un período de 20 años. Y si al anterior crecimiento se le suma el proyectado de 1.83 millones más para 2030, la cifra de población de este contorno alcanzará 7.61 millones de habitantes.

Cuadro 2. ZMVM: comportamiento demográfico por contorno metropolitano (total y porcentual), 1990-2030

Figura 4. ZMVM: comportamiento demográfico por contorno metropolitano, 1990-2030



Fuente: INEGI, 1991; 1996; 2001; 2006; 2011.

Respecto al cuarto contorno, éste casi duplica su población en el período de veinte años, al pasar de 981 mil habitantes en 1990 a 1.89 millones en 2010. Pero se espera que después de otros veinte años este contorno duplique nuevamente su población, y que registre una población de 3.96 millones en 2030.

Por último, la periferia norte es la que reporta el crecimiento demográfico más moderado. En 1990 contabilizó 583 mil habitantes, en 2010 aumento su población a 964 mil y se proyecta que para 2030 llegué a 1.12 millones de habitantes (en cuarenta años duplicaría su población total).

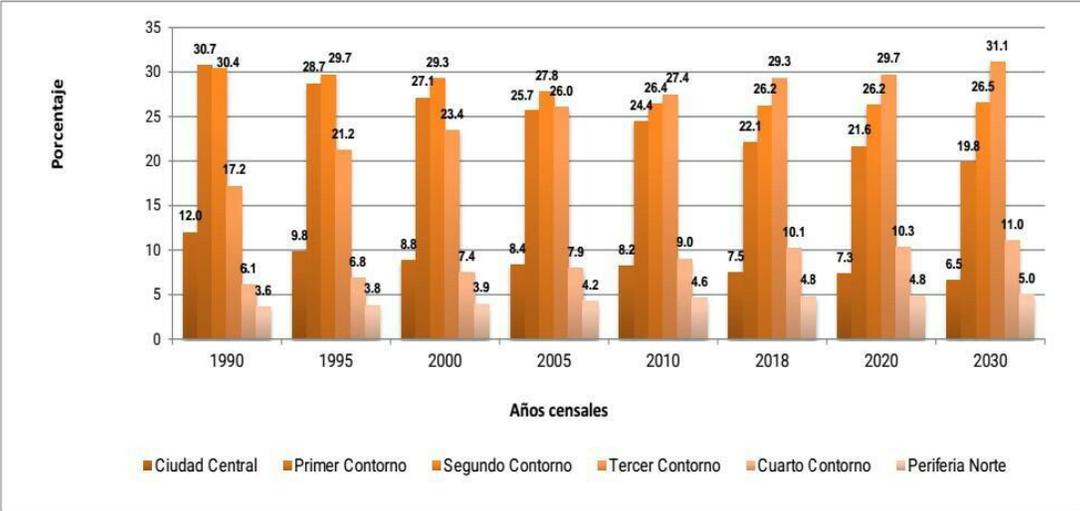
Si bien con las cifras hasta aquí presentadas se observa cómo se distribuye la población de la ZMVM por contorno, si se porcentualiza el peso demográfico de cada

contorno, se ajusta el resultado (Figura 5). En 1990 el primer y segundo contorno aglomeraban 61% de la población total de la ZMVM, le seguían en importancia el tercer contorno (17%), la ciudad central (12%), y el cuarto (6%) y quinto contorno (3.6%).

Para 1995, esa tendencia presentó un reajuste, al colocarse el segundo contorno en el primer lugar por su peso demográfico relativo, e iniciar un claro declive el primer contorno y el ascenso del tercero. Para 2010 esa tendencia vuelve a reajustarse de la siguiente manera: después de haberse ubicado a la cabeza del peso demográfico en la ZMVM, el segundo contorno muestra ya un evidente descenso, y cede terreno ante el crecimiento relativo del tercer contorno.

Incluso tomando como base las proyecciones de población para 2030, se observa que los contornos con un peso demográfico en claro ascenso son el tercero y cuarto, tendencia que se combina con el estancamiento e incluso una contracción del peso demográfico relativo de la ciudad central, pero sobretodo del primer contorno metropolitano.

Figura 5. ZMVM: comportamiento demográfico porcentual por contorno metropolitano, 1990-2030



Fuente: INEGI, 1991; 1996; 2001; 2006; 2011.

La distribución territorial de los cambios demográficos descritos permite observar que la ZMVM ha ampliado el alcance de su área de movilidad, más allá de su ciudad central y el primer contorno metropolitano, hasta proyectarse sobre el tercer y cuarto contornos. Por tanto, para comprender la movilidad del Distrito Federal es requisito tomar en consideración los 21 millones de habitantes que para 2010 viven en la ZMVM,

y que se mueven en su territorio en busca de llegar al trabajo, la escuela o para realizar actividades cotidianas como ir de compras o acudir al médico.

3.1.2. Tasa de crecimiento promedio anual (TCPA)

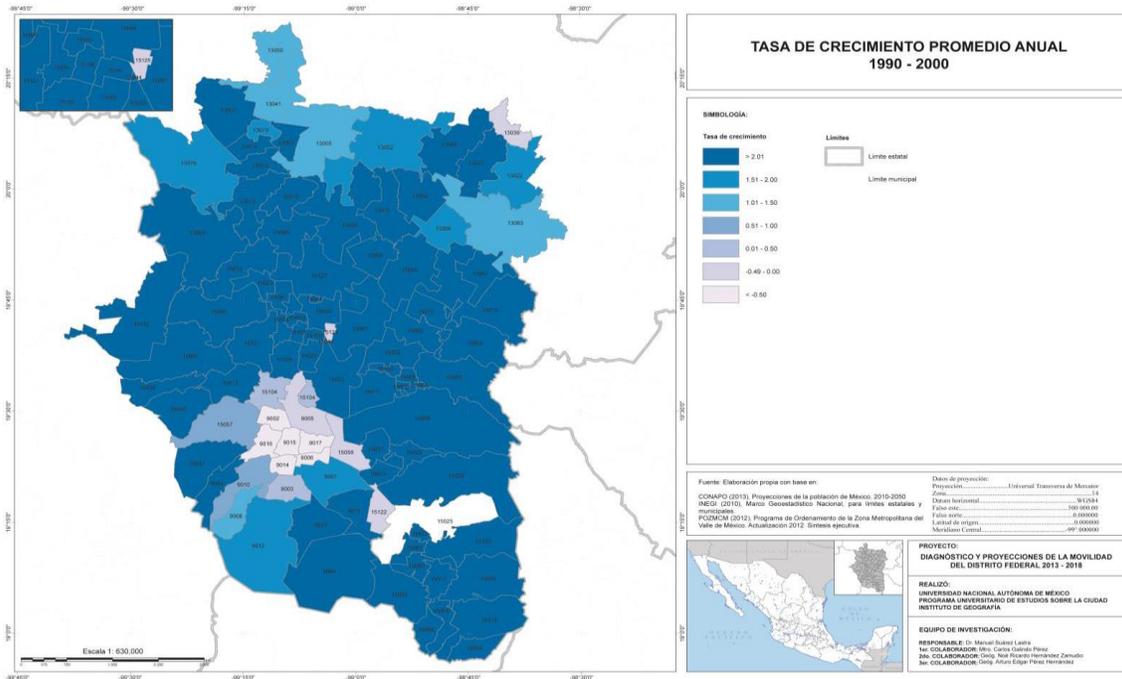
Si en los dos apartados anteriores se revisaron los totales y los cambios en esos totales de población, así como la estructura etaria por contorno metropolitano, es necesario ahora indagar el porqué de esos cambios. Para detectar algunas de esas razones se revisaran las tasas de crecimiento promedio anual (TCPA) delegacionales, municipales y por contorno metropolitano en la ZMVM.

Del análisis de la TCPA del decenio 1990-2000 sobresale que las delegaciones que forman parte de la ciudad central, así como algunas limítrofes pertenecientes al primer contorno pierden población y por su parte, las delegaciones y/o municipios del segundo, pero sobretodo del tercer y cuarto contorno son los que registran las TCPA más altas.

Para el decenio de 2000-2010, las TCPA negativas “salen” de la ciudad central y se ubican en el primer y segundo contorno y las TCPA positivas mantienen su presencia en el tercer y cuarto contorno. Tomando como base la proyecciones de población del CONAPO, para el decenio 2010-2020 casi la totalidad de la delegaciones del Distrito Federal estabilizan sus TCPA (dejan de perder población) y los contornos segundo y tercero, pero sobre todo el cuarto, son los que registran las TCPA más altas.

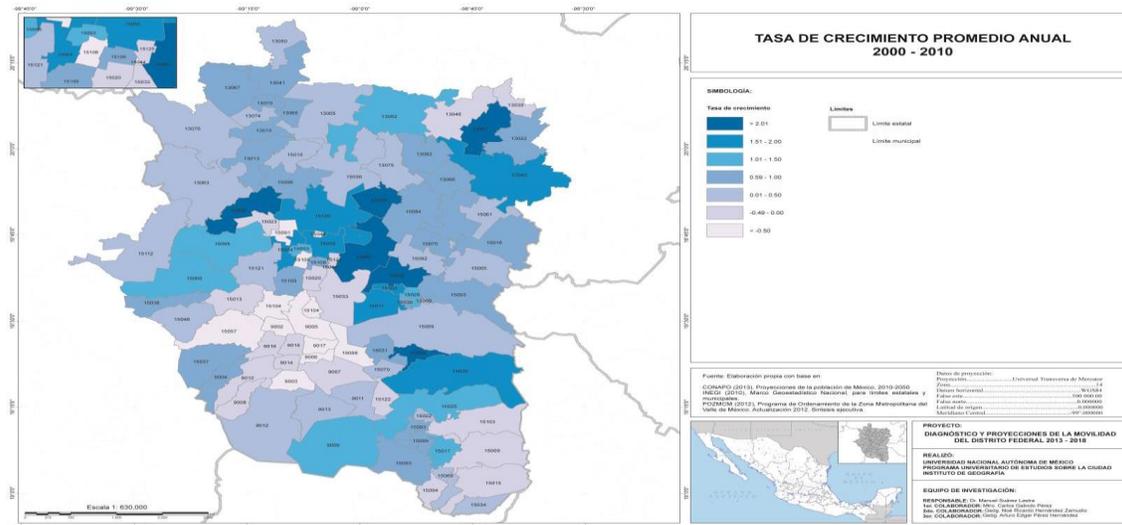
Las TCPA calculadas con base a las proyecciones de población para el decenio siguiente 2020-2030, sugieren que la totalidad de las delegaciones del Distrito Federal volverán a registrar TCPA negativas mientras que el segundo contorno y la periferia norte, pero sobre todo el tercer y el cuarto contorno registraran las TCPA más altas.(Figura 7, 8, 9, 10 y 11).

Figura 7. ZMVM: Tasa de Crecimiento Promedio Anual 1990-2000



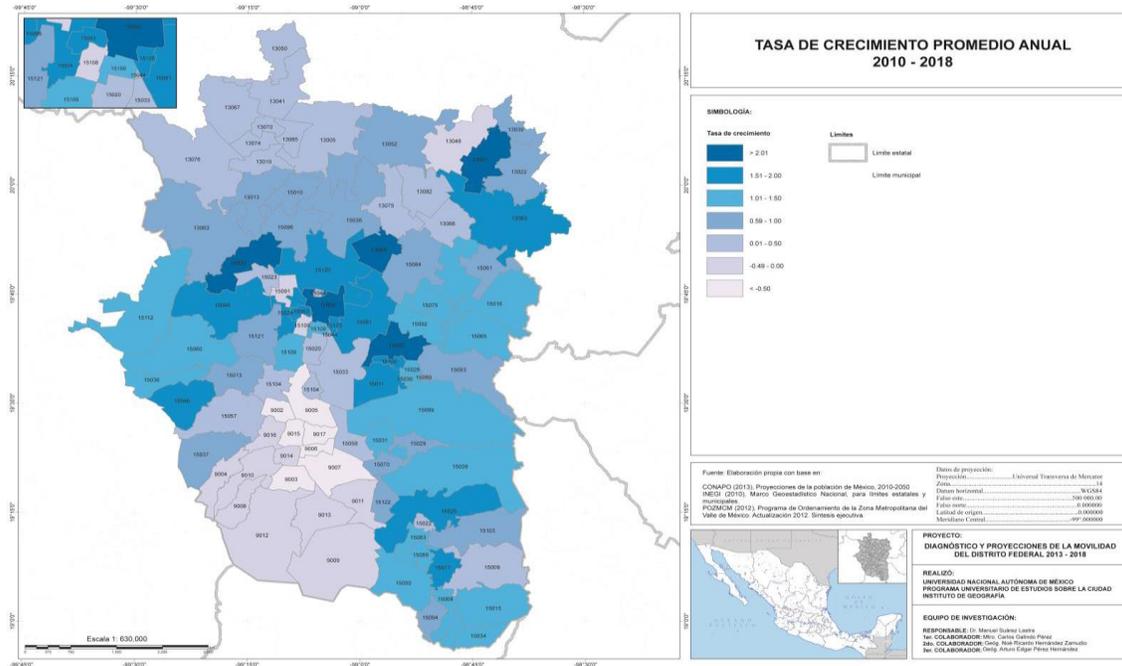
Fuente: INEGI (1991), XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, Aguascalientes, México. INEGI (2001), XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, Aguascalientes, México.

Figura 8. ZMVM: Tasa de Crecimiento Promedio Anual 2000-2010



Fuente: INEGI (2001), XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, Aguascalientes, México. INEGI (2011), Censo de Población y Vivienda, 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.

Figura 9. ZMVM: Tasa de Crecimiento Promedio Anual 2010-2018



Fuente: INEGI (2011), Censo de Población y Vivienda, 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México. CONAPO (2013), Proyecciones de población de México, 2010-2050, Consejo Nacional de Población, México.

Entre los factores involucrados del comportamiento de las TCPA examinadas, se reconocen principalmente: i) el despoblamiento de la ciudad central; ii) el fuerte crecimiento poblacional de los contornos primero y segundo; iii) la conformación plena de un tercer contorno todavía conurbado y iv) la aceptación general de la pertinencia de cuarto contorno, aun no conurbado, pero que mantiene ya relación funcional clara, con la ciudad.

Cuadro 3. ZMVM: tasas de crecimiento promedio anual por contorno metropolitano, 1990-2030

Contorno Metropolitano	1990-2000	2000-2010	2010-2018	2010-2020	2020-2030
Ciudad Central	-1.31	0.17	-0.06	-0.14	-0.58
Primer Contorno	0.44	-0.08	-0.23	-0.24	-0.34
Segundo Contorno	1.32	-0.06	0.93	0.90	0.63
Tercer Contorno	4.93	2.57	1.89	1.76	1.01
Cuarto Contorno	3.80	2.89	2.56	2.35	1.21
Periferia Norte	2.54	2.56	1.62	1.52	0.87
ZMVM	1.72	0.97	1.04	0.97	0.53
Nacional	1.84	1.43	1.32	1.24	0.79

Fuente: INEGI, 1991; 1996; 2001; 2006; 2011; CONAPO, 2013.

Aunado a lo anterior, el despoblamiento de la ciudad interior (las cuatro delegaciones centrales) que implicó una pérdida total de población de un poco más de 200 mil habitantes entre 1990 y 2010, apenas registró una leve “recuperación de unos 70 mil habitantes entre 2005 y 2020. Por su parte, los contornos primero y segundo apenas albergaron en esas dos décadas, unos 200 mil y 660 mil habitantes respectivamente, que en conjunto apenas representa 17.5% del incremento total metropolitano.

Fue el tercer contorno (3 millones de nuevos habitantes), el que recibió el grueso del incremento demográfico en esos 20 años. Se puede decir que la Ciudad de México creció en los municipios conurbados de ese contorno. El cuarto contorno, todavía visto con suspicacia en ciertos círculos académicos y políticos (debido a que queda muy alejado de la influencia directa de la ZMVM), recibió un nada despreciable incremento de 914 mil habitantes.

4. Uso de Suelo

A continuación se examina un factor que impacta en la movilidad de la población en la ciudad: el uso de suelo. Para este apartado, se considera la superficie neta por tipo de uso de suelo alrededor de las estaciones de metro en un radio de 400 metros y se compara con el uso de suelo, también por tipo, para todo el Distrito Federal (se comparan los porcentajes de suelo por tipo).

Es importante conocer el tipo de suelo en cercanía a estaciones de metro pues estas son consideradas nodos de transporte. En el Cuadro 15 se observa que por área, el tipo de uso de suelo que predomina en el Distrito Federal es el *habitacional* con un promedio de 2.9 niveles, seguido por el *habitacional con comercio en planta baja* con 3.2 niveles promedio y muy lejos, en tercer lugar está el uso *equipamiento*.

Para el caso de las estaciones de metro (en un radio de 400 metros), por superficie el tipo de uso de suelo que predomina también es el *habitacional* (con 3.4 niveles promedio), seguido por el *habitacional con comercio en planta baja* (con 4.2 niveles promedio), el tercer lugar lo ocupa el uso *habitacional mixto* (con 4.5 niveles promedio) y en cuarto lugar el uso para *equipamiento* (Cuadro 16).

En este caso, la propuesta es que el tipo de uso el suelo que debería predominar alrededor de estaciones de metro, debería ser *habitacional mixto* con al menos 5 niveles. La información proporcionada sugiere que el área alrededor de estaciones de metro se encuentra subutilizada.

En los Cuadros 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 se muestran las superficies netas de uso de suelo para cada estación de las 12 líneas del STC Metro. Asimismo, en las Figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 y 32 se muestran los mapas de las delegaciones que cuentan con estaciones de este modo de transporte con las superficies para cada estación.

Cuadro 15. Distrito Federal: superficie neta por tipo de uso del suelo

Uso del suelo	Total del Distrito Federal			En radio de 400 metros alrededor de estaciones de metro		
	Área (Ha)	%	Promedio de niveles	Área (Ha)	%	Promedio de niveles
AV	1,733.7	2.8	0.4	49.7	0.8	0.0
CB	516.0	0.8	2.5	81.0	1.2	3.2
E	5,752.8	9.2	1.6	826.4	12.7	2.9
EA	2,493.2	4.0	0.0	410.8	6.3	0.0
ER	399.2	0.6	0.1			
H	22,362.0	35.9	2.9	2,100.6	32.3	3.4
HC	9,597.5	15.4	3.2	1,817.2	27.9	4.2
HM	4,763.6	7.6	4.0	947.6	14.6	4.5
HO	239.8	0.4	9.3	20.9	0.3	4.8
HR	2,508.2	4.0	2.1			
HRB	2,478.9	4.0	2.0			
HRC	623.3	1.0	2.0			
I	1,361.2	2.2	0.0	257.7	4.0	0.0
PE	3,350.3	5.4	0.0			
PRA	2,165.7	3.5	0.0			
RE	1,960.0	3.1	0.0			
Uso total	62,305.5	100.0		6,511.9	100.0	

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

Cuadro 16. Distrito Federal: superficie neta por tipo uso del suelo por línea de Metro

Línea	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Área total (Ha)
1		5.8	100.2	19.1	146.7	206.7	147.5	1.1	0.8	627.9
2	8.2	8.2	90.5	45.8	348.9	171.7	94.8		21.7	789.9
3	17.7	1.2	67.1	38.9	295.5	141.5	51.9			613.8
4			31.5	22.5	32.8	179.2	11.7	13.6	23.8	315.1
5			97.9	8.0	88.0	173.4	0.9		15.7	383.9
6		2.6	38.7	5.0	16.9	78.5	40.2		94.3	276.1
7	3.0	5.3	12.1	61.1	167.7	87.1	41.2	1.0	9.4	387.9
8	0.1	0.4	40.0	24.4	217.8	147.9	90.0		35.0	555.5
9			18.4	61.7	68.8	81.1	30.3			260.4
12		8.7	56.2	20.6	397.0	5.8	121.9			610.2
A		8.5	27.8	2.1	56.0	26.8	97.8			219.0
B	20.8	19.1	25.5	33.3	61.2	123.1	17.8		18.5	319.3
Área total (Ha)	49.7	59.7	605.9	342.5	1897.5	1422.7	746.2	15.8	219.3	5359.2

Línea	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Suma (%)
1		0.9	16.0	3.0	23.4	32.9	23.5	0.2	0.1	100.0
2	1.0	1.0	11.5	5.8	44.2	21.7	12.0		2.7	100.0
3	2.9	0.2	10.9	6.3	48.1	23.0	8.5			100.0
4			10.0	7.1	10.4	56.9	3.7	4.3	7.6	100.0
5			25.5	2.1	22.9	45.2	0.2		4.1	100.0
6		0.9	14.0	1.8	6.1	28.4	14.5		34.1	100.0
7	0.8	1.4	3.1	15.7	43.2	22.5	10.6	0.3	2.4	100.0
8	0.0	0.1	7.2	4.4	39.2	26.6	16.2		6.3	100.0
9			7.1	23.7	26.4	31.1	11.6			100.0
12		1.4	9.2	3.4	65.1	1.0	20.0			100.0
A		3.9	12.7	1.0	25.6	12.2	44.7			100.0
B	6.5	6.0	8.0	10.4	19.2	38.5	5.6		5.8	100.0
Suma (%)	0.9	1.1	11.3	6.4	35.4	26.5	13.9	0.3	4.1	100.0

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, ER. Equipamiento rural, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, HR. Habitacional rural, HRB. Habitacional rural de baja densidad, HRC. Habitacional rural comercial, I. Industria, PE. Área de preservación ecológica, PRA. Producción rural agroindustrial y RE. Rescate ecológico.

Cuadro 17. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 1 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
1	Observatorio			7.11	1.16	4.48	17.92	5.01			35.67
1	Tacubaya			3.13	1.30	4.97	5.51	20.45			35.36
1	Juanacatlán		0.05	0.46		35.18					35.70
1	Chapultepec			2.43	5.12	20.55		3.94			32.04
1	Sevilla			0.54		21.76		12.66			34.95
1	Insurgentes				1.08	15.57		18.55			35.20
1	Cuauhtémoc			0.35	0.95	12.75	9.93	12.39			36.37
1	Balderas			9.01	1.88		20.71	6.46			38.05
1	Salto del Agua			3.07	0.11		15.45	19.30			37.94
1	Isabel la Católica			1.25	0.68		7.68	27.87			37.49
1	Pino Suárez		0.31	4.65	1.84		6.30	23.82			36.92
1	Merced		5.41	9.40			15.30	4.78			34.88
1	Candelaria			16.49	3.37		15.10		0.93		35.89
1	San Lázaro			37.39	0.06	0.69	0.03		0.14		38.30
1	Moctezuma			4.05	0.21	13.21	10.23				27.70
1	Balbuena				0.05	17.95	12.54				30.55
1	Boulevard Puerto Aéreo			1.28	0.45	4.64	12.20	10.79		0.83	30.19
1	Gómez Farías			1.02	1.50		31.41				33.93
1	Zaragoza			1.85	0.45	0.99	22.62				25.91
1	Pantitlán			9.76			16.44	1.28			27.47
	Total	0.00	5.77	113.23	20.20	152.76	219.37	167.28	1.07	0.83	680.52

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 18. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 2 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
2	Tasqueña	5.56		15.74	1.76	7.71		2.38			33.16
2	General Anaya	2.67		1.72	1.07	30.74					36.20
2	Ermita			0.12		29.60					29.73
2	Portales		0.85			30.67	3.01				34.53
2	Nativitas				0.11	5.55	27.74				33.40
2	Villa de Cortés				0.61	24.80	7.24				32.64
2	Xola				0.54	32.07					32.61
2	Viaducto					33.99	0.05				34.04
2	Chabacano		5.20	1.81	0.69		27.46				35.16
2	San Antonio						34.96				34.96
2	Pino Suárez		0.27	4.75	1.85		7.39	22.63			36.88
2	Zócalo		1.80	11.59	2.05			23.59			39.03
2	Allende		0.37	2.75	0.21			36.51			39.85
2	Bellas Artes			6.21	5.53		0.18	26.99			38.91
2	Hidalgo			1.83	7.72		9.34	16.21			35.10
2	Revolución			0.66	2.29	16.58	8.42	5.27			33.20
2	San Cosme			5.25		32.13					37.39
2	Normal				5.75	26.16	6.09				37.99
2	Colegio Militar			5.45	10.43	10.68	15.88				42.44
2	Popotla			11.83	8.04	22.44	0.25				42.56
2	Cuiclahuac			2.52	0.58	29.97	8.97			0.00	42.03
2	Tacuba			6.24	3.71	19.04	7.59	2.85			39.43
2	Panteones			19.98	0.20	9.45	16.37				46.00
2	Cuatro Caminos			4.19						21.67	25.86
	Total	8.24	8.49	102.64	53.13	361.58	180.92	136.44	0.00	21.67	873.11

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 19. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 3 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
3	Universidad	1.89		4.55	12.58		12.17				31.19
3	Copilco		0.71	0.62		14.32	19.65				35.30
3	Miquel Ángel de Quevedo	2.77		0.27		12.78		26.37			42.19
3	Viveros	13.03		1.18	0.42	13.98		14.22			42.84
3	Coyoacán					35.65		1.90			37.56
3	Zapata				0.41	38.10					38.51
3	División del Norte		0.00		1.94	32.62					34.55
3	Eugenia					34.97					34.97
3	Etiopía					36.18					36.18
3	Centro Médico			26.27	7.77	7.44	0.22				41.71
3	Hospital General			22.64	4.09	7.96	6.97				41.66
3	Niños Héroes			3.18			34.32				37.50
3	Balderas			8.70	2.13		20.38	6.71			37.92
3	Juárez			0.47	3.31		24.63	9.43			37.84
3	Hidalgo			1.75	7.36		10.21	15.69			35.02
3	Guerrero		3.14			8.10	26.95				38.19
3	Tlatelolco				0.11	6.28	13.15				19.54
3	La Raza				2.27	15.22	9.02	0.01			26.51
3	Potrero		0.51	0.01		18.45	10.53				29.51
3	Deportivo 18 de Marzo			2.99	7.10	7.62	10.98				28.69
3	Indios Verdes			9.56	0.69	17.03					27.29
	Total	17.69	4.36	82.19	50.17	306.71	199.18	74.34	0.00	0.00	734.64

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 21. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 5 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
5	Pantitlán			6.91			19.45	0.86			27.22
5	Hangares			21.81	0.54		14.64			4.58	41.57
5	Terminal Aérea			24.18			15.60	0.92			40.70
5	Oceania				0.99	2.64	27.33				30.96
5	Aragón				0.52	7.23	25.78				33.52
5	Eduardo Molina				2.85		30.78				33.63
5	Consulado			3.91	5.66		22.40		1.39		33.36
5	Valle Gómez			0.13	2.72	0.21	32.17				35.24
5	Misterios					13.78	21.73				35.51
5	La Raza				1.62	23.67	2.02				27.30
5	Autobuses del Norte			11.58		15.81	5.34				32.73
5	Instituto del Petróleo			11.71	0.39	19.97					32.06
5	Politécnico			13.71		5.17				11.15	30.04
5	Lindavista			14.78		23.20					37.98
	Total	0.00	0.00	108.73	15.29	111.68	217.23	1.78	1.39	15.73	471.83

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 22. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 6 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
6	El Rosario			17.56	4.71		6.90	9.30			38.48
6	Tezozomoc		2.58			4.97	25.27			3.66	36.48
6	Azcapotzalco			0.84			31.09	8.01		0.74	40.68
6	Ferrería			14.98		0.30	8.19	7.36		9.49	40.32
6	Norte 45									44.43	44.43
6	Vallejo			4.17		1.38				35.93	41.48
6	Instituto del Petróleo			17.95		14.60					32.55
6	Deportivo 18 de Marzo			3.47	7.10	5.69	13.11				29.37
6	Basílica/La Villa			1.15	0.33	10.24	7.06	15.50			34.27
6	Martín Carrera			7.11		8.36	13.80			4.48	33.76
	Total	0.00	2.58	67.23	12.14	45.54	105.44	40.16	0.00	98.73	371.83

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 23. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 7 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
7	Barranca del Muerto			5.95	0.02	27.40	3.29				36.66
7	Mixcoac			0.21	0.18	25.15		9.52	1.04		36.10
7	San Antonio				1.79	33.60		1.37			36.77
7	San Pedro de Los Pinos			0.74	1.44	35.18		0.01			37.37
7	Tacubaya			3.60	1.30	4.59	4.25	21.85			35.60
7	Constituyentes		0.38	2.09	10.48	15.26	11.29	0.01			39.51
7	Auditorio	2.24		3.10	30.81	5.00	0.22				41.38
7	Polanco	0.74		0.00		7.65	13.54	18.59			40.51
7	San Joaquín		0.62			5.47	32.37	2.90			41.36
7	Tacuba			6.24	3.66	19.71	7.22	2.55			39.38
7	Refinería				17.29	19.53		3.17			39.99
7	Camarones				0.85	25.82	1.44	7.01		3.18	38.30
7	Aguiles Serdán		4.27			1.20	24.96			6.23	36.65
7	El Rosario			16.82	8.63		9.25	2.81			37.51
	Total	2.98	5.28	38.77	76.46	225.56	107.82	69.80	1.04	9.41	537.11

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 24. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 8 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
8	Constitución de 1917			4.48	1.33	12.07		13.28			31.16
8	UAM-I			3.00		17.34		23.19			43.52
8	Cerro de la Estrella			1.71	9.70	25.31	3.60	1.60			41.92
8	Iztapalapa			5.82	10.11	11.42	14.72				42.07
8	Atlatlilco					23.28	8.88			10.37	42.53
8	Escuadrón 201			1.18	1.27			12.67		24.47	39.59
8	Aculco				0.09	34.78		0.66		0.19	35.71
8	Apatlaco		0.00			33.77					33.77
8	Iztacalco			5.48	0.27	25.55					31.30
8	Coyuya	0.05		1.02		23.47		11.00			35.53
8	Santa Anita			6.25		17.76	8.07	2.76	0.64		35.48
8	La Viga			8.67		5.78	18.74	1.21			34.40
8	Chabacano		6.16	1.65	1.03		26.00				34.85
8	Obrera		0.37	1.72	0.60		32.35				35.04
8	Doctores			0.46	0.47		34.88	0.73			36.55
8	Salto del Agua			2.02	0.11		13.16	22.75			38.04
8	San Juan de Letrán			3.01	0.49		11.15	25.55			40.21
8	Bellas Artes			6.72	4.33		0.61	27.54			39.20
8	Garibaldi			3.45	0.76	7.45	23.94	0.11			35.70
	Total	0.05	6.52	56.63	30.57	237.96	196.11	143.05	0.64	35.03	706.58

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 25. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 9 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
g	Tacubaya			3.77	1.30	6.00	2.08	22.59			35.75
g	Patriotismo				0.68	29.14	8.24				38.06
g	Chilpancingo					22.41		13.36			35.77
g	Centro Médico			23.04	3.93	9.16	3.22				39.35
g	Lázaro Cárdenas						34.47				34.47
g	Chabacano		6.57	3.43	1.03		24.03				35.06
g	Jamaica			7.35			24.09		2.24		33.67
g	Mixhuca			3.77	2.71	6.69	13.60	7.25			34.03
g	Velódromo			13.31	13.31	3.14		8.54			38.29
g	Ciudad Deportiva				28.19		12.98				41.17
g	Puebla			1.33	16.84	7.46	11.83	1.18			38.64
g	Pantitlán		3.26	5.08		0.26	9.37	9.59			27.57
	Total	0.00	9.83	61.08	68.00	84.25	143.91	62.50	2.24	0.00	431.82

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 26. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea 12 de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
12	20 de Noviembre			3.70	1.49	31.03	1.76				37.97
12	Atlalilco					8.26				34.00	42.25
12	Calle 11					16.10		31.92			48.02
12	Eje Central			2.53	0.58	30.62					33.73
12	Insurgentes Sur				1.48	26.18	4.07	5.43			37.16
12	Olivos			9.32				34.57			43.88
12	Mexicalzingo			3.24		34.40		4.60			42.24
12	Nopalera			0.69		11.75		30.18			42.62
12	Parque de los Venados			4.71	12.11	22.29					39.11
12	Periferico Oriente			17.64		20.46		3.73			41.84
12	Culhuacan					42.53					42.53
12	San Andres Tomatlan			5.70		34.41					40.11
12	Tezonco			6.10	2.16	32.81					41.07
12	Lomas Estrella				0.20	30.84		10.06			41.10
12	Tlahuac			2.55		16.55					19.10
12	Tlaltenco					16.48		1.45			17.93
12	Zapotitlan		8.74		2.55	30.52					41.81
	Total	0.00	8.74	56.17	20.56	405.24	5.83	121.94	0.00	34.00	652.49

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Cuadro 27. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea A de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
A	Santa Marta			4.20		11.36	6.65				22.21
A	Acatitla		5.30	0.15	1.06	8.23	8.62	9.89			33.25
A	Peñón Viejo						11.49	19.93			31.42
A	Guelatao			9.70		16.45		3.83			29.99
A	Tepalcates			11.26	0.51	5.43		16.44			33.63
A	Canal de San Juan		3.16	2.48		10.85		15.37			31.87
A	Agrícola Oriental				0.52	3.70		32.38			36.60
A	Pantitlán		1.84	5.52		1.47	15.89	2.88			27.61
	Total	0.00	10.31	33.31	2.09	57.49	42.65	100.73	0.00	0.00	246.58

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

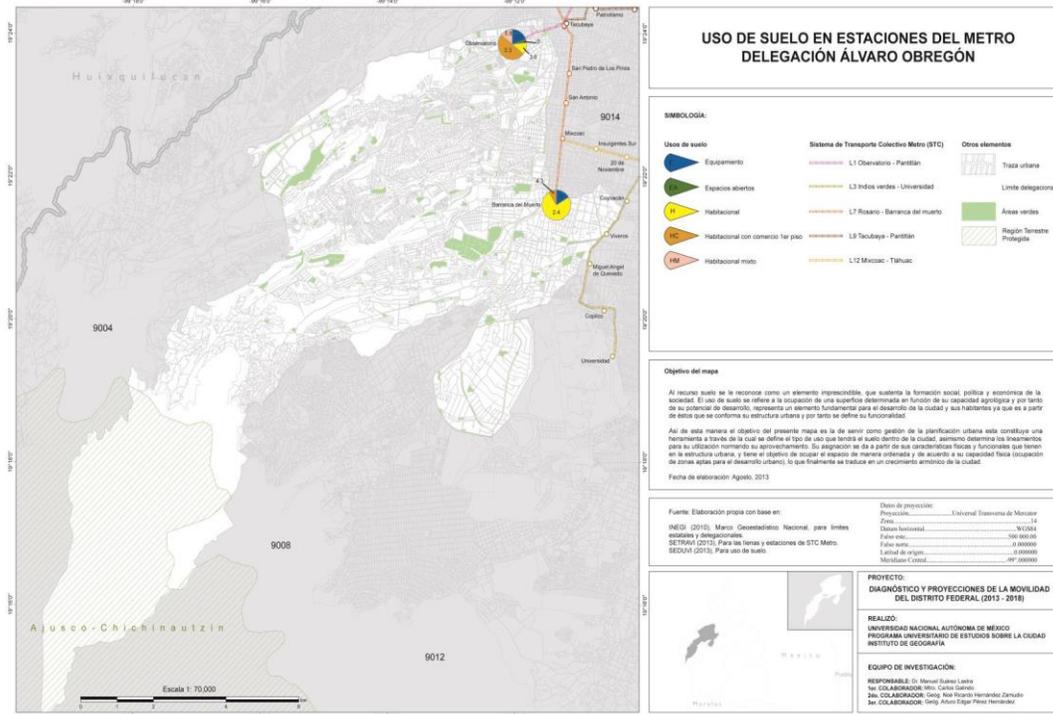
Cuadro 28. Superficie neta por tipo de uso de suelo en estaciones de la línea B de Metro

Línea	Estación	AV	CB	E	EA	H	HC	HM	HO	I	Total
B	Buenavista			4.01	2.55	14.00	5.67	8.83			35.07
B	Guerrero		3.14		0.02	14.68	19.70	0.08			37.62
B	Garibaldi			1.35	0.72	8.52	25.13				35.72
B	Lagunilla		12.45	0.17	0.26	5.15	14.44	8.96			41.42
B	Tepito		3.48		0.88	0.03	32.60				36.99
B	Morelos					1.64	29.27		4.72		35.63
B	San Lázaro			24.46	0.07		5.55		5.98		36.05
B	R. Flores Magón						22.04			11.55	33.59
B	Romero Rubio				0.39		28.63			6.97	35.98
B	Oceania				0.30	3.12	27.54				30.96
B	Deportivo Oceania			2.98	29.19	4.10					36.27
B	Bosque de Aragón	17.30		1.00		19.40					37.71
B	Villa de Aragón	3.47		17.38		8.41					29.26
	Total	20.77	19.06	51.35	34.38	79.05	210.55	17.87		18.52	462.27

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, 2013.

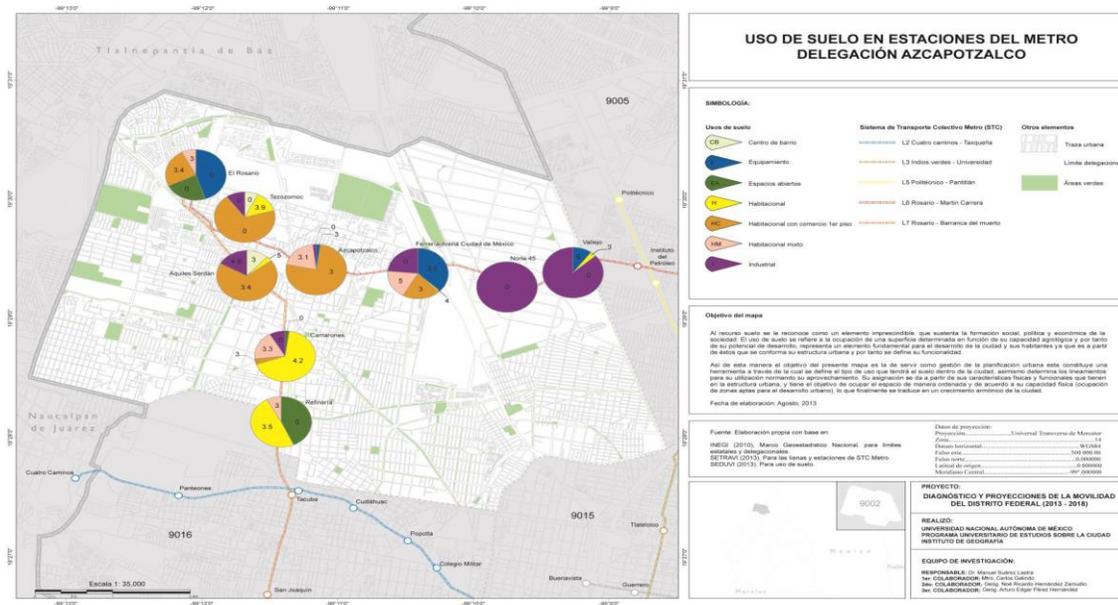
AV. Áreas verdes, CB. Centro de barrio, E. Equipamiento, EA. Espacios abiertos, deportivos, plazas, parques, jardines, H. Habitacional, HC. Habitacional con comercio en planta baja, HM. Habitacional mixto, HO. Habitacional con oficinas, I. Industria.

Figura 22. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Álvaro Obregón



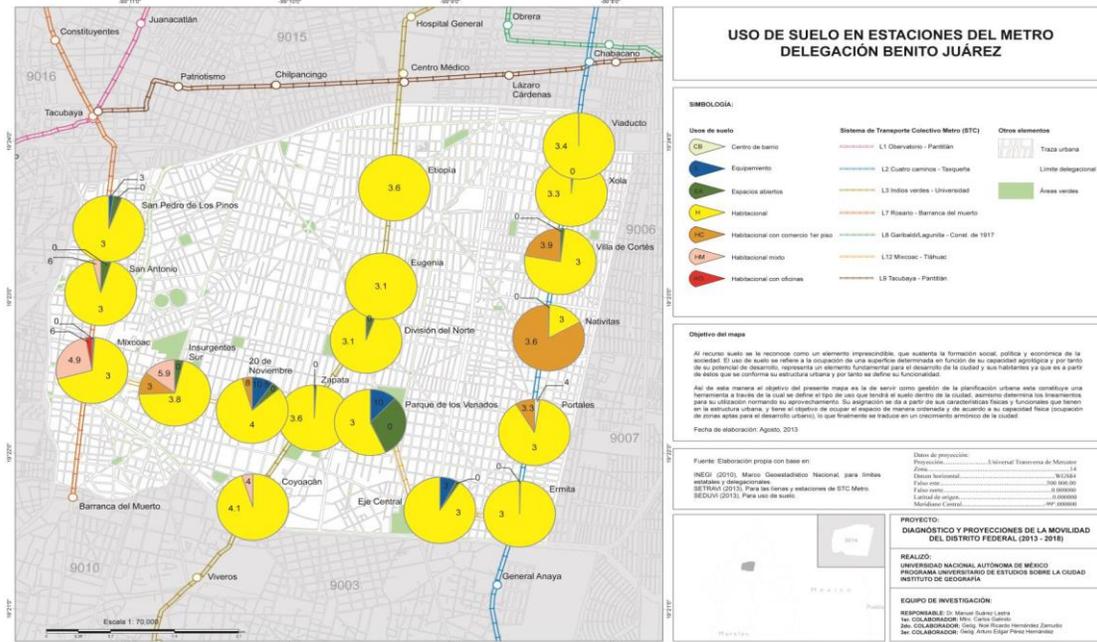
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 23. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Azcapotzalco



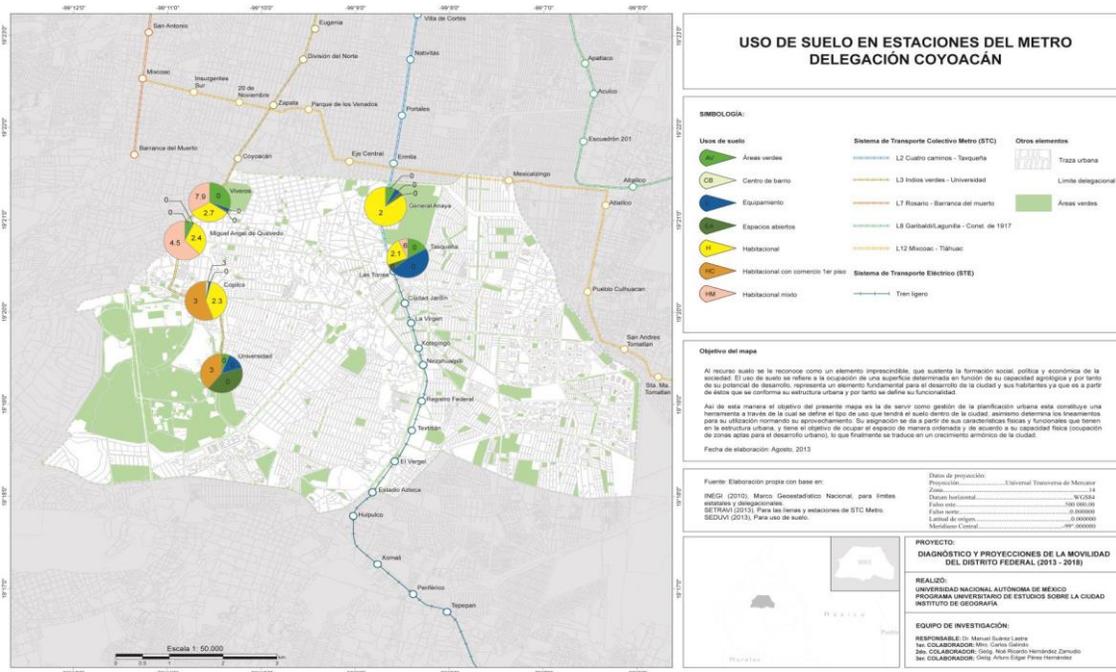
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 24. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Benito Juárez



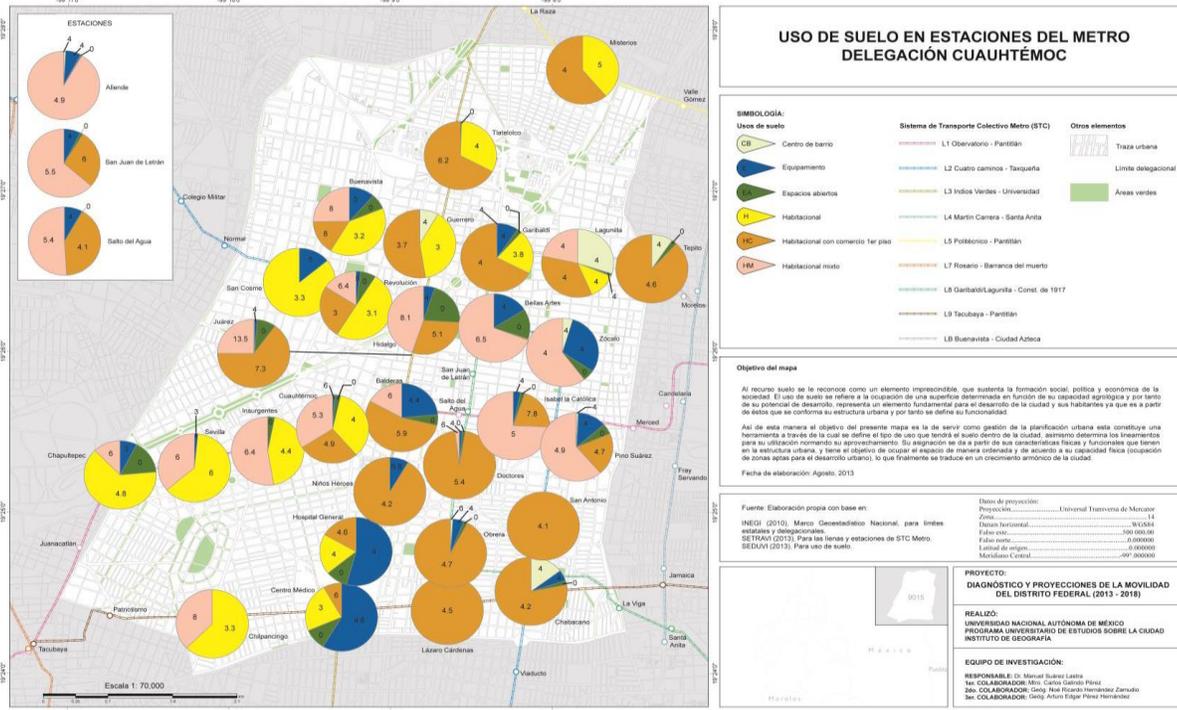
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 25. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Coyoacán



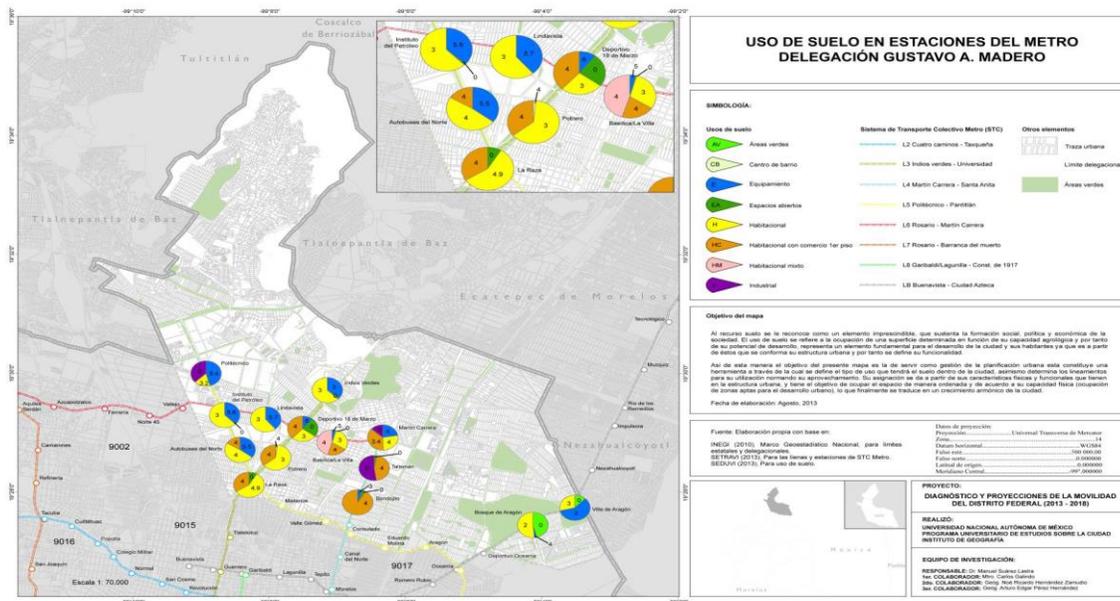
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 26. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Cuauhtémoc



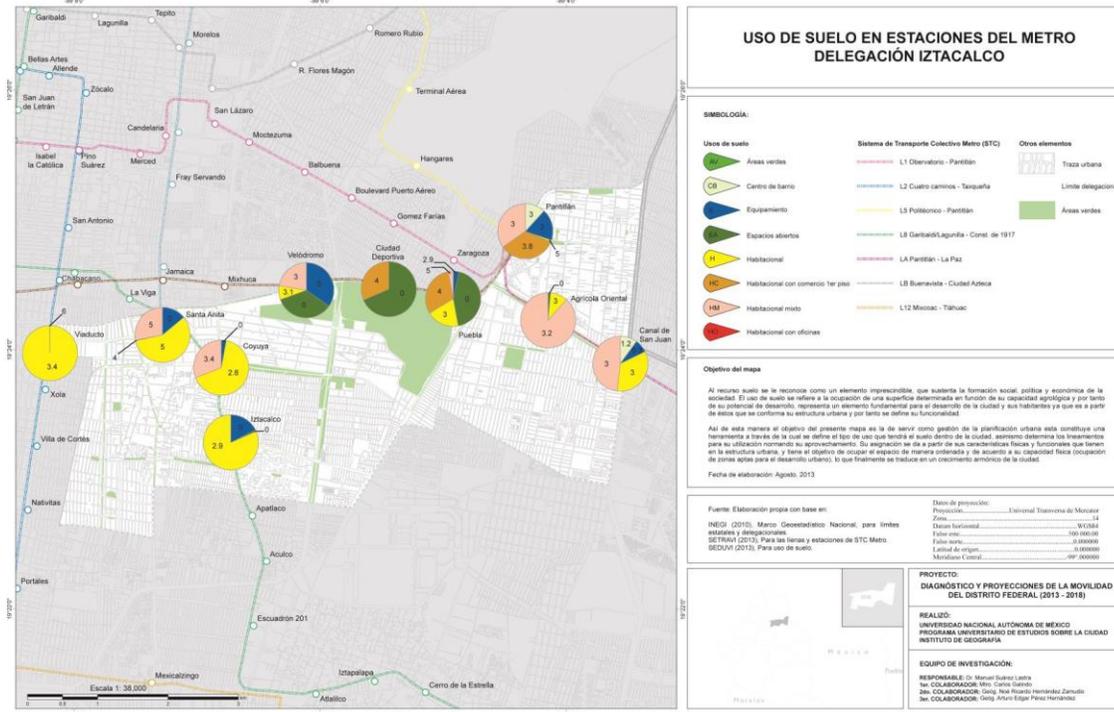
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 27. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Gustavo A. Madero



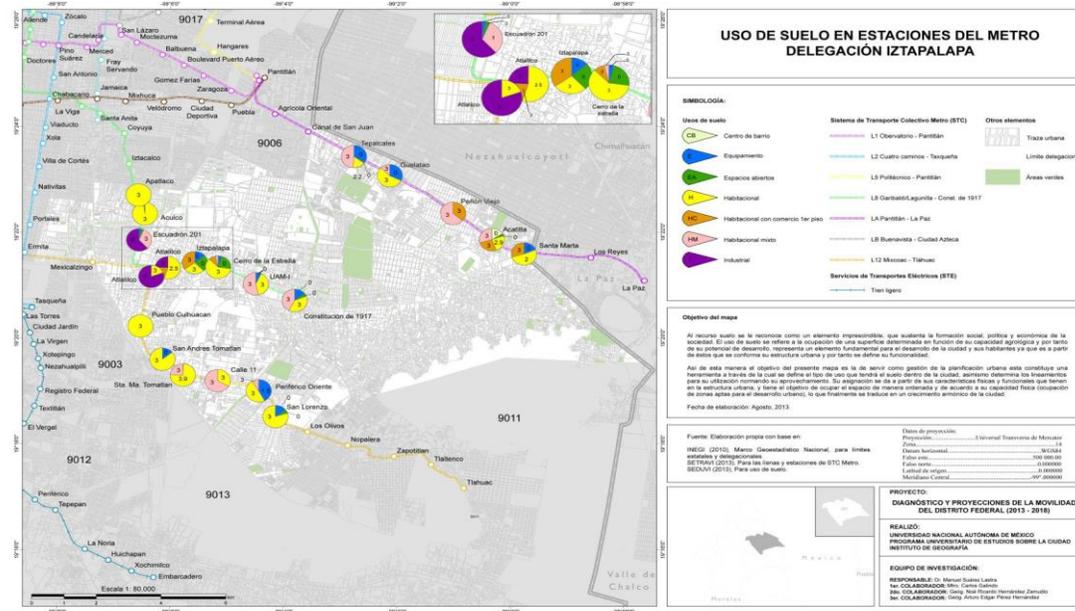
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 28. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Iztacalco



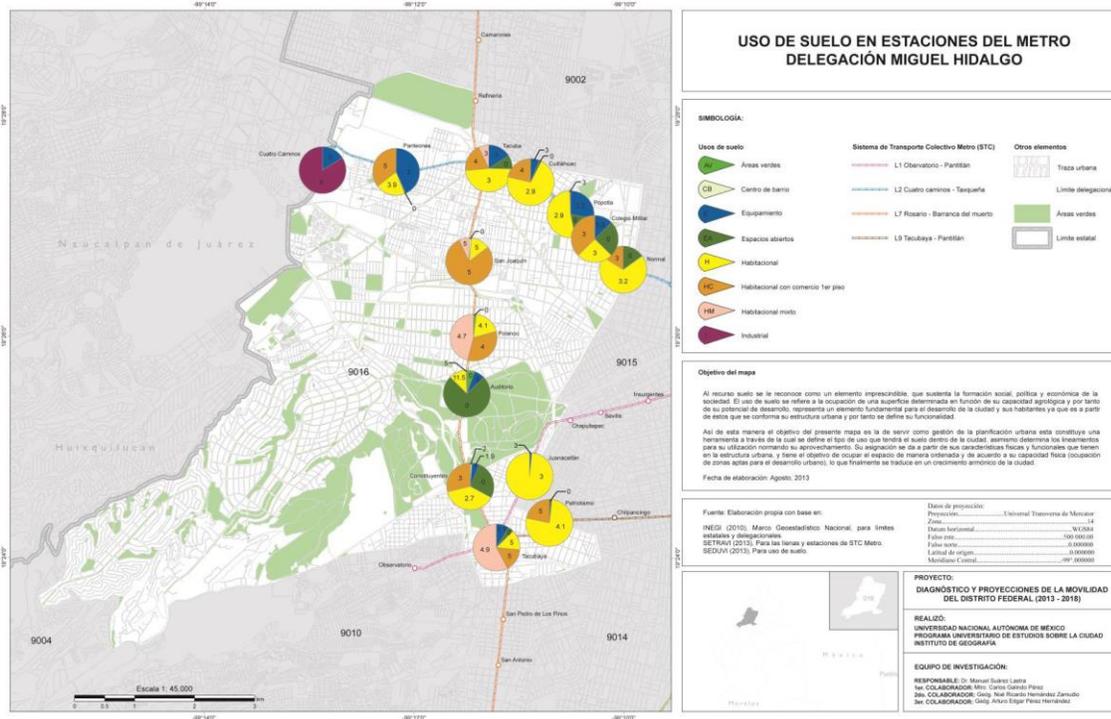
Fuente Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 29. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Iztapalapa



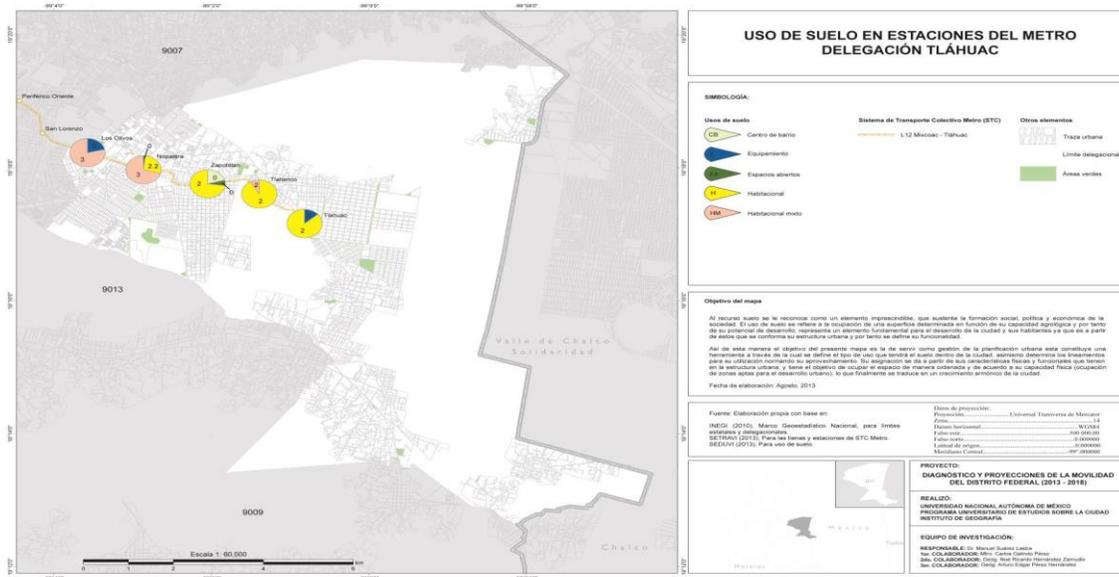
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 30. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Miguel Hidalgo



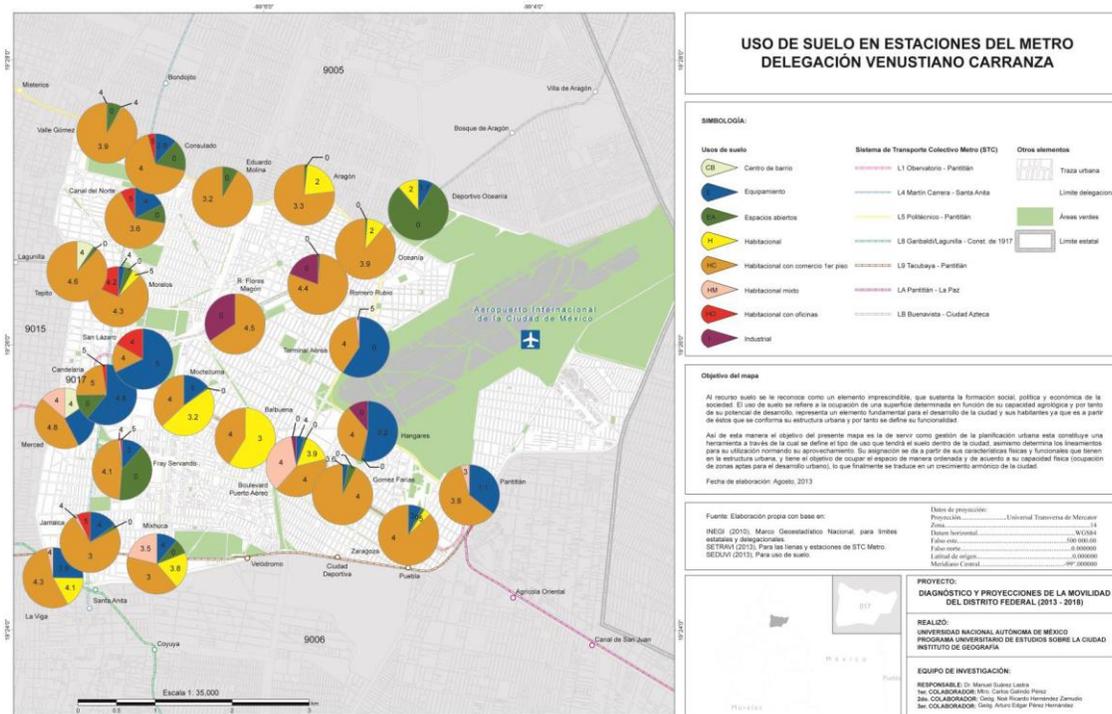
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 31. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Tláhuac



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

Figura 32. Uso de suelo en estaciones de Metro: Delegación Venustiano Carranza



Fuente:

Elaboración PUEC-UNAM, con base en: INEGI (2010), Marco Geoestadístico Nacional, para límites estatales y delegacionales. SETRAVI 2013, para líneas y estaciones de STC Metro y SEDUVI (2013), para usos de suelo.

5. Infraestructura vial

Este apartado se fundamenta en el Marco Teórico de la Geografía del Transporte, que considera al transporte un producto social antes que técnico o económico⁸. En el Congreso Mundial de Carreteras de Marrakech de 1991, el Comité de la Ciudad presentó un informe sobre el diseño de las redes viarias urbanas, en el que señalaba “que junto a la función de transporte, las vías urbanas debían recuperar las funciones sociales, ecológica y económicas anteriormente perdidas, desempeñando un papel determinante en materia de estructura urbana⁹. La ciudad como concepto ya no es objeto exclusivo de la ingeniería o la arquitectura, constituye un sistema dinámico y complejo de relaciones sociales, económicas y ambientales, que conviven en un marco o estructura de redes sociales materiales y virtuales. Entre esas redes destaca la correspondiente a los sistemas viales y de transporte, porque su organización y funcionalidad incide de manera significativa en

la estructura espacial, calidad de vida y productividad de la sociedad urbana en su conjunto.

El desarrollo del diagnóstico se realiza considerando entre otros los siguientes aspectos:

1. El Distrito Federal sólo será competitivo en la medida que sea capaz de movilizar a su población, transportar bienes y mercancías e intercambiar ideas e información de manera sustentable, ágil y eficientemente.

2. El análisis de la infraestructura vial aborda básicamente las características urbanas del Distrito Federal, pero se entiende, que la estructura y organización de sus vialidades tiene que ver con la jerarquía y funcionalidad de la ciudad de México en sus escalas metro y megalopolitana.

3. De continuar las tendencias referentes al crecimiento demográfico, del parque vehicular y en contrapartida del rezago de la infraestructura vial en general, pero sobre todo en lo referente al transporte público, se prevé a corto plazo un colapso en las principales vialidades por los bajos niveles de operación registrados que se manifiestan a través de la disminución en las velocidades de recorrido y el incremento de la congestión vial.

Para mejorar la calidad de vida de los habitantes de Distrito Federal y elevar la competitividad de la ZMVM, es ineludible generar soluciones de fondo al problema de *la movilidad*. Esto implica entre otras las siguientes acciones en materia de infraestructura vial: a) Realizar inversiones importantes en la vialidad para construir un sistema basado en el concepto de red vial, no de obras aisladas y desarticuladas; b) Privilegiar en la red vial actual y en los nuevos desarrollos urbanos, el transporte público de pasajeros y el uso de modos de transporte no motorizados, incluso el caminar; c) Conceptualizar una red vial que considere las distintas lógicas de circulación operativas (acceso peatonal, ciclista, escolar, salud, empleo, etc.) y administrativas (urbana, suburbana, metropolitana, y megalopolitana).

Para lograr cambios significativos en materia de infraestructura vial, se requiere: definir y sustentar el modelo de ciudad que se pretende construir; programar y

desarrollar la estrategia política, ciudadana y financiera de largo plazo para su construcción, y generar un sistema integral para las tareas de planeación, programación, inversión, evaluación del desempeño, transparencia y rendición de cuentas. Es decir un sistema para la gestión de datos como insumo del *Sistema de Gestión de la Movilidad en el Distrito Federal*.

Objetivos del diagnóstico

El objetivo general del *Diagnóstico de Infraestructura Vial del Distrito Federal*, es reconocer su situación actual y generar conocimiento especializado para orientar y sustentar los cambios requeridos en este tipo de infraestructura urbana, frecuentemente relegada, a pesar de figurar entre los puntos importantes de la política de movilidad que se pretende generar en la ciudad de México.

Para tal efecto se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la situación actual de la red vial primaria y secundaria del Distrito Federal.
- Revisar el concepto y rol asignado a la infraestructura vial en los anuarios de la Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal (SETRAVI).
- Evaluar el tipo de infraestructura vial en términos de su disponibilidad.
- Analizar su problemática desde una perspectiva integral (técnica y operativa) y transversal (funcional), para ubicarla entre las prioridades de las autoridades y la sociedad en general.

5.1. Red vial primaria (tipología, relación, longitud).

De acuerdo con los datos estadísticos sobre Infraestructura Vial publicados en el Portal de la Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal (SETRAVI) en internet (<http://www.setravi.df.gob.mx/wb/stv/estadisticas>), el Distrito Federal cuenta actualmente con el siguiente kilometraje vial.

- Longitud total de la Red Vial en el Distrito Federal: 10,200 km.
- Longitud de Vialidades Primarias: 930 km. (9%).
- Longitud de vías de acceso controlado: 171.42 km.
- Longitud de ejes viales: 421.16 km.
- Longitud de arterias principales: 320.57 km.
- Longitud de Vialidades Secundarias: 9,229 km.
- Ejes viales construidos en la Ciudad de México: 31 km.
- Longitud de los ejes viales construidos: 328.60 km.

- Red Vial Secundaria, longitud estimada: 9,557 km.

Según estos datos el Distrito Federal tiene una Red Vial total de 10,200 km, de los cuales sólo el 9% corresponde al tipo denominado *vialidades primarias*, que se integran con: los ejes viales, arterias principales y las vías de acceso controlado. El 91% restante se clasifica en Vialidades Secundarias (Cuadro 29).

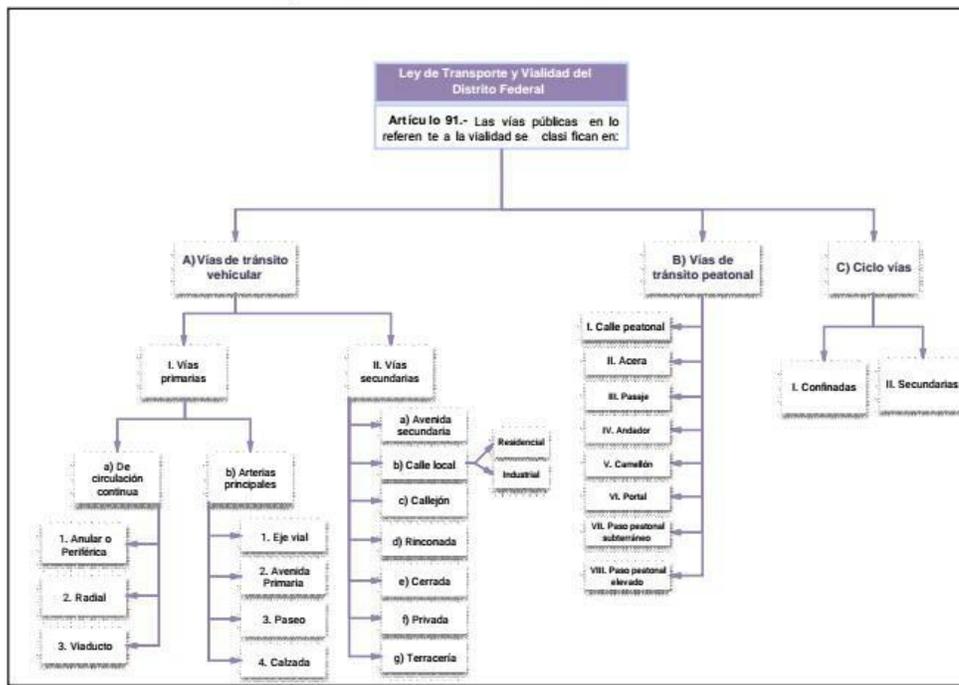
Cuadro 29. Red Vial del Distrito Federal

Tipo de vía	Longitud km	%
Primarias	913.0	9
<i>Acceso Controlado</i>	<i>171.4</i>	<i>1.7</i>
<i>Arterias Principales</i>	<i>320.6</i>	<i>3.1</i>
<i>Ejes Viales</i>	<i>421.2</i>	<i>4.1</i>
Secundarias y otras	9,287.0	91.0
Total	10,200.0	100.0

Fuente: SETRAVI, Acuerdo por el que se expide el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012 del Distrito Federal Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, p.35.

Respecto a la clasificación de la Red Vial Primaria es importante señalar que en la Ley de Transporte y Vialidad del Distrito Federal publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal en diciembre del 2002, se cita la siguiente clasificación para la Red Vial (Figura 33).

Figura 33. Clasificación de Vialidades del Distrito Federal



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en la Ley de Transporte y Vialidad del Distrito Federal (2002).

A continuación se describen las definiciones utilizadas para A) las vías de tránsito vehicular, que se manejan en la Ley de Transporte y Vialidad del Distrito Federal, 2002, Título Cuarto de las Vialidades y el Tránsito, Capítulo I Generalidades.

A) Vías de tránsito vehicular: Espacio físico destinado exclusivamente al tránsito de vehículos; considerado como componente de la vialidad:

I. Vías primarias: Espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforo, entre distintas Zonas de la Ciudad,

con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos, destinados a la operación de vehículos de emergencia:

a) **Vías de circulación continua:** Vías primarias cuyas intersecciones generalmente son a desnivel; las entradas y salidas están situadas en puntos específicos (accesos controlados), cuentan con carriles de aceleración y desaceleración; en algunos casos, cuentan con calles laterales de servicio a ambos lados de los arroyos centrales separados por camellones, flujo vehicular continuo:

1. **Anular o Periférica:** Vías de circulación continua perimetral, dispuestas en anillos concéntricos que intercomunican la estructura vial en general.

2. **Radial:** Vías de circulación continua, que parten de una zona central hacia la periferia y están unidas entre sí, por anillos concéntricos.

3. **Viaducto:** vía de circulación continua, de doble circulación.

b) **Arterias principales:** Vías primarias cuyas intersecciones son controladas por semáforos en gran parte de su longitud, que conectan a los diferentes núcleos o zonas de la ciudad, de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables.

Pueden contar con pasos a nivel y desnivel, de uno o dos sentidos de circulación, con o sin faja separadora; puede contar con carriles exclusivos para el transporte público de pasajeros, en el mismo sentido o contra flujo:

1. **Eje vial:** Arteria principal, preferentemente de sentido único de circulación preferencial, sobre la que se articula el Sistema de Transporte Público de superficie, y carril exclusivo en el mismo sentido o contra flujo.

2. **Avenida Primaria:** Arteria principal de doble circulación, generalmente con camellón al centro y varios carriles en cada sentido.

3. **Paseo:** Arteria principal de doble circulación de vehículos con zonas laterales arboladas, longitudinales y paralelas a su eje.

4. **Calzada:** Arteria principal que al salir del perímetro urbano, se transforma en carretera o camino, o que liga la zona central con la periferia urbana, prolongándose en un camino o carretera.

5.2. Red Vial Secundaria (tipología, relación, longitud).

Los datos de la SETRAVI correspondientes a la Red Vial Secundaria indican que el Distrito Federal cuenta actualmente con una longitud aproximada de 9287 kilómetros. La Ley de Transporte y Vialidad del Distrito Federal del 2002 (Titulo Cuarto de las Vialidades y el Tránsito, Capítulo I Generalidades Artículo 91) las clasifica de la siguiente manera:

II. Vías secundarias: Espacio físico cuya función es facultar el flujo del tránsito vehicular no continuo, generalmente controlado por semáforos entre distintas zonas de la ciudad:

a) **Avenida secundaria o Calle colectoras:** Vía Secundaria que liga el subsistema Vial Primario con las calles locales; tiene características geométricas más reducidas que las arterias, pueden tener un tránsito intenso de corto recorrido, movimientos de vueltas, estacionamiento, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga y acceso a las propiedades colindantes.

b) **Calle local:** Vialidad secundaria que se utiliza para el acceso directo a las propiedades y está ligada a las calles colectoras; los recorridos del tránsito son cortos y los volúmenes son bajos; generalmente son de doble sentido.

1. **Residencial:** Calle en zona habitacional; y

2. **Industrial:** Calle en zona industrial.

c) **Callejón:** Vía Secundaria de un solo tramo, en el interior de una manzana con dos accesos.

d) **Rinconada:** Vía Secundaria de un solo tramo, en el interior de una manzana que liga dos arterias paralelas, sin circulación de vehículos.

e) **Cerrada:** Vía Secundaria en el interior de una manzana con poca longitud, un solo acceso y doble sentido de circulación.

f) **Privada:** Vía Secundaria localizada en el área común de un predio y de uso colectivo de las personas propietarias o poseedoras del predio.

g) **Terracería:** Vía Secundaria abierta a la circulación vehicular y que no cuenta con ningún tipo de recubrimiento.

Además es importante señalar, que en la Ley de Transporte y Vialidad citada, también se considera a las vías de *tránsito peatonal* y las correspondientes a las *ciclo vías*, a continuación se definen este tipo de vialidades.

B) Vías de tránsito peatonal: Conjunto de espacios que integran el uso de suelo, destinándolo al tránsito de personas y alojamiento de instalaciones o mobiliario urbano y por lo tanto en ellos, no debe circular ningún tipo de vehículo:

I. Calle peatonal: Las vías de tránsito peatonal tienen como función el permitir el desplazamiento libre y autónomo de las personas, dando acceso directo a las propiedades colindantes, a espacios abiertos, a sitios de gran concentración de personas (auditorios, establecimientos mercantiles, centros de transferencia de transporte público, entre otros), pueden ser exclusivas de una zona de interés histórico o turístico.

II. Acera: Vía peatonal de la corona de una calle destinada al tránsito de personas, generalmente comprendida entre la vía de circulación de vehículos y el alineamiento de las propiedades.

III. Pasaje: Vía peatonal cubierta en el interior de un predio, con circulación exclusivamente para peatones.

IV. Andador: Vía peatonal de uso exclusivo para peatones.

V. Camellón: Espacio construido para dividir dos vialidades, sean o no del mismo sentido de circulación.

VI. Portal: Vía peatonal de circulación cubierta y abierta lateralmente, exclusivamente para peatones.

VII. Paso peatonal subterráneo: Vía peatonal subterránea, diseñada de tal manera que permita a los peatones el cruzamiento de una vía en condiciones de seguridad.

VIII. Paso peatonal elevado: Estructura vial peatonal elevada, diseñada de tal manera que permita a los peatones el cruzamiento de una Vía (Primaria o Secundaria) en condiciones de seguridad.

C) Ciclo vías: Vía pública exclusiva para circulación en bicicleta:

I. Ciclo vías confinadas: Ciclo vía confinada en las fajas separadoras de las vías primarias.

II. Ciclo vías secundarias: Ciclo vía diseñada en cualquier vía pública, sin estar confinada propiamente.

La extensa clasificación de vialidades que se cita en la mencionada Ley de Transporte y Vialidad del 2002 nos permite señalar que las vialidades urbanas no son infraestructuras exclusivas de los automóviles, si se caracterizan por algo es por su *multifuncionalidad*: reciben distintas lógicas de circulación motorizada por ejemplo: en avenida Revolución compiten al mismo tiempo por la misma infraestructura, el transporte de carga urbano e interurbano con el transporte público y privado de pasajeros a escala urbana, suburbana y metropolitana. Estas escalas de operación superpuestas implican lógicas y ritmos de circulación diferenciales que

al no considerarse ocasionan riesgos viales, congestionamientos y costos sociales, económicos y ambientales excesivos.

Además, las Vialidades Urbanas también son utilizadas por los peatones y ciclistas, incluso otro tipo de vehículos como las sillas para personas con discapacidad y carreolas para transportar bebés, que constituyen los actores más vulnerables de las vialidades, y que en general son poco considerados a la hora de diseñarlas y construirlas. Esta clasificación es de gran valor porque sustenta incluso acciones para la recuperación de espacio público. Como se indica en el inciso A punto 1, respecto a la *calle peatonal*, *estas tienen como función permitir el desplazamiento libre y autónomo de las personas*, situación que en muchas ocasiones no se cumple por la invasión que realiza entre otros actores, el comercio informal o los restaurantes restringiendo el desplazamiento libre y, en el caso de las banquetas incluso obligando a los peatones a caminar de manera insegura entre los vehículos de motor. A la calle peatonal y de hecho, a todas las infraestructuras viales, pero en particular las peatonales y las destinadas al uso de la bicicleta, debería de añadir que su uso debe ser en condiciones de seguridad como se afirma en el caso de los *pasos peatonales* (puntos VII y VIII).

Incluso hay una serie de servicios asociadas a las vialidades, que también fluyen por ellas pero, frecuentemente de manera subterránea para la conducción de gas, electricidad, agua, telefonía, etc., que en general no se consideran al hablar de las vialidades y que requieren de trabajos de mantenimiento y renovación periódica. Lo que demanda tener una visión más amplia para programar las actividades de construcción, uso y mantenimiento de la Infraestructura Vial.

Esta clasificación también tiene gran valor para considerar el tipo de datos que deben registrarse en cada tipo de vialidad: sentidos de circulación, salidas e incorporaciones, libramientos, camellones, banquetas, pasos peatonales, paradores, ciclovías, etc. y mejorar el conocimiento requerido para la gestión óptima de dicha infraestructura, potenciando la tecnología que ya se utiliza en diversas dependencias públicas como, los sistemas de geoposicionamiento global (GPS), o

sistemas de información geográfica (SIG), imágenes aéreas, cámaras, sensores etc.

Respecto a la disponibilidad de vialidades, al dividir la longitud vial (10,200 km) entre la superficie del Distrito Federal (1495 kilómetros cuadrados) resulta que se tienen 0.61 km de vialidades primarias por km²; 6.17 km de vialidades secundarias por km²; o 6.8 km de vialidades por km² si se considera la suma de las Primarias y Secundarias. La ciudad de México es una de las mejor dotadas en infraestructura urbana del país y, considerando que la infraestructura vial es sólo una componente del sistema de movilidad, podría decirse en general, que el problema de la movilidad en el Distrito Federal no radica exclusivamente en la infraestructura vial. Litman Todd, especialista del Instituto de Política del Transporte de Victoria en Canadá (citado en Delgado y Chías, et. al, 200310) afirma que está demostrado que la construcción de nuevas vialidades urbanas sólo soluciona temporalmente el congestionamiento, pues se saturan en un tiempo relativamente corto (de entre tres y cinco años) por los viajes adicionales que resultan de su mejoramiento. El tráfico generado diversifica las posibles rutas y tiempos de viajes que la gente realiza y promueve e incrementa rápidamente el tráfico inducido. Por lo que, la solución a la movilidad no radica exclusivamente en construir más y más vialidades, sino en armonizarla y gestionarla en coordinación con la oferta de servicios de transporte público para incrementar la movilidad y sobre todo, la accesibilidad integral.

En el Cuadro 30 se muestran los porcentajes de las vialidades primarias y secundarias que tiene cada Delegación del Distrito Federal y se aprecia que:

Cuadro 30. Participación porcentual de las vialidades primarias y secundarias en el Distrito Federal

Delegación	% Total de vialidades	% Vialidades primarias	% Vialidades secundarias
Álvaro Obregon	7.76	8.3	7.7
Azcapotzalco	4.06	4.7	4.0
Benito Juárez	4.57	5.4	4.3
Coyoacán	6.09	7.6	6.0
Cuajimalpa	2.31	1.1	2.2
Cuauhtémoc	5.04	6.4	5.3
Gustavo A. Madero	13.00	11.6	13.2
Iztacalco	3.70	1.7	3.5
Iztapalapa	17.24	13.2	17.7
Magdalena Contreras	2.86	1.7	3.0
Miguel Hidalgo	5.54	7.3	5.3
Milpa Alta	2.12	1.0	1.9
Tláhuac	8.03	9.6	8.7
Tlalpan	8.28	9.7	8.7
Venustiano Carranza	4.44	4.9	4.1
Xochimilco	4.95	6.1	4.6
Total	100.00	100.0	100.0

Fuente: PUEC-UNAM, elaborado con datos de los mapas por delegación de SETRAVI.

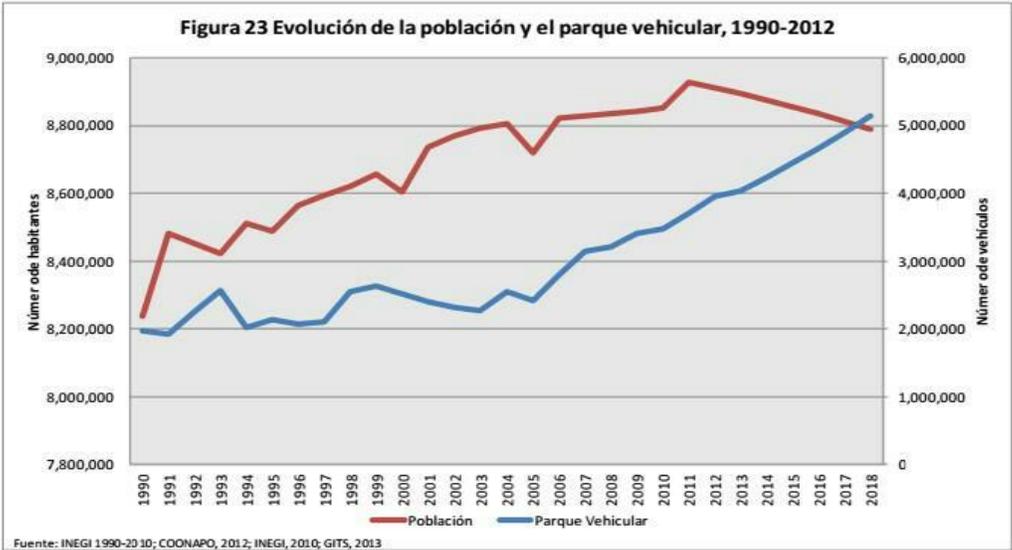
Las delegaciones que tienen mayor proporción de longitud vial respecto al total del Distrito Federal (considerando vialidades primarias y secundarias) son: Iztapalapa, Gustavo Madero, Tlalpan, Tláhuac y Álvaro Obregón. Las dos primeras y la última no sorprenden. Pero Tlalpan y Tláhuac se explica por la gran proporción que tienen de vialidades secundarias (mayor a la de las delegaciones centrales).

La participación considerando sólo las vialidades primarias muestran que las mejor equipadas con este tipo de vialidades son: Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Álvaro Obregón y, las que menor proporción tienen de este tipo de vialidades son Tlalpan, Tláhuac, Magdalena Contreras, Xochimilco y Milpa Alta.

Respecto a las vialidades secundarias los dos primeros lugares los ocupan nuevamente Iztapalapa y Gustavo A. Madero, pero en 3º y 4º lugar se encuentran Tláhuac y Tlalpan y las que menos porcentaje tienen de vialidades secundarias respecto al total del Distrito Federal son: Iztacalco, Magdalena Contreras, Milpa Alta y Cuajimalpa (Cuadro 30).

Si se mantienen las tendencias del 2006 al 2012 (ver Figura 34), en cuanto a la tasa de crecimiento de la población (0.16%) y del parque vehicular (5.94%), así como el rezago de la infraestructura vial en general y, en particular d el transporte público, se prevé a corto plazo un colapso en las horas pico en la red de vialidades primaria. Los rezagos y las deficiencias en la infraestructura vial y de programas específicos para el desarrollo de cada modalidad de transporte (incluido el caminar y el uso de bicicletas) han generado un déficit en materia de movilidad que afecta la competitividad económica y la calidad de vida de las empresas y ciudadanos del Distrito Federal.

Figura 34. Evolución de la población y el parque vehicular 1990-2012



Fuente: INEGI 1990-2010; CONAPO, 2012; INEGI, 2010; GITS, 2013

Como la mayor parte de las inversiones en infraestructura vial se han destinado prioritariamente a obras que facilitan el acceso al automóvil, relegando al transporte público y otras alternativas de la circulación no han recibido la atención requerida, se puede observar que una parte de las vías primarias y secundarias no tienen sección transversal uniforme, lo que implica reducción o aumento de carrile en diversos tramos. Otras vías requieren carriles laterales, camellones o separadores y no tienen delimitados los carriles. Esta situación forma parte de las

causas que origina disminución de la velocidad, congestionamientos, inseguridad y contaminación.

Sin embargo, la construcción selectiva de nuevas infraestructuras viales, así como el mantenimiento, adecuación o modernización de las vialidades ya existentes (por ejemplo concluir las vías anulares y de acceso controlado o facilitar la conectividad y fluidez entre las vías principales y secundarias) se debe realizar como parte de una estrategia vial para que la movilidad en la ciudad se realice por verdaderas redes viales ordenadas e integradas que soporten corredores de transporte público de superficie de mediana y alta capacidad, pero que también faciliten el desarrollo.

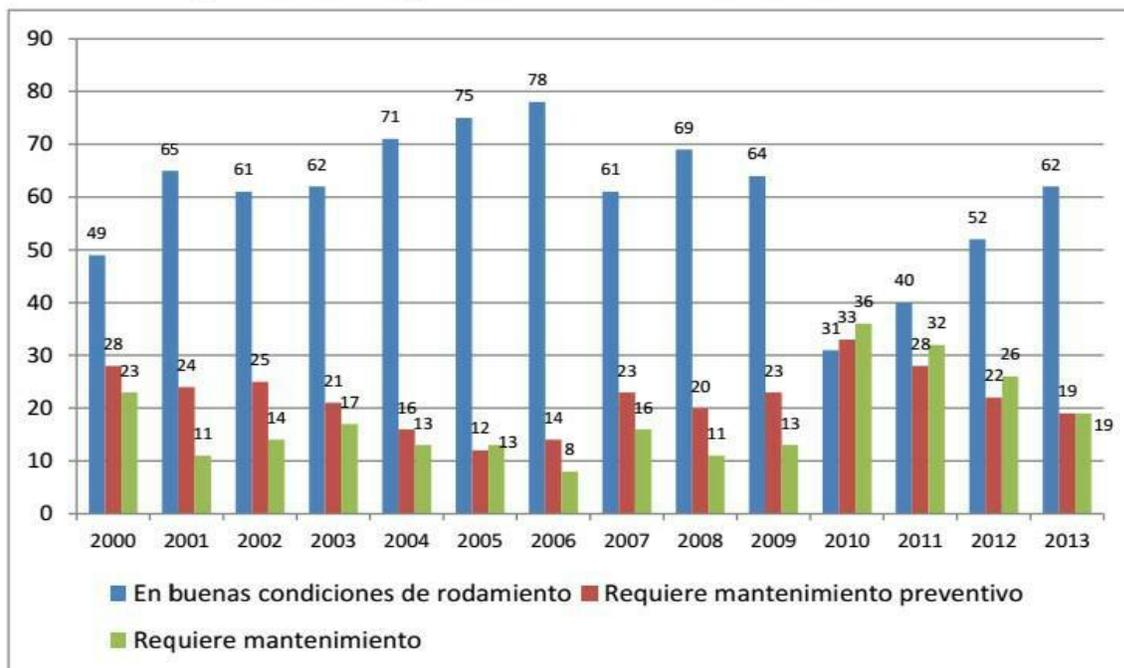
5.3. Mantenimiento

Respecto al mantenimiento de la infraestructura vial del DF, los datos del Cuadro 31 sólo nos permiten conocer el trabajo que se está realizando de manera cotidiana para tener en buen estado la red vial primaria. Los datos del Cuadro 31 nos permiten advertir que la superficie de la red vial primaria es cercana a los 18 mil metros cuadrados y que su calidad se ha modificado de la siguiente manera entre el año 2000 al 2012:

- La superficie de rodamiento de la red vial primaria del Distrito Federal registró una tendencia a mejorar sus condiciones de rodamiento del 2000 al 2006. (Figura 35).
- En ese año, el 78% de la superficie de dicha red se encontraba en buenas condiciones de rodamiento, el 14% requería mantenimiento preventivo y sólo el 8% demandaba mantenimiento correctivo.
- De enero de 2006 a enero de 2013 al contrario, se deteriora considerablemente la superficie de rodamiento de la red vial primaria del Distrito Federal, alcanzando las peores condiciones en el 2010, cuando sólo el 31% de dicha red se encontraba en buenas condiciones de rodamiento; 33% requería de mantenimiento preventivo y el 36% de mantenimiento correctivo.

- Entre el 2010 y el 2013 las condiciones para circular en la red vial primaria del DF tienden a mejorar, sin embargo no han alcanzado los niveles de calidad que registraron en el 2006. Para enero del 2013 se tiene en buenas condiciones el 62% de la superficie de dicha red, el 19% demanda mantenimiento preventivo y el otro 19% de mantenimiento correctivo. Sin duda estos cambios deben de reflejar las condiciones de inversión en este rubro, pero también la política asumida al respecto. En términos generales mientras que la flota vehicular se ha incrementado significativamente, la superficie de la red vial registra incrementos poco significativos y se somete a un uso cada vez más intenso lo que también explica esta dinámica en las condiciones de rodamiento.

Figura 35. Evolución de la superficie de rodamiento de la Red Vial Primaria del Distrito Federal



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con datos de la Dirección General de Proyectos Especiales, Secretaría de Obras y Servicios.

Los datos existentes permiten conocer que se está trabajando consistentemente en la red primaria pero se desconoce lo que ocurre con la secundaria y está red resultara estratégica en el futuro próximo, cuando ante la escases de espacio, determinadas arterias ahora clasificadas de esta manera, tendrán que adecuarse para funcionar como

vialidades primarias. Esto exige mayor coordinación entre las distintas instancias encargadas del mantenimiento de las vialidades en el Distrito Federal.

5.4. Cruces conflictivos por accidentes, accidentes con vehículos de transporte pesado, con peatones, con ciclistas, etc.

Cruces conflictivos

Para cumplir con el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012, (Eje 7. Nuevo orden urbano: servicios eficientes y calidad de vida). La Secretaría de Obras y Servicios presentó un programa para la intervención integral en 100 intersecciones conflictivas para disminuir los conflictos viales, contribuyendo a la reducción de tiempos de recorrido y demoras, incrementando los niveles de seguridad de los usuarios y desarrollando el concepto de accesibilidad.

Los criterios que se utilizaron para seleccionar las 100 intersecciones conflictivas fueron los siguientes:

- Las identificadas por la comunidad como críticas y/o conflictivas, o determinadas por evaluación del GDF.
- Con alta demanda vehicular y de peatones.
- Con conflictos viales, entre particulares, transporte público y de carga.
- Con conflictos vehículo – peatón.
- Ser o estar dentro de una zona atractora y generadora de viajes.
- Factibilidad de mejoramiento con baja inversión.
- Que la intervención sea de alto impacto en la opinión pública.

Las 100 intersecciones identificadas se distribuyen de manera desigual en el Distrito Federal, los datos del Cuadro 32 permiten apreciar que:

- Los cruces conflictivos se ubican en 14 de las 16 delegaciones. Entre las delegaciones con mayor número de cruces conflictivos destacan Miguel Hidalgo, Coyoacán e Iztapalapa que concentran el 53.6% del total de cruces conflictivos.
- Las que tienen menos cruces conflictivos son Azcapotzalco, Iztacalco y Magdalena Contreras que en conjunto apenas reúnen el 5.2% (Cuadro 32)

Cuadro 32. Distribución de las 100* intersecciones conflictivas del Distrito Federal, 2010.

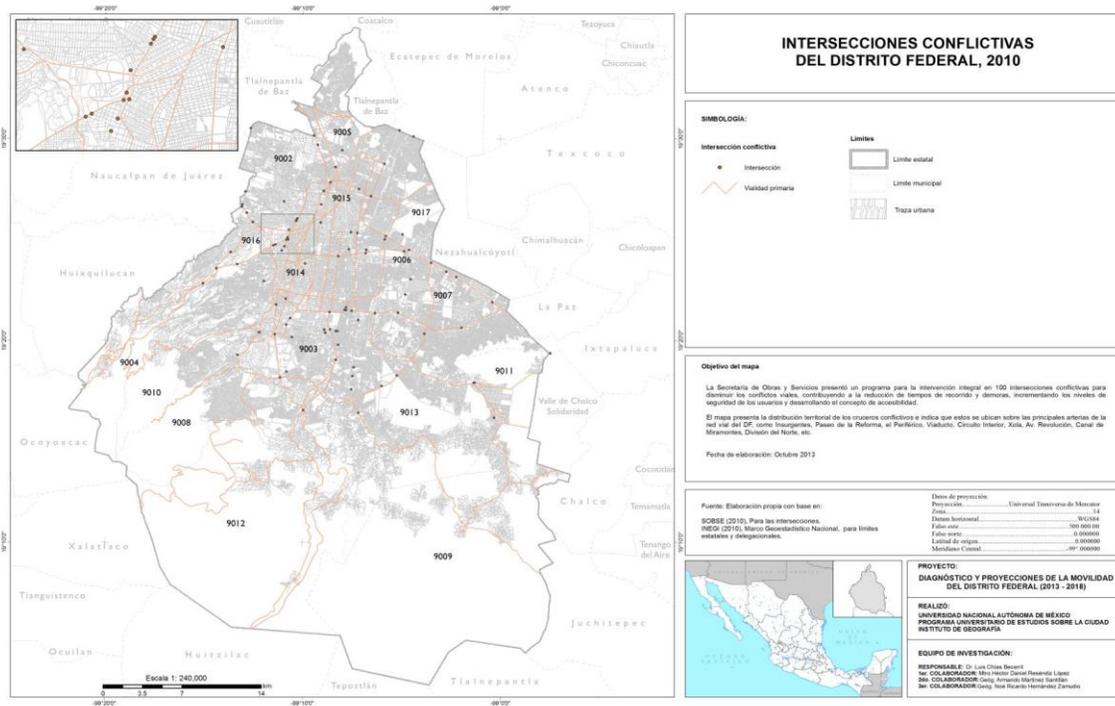
Delegación	Número de Intersecciones	%	% Acumulado
Álvaro Obregón	6	6.2	75.26
Azcapotzalco	2	2.1	96.91
Benito Juárez	3	3.1	88.66
Coyoacán	16	16.5	39.18
Cuauhtémoc	7	7.2	69.07
Gustavo A. Madero	6	6.2	81.44
Iztacalco	2	2.1	98.97
Iztapalapa	14	14.4	53.61
Magdalena Contreras	1	1.0	100.00
Miguel Hidalgo	22	22.7	22.68
Tláhuac	4	4.1	85.57
Tlalpan	3	3.1	91.75
Venustiano Carranza	8	8.2	61.86
Xochimilco	3	3.1	94.85
Total	97	100	

**En la revisión de la fuente sólo se identificaron 97 intersecciones.*

Fuente: Solución de alto impacto en la operación de 100 cruces conflictivos del Distrito Federal, presentación en Power Point, Secretaría de Obras y Servicios, 5 de julio de 2010.

La Figura 36 presenta la distribución territorial de los cruces conflictivos e indica que estos se ubican sobre las principales arterias de la red vial del DF, como Insurgentes, Paseo de la Reforma, el Periférico, Viaducto, Circuito Interior, Xola, Av. Revolución, Canal de Miramontes, División del Norte, etc. En el Cuadro 1 del anexo estadístico se presenta la lista completa de las intersecciones seleccionadas por la SOBSE para su mayor consideración.

Figura 36. Intersecciones conflictivas del Distrito Federal, 2010.



Fuente: Solución de alto impacto en la operación de 100 cruces conflictivos del Distrito Federal, presentación en Power Point, Secretaría de Obras y Servicios, 5 de julio de 2010.

Para mejorar las condiciones de seguridad Vial y movilidad en las 100 intersecciones identificadas, la SOBSE programó realizar las siguientes acciones:

- Estudios de ingeniería de tránsito.
- Gestión y Ejecución de trabajos referentes a:
- Accesibilidad para peatones y personas con discapacidad
- Demolición y construcción de guarniciones y banquetas
- Pavimentación
- Señalización horizontal y vertical
- Iluminación

- Adecuación de semáforos
- Puesta en Operación
- Evaluación de acciones

El Costo aproximado del proyecto en 100 intersecciones citado en la fuente consultada fue de \$131,000,000.00 de pesos. Sería conveniente monitorear la situación actual de dichas intervenciones para conocer su operación actual y de persistir el problema incidir en el de manera sistemática para solucionarlo.

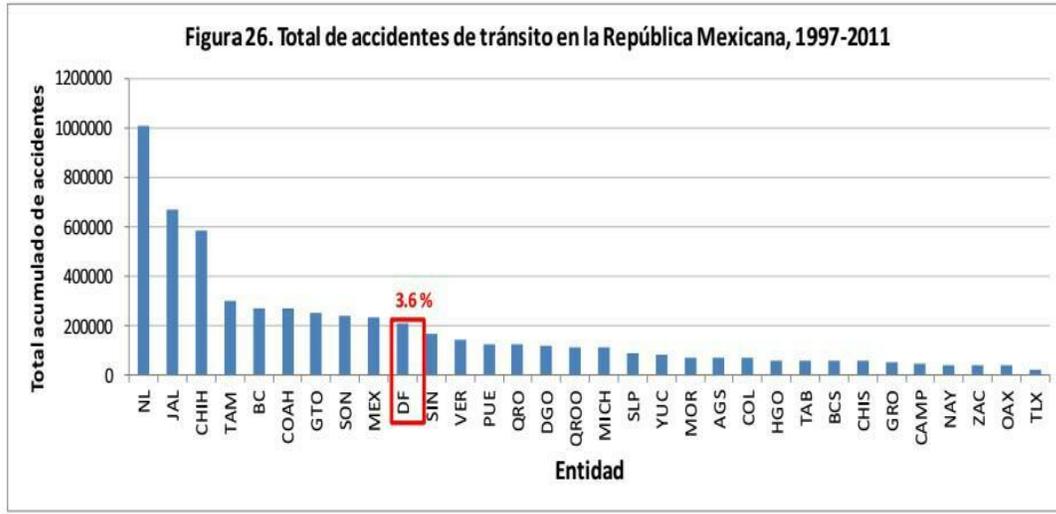
Los accidentes de tránsito en la Ciudad de México

La competencia por el reducido espacio vial se da prácticamente a todas horas y entre vehículos de todo tipo: automóviles, tráileres, camiones urbanos, camiones de reparto y materialistas, motociclistas y ciclistas, etc., que circulan casi libremente por cualquier carril y esta situación incrementa los niveles de riesgo vial. En estas condiciones, los accidentes de tránsito representan un riesgo cotidiano para quien circula por las principales vialidades del Distrito Federal.

Las Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas del INEGI, permiten conocer la dinámica de este tipo de accidentes en el Distrito Federal, considerando los datos acumulados del periodo 1997-2011.

Entre 1997 y 2011 el INEGI reportó 5'849,339 accidentes de tránsito registrados en las zonas urbanas y suburbanas de México. Para el periodo analizado el Distrito Federal (Figura 37) se ubicó en el décimo lugar a nivel nacional con 210,762 accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas (3.6% del total nacional).

Figura 37. Total de accidentes de tránsito en la República Mexicana, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

La Figura 38 muestra para todo el Distrito Federal que la dinámica de ocurrencia tiene una tendencia creciente y que en el 2012 el Distrito Federal registró 16,466 accidentes de tránsito anuales. Esto significa que si ya es un problema de gran envergadura social, económica y ambiental, todavía se incrementará más como externalidad negativa en un futuro próximo, si no se realizan acciones con carácter fundamentalmente preventivo.

Figura 38. Dinámica de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

Figura 39. Total de accidentes de tránsito en las delegaciones del Distrito Federal, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

Las Delegaciones del Distrito Federal con más de 20,000 accidentes de tránsito acumulados durante el periodo 1997-2011 son: 1° Cuauhtémoc, 2° Benito Juárez, 3° Iztapalapa y 4° Miguel Hidalgo. La Figura 39 muestra por delegación el total de accidentes para el período 1997-2011 con base en los datos recopilados por INEGI. El 83% del total de los accidentes de tránsito que se registraron en el D.F. ocurrieron en las primeras 9 delegaciones de la gráfica.

Para fines del diagnóstico (y para priorizar acciones e intervenciones preventivas) se puede clasificar a las 16 delegaciones en tres grupos, los resultados de la dinámica temporal de la inseguridad vial se muestran a continuación.

1er. Grupo: La dinámica de las delegaciones con más de 20,000 accidentes de tránsito acumulados durante el periodo de análisis, se muestra en la Figura 40 (Cuauhtémoc, 23660; Benito Juárez, 23042; Iztapalapa, 22838; y Miguel Hidalgo, 21228 accidentes respectivamente).

Figura 40. Dinámica de los accidentes de tránsito en las delegaciones con más de 20,000 accidentes acumulados, 1997-2011



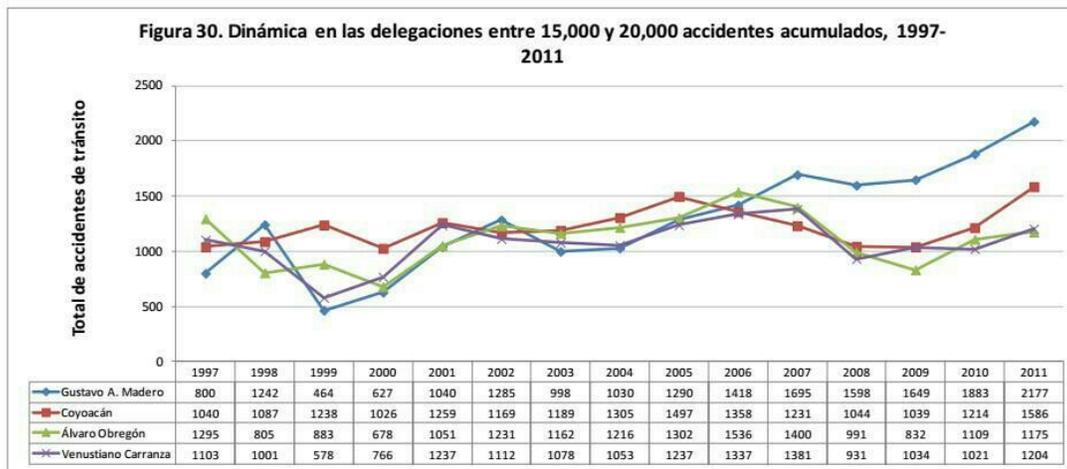
Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011

En la Figura 40 se observa que a partir del año 2008 únicamente la delegación Cuauhtémoc parece tener una tendencia descendiente y en Iztapalapa es donde se registran más accidentes a partir del mismo año. Benito Juárez y Miguel Hidalgo presentan comportamiento muy similar todos los años y a partir del 2009, los accidentes de tránsito se incrementan.

2do. Grupo: En la Figura 41 se muestra la dinámica en aquellas delegaciones que acumularon entre 15,000 y 20,000 accidentes durante el periodo 1997-2011 (Gustavo A. Madero, 19196; Coyoacán, 18282; Álvaro Obregón, 16666; y

Venustiano Carranza, 16073 accidentes respectivamente). Se observa claramente que la tendencia de las cuatro delegaciones es creciente y que Gustavo A. Madero desde el 2007 es la delegación con más accidentes en el Distrito Federal, en el 2011 registró un total de 2,177 accidentes.

Figura 41. Dinámica de los accidentes de tránsito en las delegaciones entre 15,000 y 20,000 accidentes acumulados, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

Figura 42. Dinámica de los accidentes de tránsito en las delegaciones con menos de 15,000 accidentes acumulados, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

El 3er Grupo de delegaciones corresponde a aquellas que acumularon menos de 15,000 accidentes durante el periodo 1997-2011 (Tlalpan, 13892; Azcapotzalco, 10751; Iztacalco, 8529; Xochimilco, 4257; Tláhuac, 3905; Cuajimalpa, 3640; Magdalena Conteras, 3171; Milpa Alta, 1632 accidentes respectivamente). La Figura 42 muestra su dinámica. Se identifica que Tlalpan y Azcapotzalco concentran la mayor parte de accidentes registrados en este grupo. Pero Iztacalco es la que presenta la tendencia creciente más significativa, mientras que Milpa Alta destaca por ser la que menos accidentes registra y por mantenerse constante en sus bajos registros.

Respecto a las víctimas por accidentes de tránsito en la República Mexicana, para el periodo 1997-2011 el INEGI reportó 89,465 muertos y 1'990,920 heridos.

La Ciudad de México ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en cantidad de víctimas muertas por accidentes de tránsito para dicho periodo. INEGI reportó para el D.F. 5,058 muertos por esta causa, que corresponde al 5.7% del total de muertos por accidentes de tránsito en el país. Ocupa, también, el noveno lugar a nivel nacional en cantidad víctimas heridas por accidentes de tránsito para el periodo 1997-2011, que ascienden a 89,170. Esta cifra corresponde al 4.5% del total de heridos reportados en el país.

La Figura 43 muestra para la Ciudad, la dinámica de los datos recopilados por el INEGI referentes a las víctimas muertas y heridas por accidentes de tránsito. Se observa un comportamiento constante en la cantidad de muertos y una tendencia a la baja en los heridos.

Figura 43. Dinámica de las víctimas por accidentes de tránsito en el Distrito Federal, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011

Respecto al tipo de víctimas (conductores, peatones y ciclistas) se mencionan los siguientes hallazgos a partir del análisis de la información recopilada por el INEGI para el periodo 1997-2011:

Conductores

El D.F. ocupa el **quinto lugar a nivel nacional en cantidad de conductores heridos** por accidentes de tránsito con 39,524 casos (5.8% del nacional que fue de 686,395 casos).

El D.F. ocupa el **séptimo lugar a nivel nacional en cantidad de conductores muertos** por accidentes de tránsito con 1,535 casos (4.8% del nacional que fue de 32,145 casos).

La Figura 44 muestra la dinámica de las víctimas conductores por accidentes de tránsito en el Distrito Federal reportadas por el INEGI para el período 1997-2011. Se observa: 1) una notable disminución en el registro de heridos del último año, probablemente por subregistro y 2) una tendencia creciente de muertos, lo que podría denotar aumento en la severidad de los accidentes.

Figura 44. Dinámica de las víctimas por accidentes de tránsito en el Distrito Federal: Conductores, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

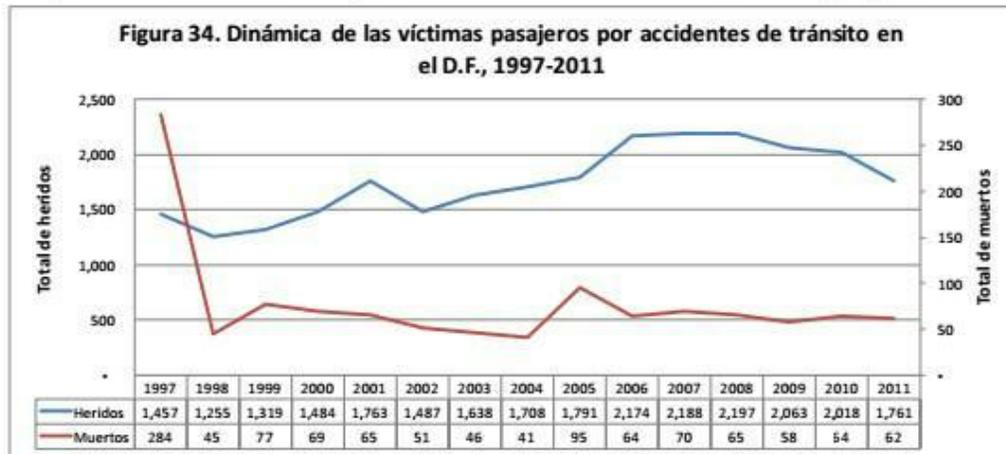
Pasajeros

El D.F. ocupa el **onceavo lugar a nivel nacional** en cantidad de pasajeros heridos por accidentes de tránsito con 26,303 casos (3.2% del nacional que fue de 822,876 casos).

El D.F. ocupa el **octavo lugar a nivel nacional** en cantidad de pasajeros muertos por accidentes de tránsito con 1,156 casos (4.1% del nacional que fue de 28,442 casos).

La Figura 45 muestra la dinámica de las víctimas pasajeros por accidentes de tránsito en el Distrito Federal reportadas por el INEGI para el período 1997-2011. Se observa: 1) Para los registros de pasajeros heridos, un comportamiento decreciente a partir del año 2008, 2) Los registros de pasajeros muertos presentan un comportamiento constante.

Figura 45. Dinámica de las víctimas por accidentes de tránsito en el Distrito Federal: Pasajeros, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011.

Peatones

El D.F. ocupa el **cuarto lugar a nivel nacional en cantidad de peatones heridos** por accidentes de tránsito con 20,742 casos (5.5% del nacional que fue de 379,558 casos).

El D.F. ocupa el **tercer lugar a nivel nacional en cantidad de peatones muertos** por accidentes de tránsito con 2,199 casos (10.1% del nacional que fue de 21,819 casos).

La Figura 46 muestra la dinámica de las víctimas peatones por accidentes de tránsito en el Distrito Federal reportadas por el INEGI para el período 1997-2011. Se observa: 1) Los peatones heridos registran un comportamiento constante a partir de la drástica disminución del año 2000, 2) Los peatones muertos presentan un comportamiento que oscila entre los 110 y los 180 muertos por año. Dichas variaciones pueden deberse a la forma de registrar los accidentes.

Figura 46. Dinámica de las víctimas por accidentes de tránsito en el Distrito Federal: Peatones, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 1997-2011

El Cuadro 33 nos permite apreciar la distribución por delegación de los peatones heridos y muertos en accidentes de tránsito durante el periodo 2007-2011: las Delegaciones que registraron mayor número de peatones heridos fueron: Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez que en conjunto suman el 35.3% del total. En el caso de los peatones muertos cuatro delegaciones concentran más de la mitad (55.6%) Gustavo A Madero, Iztapalapa, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Álvaro Obregón. Estos datos resultan de gran valor para programar acciones preventivas con el fin de disminuir las muertes por atropellamiento principalmente, que genera la circulación de vehículos de motor en condiciones de alto riesgo vial. Esta es una premisa para lograr la movilidad sustentable y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la capital de México.

Cuadro 33. Distribución de peatones heridos y muertos por delegación

Delegación	Peatones heridos	Peatones muertos	Porcentaje de heridos	Porcentaje de muertos
Álvaro Obregón	1,944	166	9.4	7.5
Azcapotzalco	910	93	4.4	4.2
Benito Juárez	2,067	89	10.0	4.0
Coyoacán	1,520	95	7.3	4.3
Cuajimalpa	491	119	2.4	5.4
Cuauhtémoc	2,852	226	13.7	10.3
Gustavo A. Madero	1,892	347	9.1	15.8
Iztacalco	732	96	3.5	4.4
Iztapalapa	1,827	293	8.8	13.3
Magdalena Contreras	406	30	2.0	1.4
Miguel Hidalgo	2,398	149	11.6	6.8
Milpa Alta	310	62	1.5	2.8
Tláhuac	486	61	2.3	2.8
Tlalpan	909	131	4.4	6.0
Venustiano Carranza	1,581	192	7.6	8.7
Xochimilco	417	50	2.0	2.3
Total	20,742	2,199	100	100

Fuente: INEGI, 1997-2011, Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas, consulta interactiva de datos.

- Ciclistas

La CDMX ocupa el dieciseisavo lugar a nivel nacional en cantidad de ciclistas heridos por accidentes de tránsito con 1,491 casos (2.2% del nacional que fue de 69,069 casos).

La CDMX ocupa el quinceavo lugar a nivel nacional en cantidad de ciclistas muertos por accidentes de tránsito con 99 casos (2.2% del nacional que fue de 4,453 casos).

La Figura 47 muestra la dinámica de las víctimas ciclistas por accidentes de tránsito en el Distrito Federal reportadas por el INEGI para el período 1997-2011. Se observa: 1) Los ciclistas heridos registran un comportamiento creciente, 2) Los ciclistas muertos presentan un comportamiento que oscila entre 1 y 14 muertos por año. Dichas variaciones pueden deberse a la forma de registrar los accidentes.

Figura 47. Dinámica de las víctimas por accidentes de tránsito en el Distrito Federal: Ciclistas, 1997-2011



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en datos publicados por INEGI, 2013.

El Cuadro 34 nos permite ver la distribución de los ciclistas heridos y muertos en accidentes de tránsito en cada delegación del Distrito Federal.

Las Delegaciones con mayor registro de ciclistas heridos son: Cuauhtémoc, Iztapalapa, Gustavo A Madero, Azcapotzalco y Tláhuac, en sólo cinco delegaciones se concentra el 53.1% de los ciclistas heridos.

En el caso de los ciclistas muertos, cuatro delegaciones concentran el 54.5%: Coyoacán, Gustavo A Madero, Tláhuac y Cuauhtémoc.

La distribución espacial de la inseguridad registrada en el uso de bicicletas es un dato de gran valor para la promoción de intervenciones preventivas en las delegaciones que más concentran ciclistas muertos y heridos generados por accidentes de tránsito.

Cuadro 34. Distribución de ciclistas heridos y muertos por delegación

Delegación	Ciclistas heridos	Ciclistas muertos	Porcentaje de heridos	Porcentaje de muertos
Álvaro Obregón	31	1	2.1	1.0
Azcapotzalco	149	7	10.0	7.1
Benito Juárez	96	7	6.4	7.1
Coyoacán	117	15	7.8	15.2
Cuajimalpa de Morelos	13	1	0.9	1.0
Cuauhtémoc	182	11	12.2	11.1
Gustavo A. Madero	166	14	11.1	14.1
Iztacalco	103	4	6.9	4.0
Iztapalapa	172	10	11.5	10.1
Magdalena Contreras	12	0	0.8	0.0
Miguel Hidalgo	79	2	5.3	2.0
Milpa Alta	35	2	2.3	2.0
Tláhuac	122	14	8.2	14.1
Tlalpan	42	3	2.8	3.0
Venustiano Carranza	121	6	8.1	6.1
Xochimilco	51	2	3.4	2.0
Total	1,491	99	100	100

Fuente: INEGI, 1997-2011, Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas, consulta interactiva de datos.

Otros aspectos importantes sobre la infraestructura vial del Distrito Federal se pueden advertir conociendo como se documenta el tema de la infraestructura vial en los Anuarios de la SETRAVI. En el Cuadro 35 se sintetizan algunos aspectos sobre nombre del capítulo dado al tema Infraestructura Vial, número de páginas y lugar que ocupa en el índice o contenido de los Anuarios, aspectos que junto con la lectura de esos Anuarios permite conocer que:

Por su posición en el índice de los Anuarios analizados, el tema de Infraestructura Vial no tiene una posición central, a pesar de estar en la base material de la estructura, organización y funcionalidad del Sistema de Transporte o de Movilidad Urbana a desarrollar. La descripción del tema *Infraestructura Vial* se ha modificado desde Vialidad, Infraestructura del Transporte, Infraestructura y Equipamiento Vial, y Vialidades, hasta Infraestructura Vial

Cuadro 35. Ubicación del tema infraestructura en Programas de Transporte y Vialidad 1993-2010

Año	Título del Capítulo	Lugar en el Índice	Núm. de páginas del total	%
1993-94	Vialidad	5to de 8	7 de 105	7
1995-96	Vialidad	6to de 8	6 de 93	6
1997	Infraestructura del transporte	3ro de 7	11 de 104	11
1998-99	Infraestructura del transporte	3ro de 5	13 de 72	18
2000	Infraestructura del transporte	3ro de 5	26 de 126	21
2001	Infraestructura del transporte	8vo de 9	13 de 78	17
2002-03	Infraestructura y equipamiento vial del transporte	3ro de 10	<i>Sin número de páginas</i>	
2004	Vialidades	5to de 9	17 de 213	14
2005	La Infraestructura vial del D.F.	2do de 4	5 de 88	6
2006	<i>Sin índice ni datos de Infraestructura vial</i>			
2007	Infraestructura	7mo de 8	28 de 154	18
2008	Infraestructura vial	14vo de 15	20 de 127	16
2009	Infraestructura vial	14vo de 15	8 de 106	8
2010	Infraestructura vial	12vo de 12	5 de 102	5

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en los Programas de Transporte y Vialidad de la SETRAVI, varios años.

La clasificación de Vialidades en Primarias y Secundarias tiene un origen fundamentalmente técnico y la forma como se maneja de un Anuario a otro genera confusión entre Vialidades Primarias y Principales, o entre vialidad Planeada y Construida, o de acceso controlado y sin controlar, así como dudas en su manejo y cuantificación (no se define como se debe o debería medir la red vial y sus atributos).

Se mezclan conceptos básicos de Infraestructura como Vialidades Principales y Secundarias con equipamiento (cobertizos, estacionamientos, paraderos, CETRAM y semáforos) y sólo en el Anuario de los años 1993-94, se consideró la participación de los puentes vehiculares y peatonales. Sin duda, hay que definir lo que debe entenderse por infraestructura vial para caracterizar sus componentes y definir sus atributos, acción indispensable para facilitar la adecuada gestión de dicha infraestructura.

Respecto a los datos disponibles para la gestión de la infraestructura vial, es importante señalar que existe gran cantidad de información en el portal del Gobierno del Distrito Federal (<http://datosabiertos.df.gob.mx/>) con datos de gran valor y su importancia se incrementaría considerablemente si se incorporaran aspectos tales como: metadatos y directorio de variables para la definición de atributos, exactitud posicional, geometría vectorial y estructura topológica y el manejo de escalas para identificar detalles de la infraestructura vial como son niveles de servicio, señales horizontales y verticales, obras de drenaje, puentes peatonales, semáforos, camellones, alcantarillas, registros, vados, topes baches, etc., esto facilitaría su interoperabilidad y el potencial de uso, la finalidad es contribuir a la integración de un sistema de información georreferenciado que apoye el conocimiento, planeación y administración de la infraestructura vial.

También se puede facilitar y mejorar la gestión de la infraestructura vial del Distrito Federal si se define lo que implica el concepto de infraestructura vial, por ejemplo, si el paradigma se centra en el peatón se requiere contar con datos detallados de las calles, las banquetas y todos sus atributos (longitud, ancho, obstáculos, paraderos, rampas, luminarias, etc.) que por el momento no se tienen disponibles o se tienen parcialmente.

Respecto a la red vial sería interesante considerar la funcionalidad de las vialidades en términos operativos (accesos carreteros, vías anulares, ejes viales, vialidades de acceso controlado, etc.) esta perspectiva permitió generar conocimiento de gran valor para la prevención de accidentes por tipo de vialidad, tipo de accidente y de involucrado, como se puede constatar en el Diagnóstico espacial de accidentes de tránsito en el Distrito Federal¹¹ (Chias et. al. 2008).

Pero la definición de red seguramente debe incluir más que los movimientos peatonales, ciclistas o del análisis de la seguridad vial, por lo que debe ser consensada en función de los diversos intereses que tienen las distintas áreas técnicas y operativas de la SETRAVI, así como de sus vínculos horizontales y verticales con otras instituciones de distintas competencias jurídicas y territoriales y, sobre todo en armonía con la oferta de los servicios de transporte públicos.

En este sentido sería importante trabajar en la definición no sólo de los corredores de carga, sino en los que funcionan estratégicamente como redes articuladoras de los movimientos intraurbanos, suburbanos y regionales, es decir desde la óptica del funcionamiento de la Ciudad de México y de sus vínculos regionales, de esta manera se podrían orientar acciones específicas a su delimitación, mejoramiento, modernización y funcionalidad considerando la estructura de los principales orígenes destinos en coordinación con la mejor gestión de la infraestructura vial y la oferta de servicios de transporte público.

Se puede concluir por lo tanto, que la red vial del Distrito Federal es en principio una red relativamente extensa, por lo que el problema de la movilidad no radica principalmente en la construcción de más infraestructura *per se*, sino en su coordinación con la promoción y desarrollo de un sistema de transporte multimodal integrado, que permita usar de manera más eficiente la infraestructura vial disponible y que ponga su centro de atención en la movilidad de personas (destacando el caminar y requerimientos de peatones, ciclistas y del transporte colectivo y masivo) antes que en los vehículos motorizados.

5.5. Sistemas de control de tránsito

Las intersecciones viales son elementos claves en la movilidad urbana. Son necesarias para la mediación entre flujos de distintas modalidades de transporte: peatones, ciclistas, transporte público (todos los sistemas excepto metro) y vehículos automotores particulares.

Hay diversos factores que afectan el desempeño (flujo) de las intersecciones:

Densidad. Está determinada por la cantidad de vehículos o peatones que cruzan una intersección. La densidad mínima se da cuando no hay vehículos ni peatones, la máxima cuando todo el espacio disponible en las vialidades está ocupado, lo cual impide el movimiento.

Velocidad. La velocidad a la que se permite circular a los vehículos afecta al flujo vehicular. A mayores velocidades, la densidad de vehículos que permite un flujo libre (sin frenar) se reduce, ya que los vehículos deben de guardar mayores distancias de seguridad. Al empezar a frenar, se genera turbulencia, lo cual lleva a embotellamientos. A velocidades menores, se puede reducir la turbulencia, llevando a un efecto “lento es más rápido”. Si los vehículos tienen una velocidad máxima menor, la velocidad promedio de viaje, y por lo tanto la capacidad de las vialidades e intersecciones puede aumentar. El detalle es que la velocidad que brinda un flujo máximo depende de la densidad, la cual cambia constantemente.

Comportamiento. La manera en la que peatones, pasajeros y conductores interactúan en las distintas modalidades de transporte puede afectar considerablemente la capacidad y la eficiencia de los sistemas de transporte en todas sus etapas. Ejemplos: un conductor dando vuelta a la derecha desde el tercer carril, un chofer abordando pasaje en doble fila, un peatón cruzando imprudentemente una avenida.

Coordinación. Los distintos flujos en las “intersecciones señalizadas” están regulados por semáforos. Por lo tanto, el desempeño de las intersecciones señalizadas depende de la eficiencia de los semáforos, tanto en su desempeño individual (otorgar tiempos de siga a los flujos que lo requieran) como en su coordinación. El problema de la coordinación de semáforos en términos computacionales es exponencialmente completo. Esto implica que una solución óptima no es alcanzable para un sistema aún con pocas intersecciones. Más aún, al variar los flujos constantemente, este problema es “no-estacionario”, por lo que una coordinación eficiente debe de adaptarse a los cambios en flujos a la misma escala a la que estos se dan, la cual es de segundos.

Capacidad. La infraestructura urbana afecta directamente la capacidad de las intersecciones. Más carriles permiten un mayor flujo de vehículos. Los puentes

permiten que distintos flujos puedan moverse sin interferencia. Sin embargo, el costo de los puentes, la arquitectura existente en el Distrito Federal y el funcionamiento deficiente de los semáforos limitan considerablemente la posibilidad de aumentar la capacidad de las intersecciones. En otras palabras, al seguir aumentando la densidad, la movilidad de vehículos empeorará.

Estado actual

En 2011, IBM publicó un “índice de dolor de traslados” (commuterpainindex). La ciudad de México obtuvo la calificación más alta, lo cual implica la peor movilidad urbana del mundo. Con base en encuestas, el estudio encontró que retrasos en traslados de más de dos horas son comunes, que el tráfico empeoró en los tres años anteriores y que flujos oscilantes desesperan a conductores. También se reporta que el congestionamiento genera estrés en más de la mitad de los conductores y que muchos conductores han decidido darse por vencidos durante un viaje y regresar a su domicilio debido al tránsito. El tránsito previene que muchos ciudadanos puedan llegar a su trabajo.

Los datos mencionados en el indicador de Tiempo de Traslado muestran que el estado actual de la movilidad en la ciudad es alarmante, especialmente comparándolo con otras metrópolis. Sin diversas acciones en paralelo, la perspectiva es poco alentadora, ya que la necesidad de trasladarse está obstaculizando cada vez más la vida en la ciudad.

En el Distrito Federal hay 3,076 intersecciones semaforizadas¹³, de las cuales sólo mil 246 son computarizadas. Los semáforos son una pieza más en el rompecabezas de la movilidad urbana, pero no son eficientes para regular el flujo de vehículos.

La falta de semáforos para peatones, ciclistas e invidentes pone en desventaja a estos grupos, afectando su derecho a la movilidad. Dado que todos los ciudadanos son peatones, la falta de cruces y/o semáforos peatonales es algo que debe de atenderse con urgencia (véase la propuesta de rotondas y cruces peatonales levantados en zonas residenciales en esta misma sección).

6. Sistema de transporte

El transporte urbano de pasajeros en el Distrito Federal es de vital importancia porque implica la movilidad de la población y sus mercancías.

Por medio del sistema de transporte y de la oferta de modos disponibles en la ciudad, públicos y privados, la población tiene acceso a los mercados espaciales urbanos (principalmente trabajo y vivienda, pero también a bienes y servicios). La oferta insuficiente, las malas condiciones en que operan los distintos modos de transporte, el congestionamiento y las horas invertidas, entre otros, son factores que inciden en los costos sociales, que deben ser sufragados por el sector público y privado en detrimento de la calidad de vida que ofrece la ciudad y del nivel de vida que alcanzan sus ciudadanos.

El Distrito Federal tiene un sistema de transporte que es un complejo agregado de subsistemas y componentes. Los Sistemas que conviven en él; en sí mismos, presentan complejidades de gran escala. La estructura del sistema que opera actualmente se integra de la siguiente manera:

- Sistemas de transporte operados por el Gobierno del Distrito Federal²³ (GDF), esto implica que el Estado se encarga no sólo de brindar la infraestructura necesaria para su funcionamiento, sino también del mantenimiento, costos de combustibles, administración, operación de los sistemas, así como de la recaudación de la tarifa. Entre estos organismos se encuentran el Sistema de Transporte Colectivo “Metro” (STC), Servicio de Transportes Eléctricos (STE) que contempla al Tren Ligero, Corredores Cero Emisiones y Trolebús, la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) y Metrobús²⁴ como organismo público descentralizado.
- Sistemas de transporte concesionados, son unidades que utilizan la infraestructura operada y mantenida por el Estado, que cuentan con un título de concesión que les autoriza el usufructo de los vehículos para otorgar un servicio de transporte; este es el caso de los microbuses, las vagonetas, autobuses, taxis y el Tren Suburbano²⁵.

- Sistema ECOBICI, es un sistema de transporte urbano individual en bicicletas, complemento a la red de transporte público de la Ciudad de México.
- Sistemas de transporte informales, integrados por vehículos diversos, desde mototaxis hasta vehículos subcompactos y compactos que operan prestando servicio en una modalidad similar a la de taxi, es individual y ha proliferado en zonas donde la cobertura del transporte público formal es limitada o no existe.

Esta oferta de transporte puede operar en derecho de vía confinado (con separación física longitudinal y vertical), semiconfinado (con separación física longitudinal) y en tránsito mixto; asimismo, puede prestar un servicio colectivo o individual y puede ser privado o público (Figura 48).

En este capítulo se abordará la oferta de transporte público de pasajeros operada por el GDF y concesionada (vagonetas, microbús, autobús, tren suburbano y taxi), así como el Sistema ECOBICI.

Conviene indicar que los subsistemas que opera el GDF funcionan en derecho de vía confinado (STC-Metro), semiconfinado (trolebús, metrobús y algunos tramos de tren ligero) y en tránsito mixto (RTP); mientras que en el caso de los transportes concesionados cuenta con los siguientes derechos de vía: el Tren Suburbano, derecho de vía confinado; y los microbuses, autobuses, vagonetas, así como taxis, operan en tránsito mixto.

Con respecto a la participación de cada uno de los sistemas en la movilidad de la población de la Ciudad de México, según los resultados de la Encuesta Origen Destino 2007, el servicio concesionado de transporte colectivo, prestado en vagonetas tipo combi, microbuses y en mucho menor medida autobuses, posibilitan la mayor proporción de los tramos de viajes de la metrópoli, 46.2 por ciento de los mismos. Cuando se considera exclusivamente al Transporte Público, los colectivos representan hasta 65 por ciento de los viajes metropolitanos. Muy lejos quedan los

servicios prestados por los suburbanos y el Metro con 7 y 8 por ciento, respectivamente.

En el caso del Distrito Federal, el servicio de transporte colectivo cubre 9.6 millones de los viajes diarios, es decir 60.16 por ciento de los desplazamientos. Cuenta con un parque de 29,128 unidades de las cuales 18,064 son Microbuses y proporcionan servicio a la población de la ZMVM. En conjunto suman 113 rutas y 1,234 ramales que representan poco más de 8,000 km² de servicio.

Sin embargo, cerca del 80 por ciento de los vehículos se encuentran fuera de norma y han cumplido más de 10 años, plazo que constituye el límite de su vida útil autorizada. El predominio de unidades de baja capacidad en este servicio (vagonetas tipo combi y microbuses) requiere el urgente recambio hacia alternativas de elevada capacidad: autobuses, Sistema Metrobús y opciones de transporte eléctrico.

Asimismo, se requiere el reordenamiento del servicio que permita superar el estado actual de explotación de servicio bajo el esquema hombre-camión basado en las concesiones individuales. Para ello se requiere la adopción de alternativas jurídico administrativas de asociación de los prestadores del servicio, las cuales permitan establecer más Líneas de Metrobús y Corredores de Transporte Público como opciones de movilidad de mayor calidad y eficiencia ambiental y urbana.

6.1. El automóvil particular

Parque

No es fácil estimar el parque vehicular del Distrito Federal debido a que las distintas fuentes que existen proveen distintos datos a partir de los que hay que realizar distintos supuestos. En 2011 había poco más de 4.1 millones de automóviles particulares registrados en el DF. Sin embargo, el hecho de que estén registrados, no significa que estos se encuentren en circulación ni en el DF ni en la Zona Metropolitana, o incluso que todos ellos existan. Por ejemplo, si se observa el Cuadro 80, en el año 2000 había 4.8 millones de vehículos registrados. Posterior a

un programa de reemplacamiento, el registro disminuyó a poco menos de 2 millones de vehículos en 2003. Por ello, es necesario recurrir a otras fuentes para estimar el parque vehicular.

Cuadro 80. Automóviles registrados en el Distrito Federal 1994-2011

	1994	1998	2000	2003
Automóviles Particulares	2,256,573	3,455,228	4,813,376	1,987,753
Vehículos de transporte público colectivo	109,931	27,489	27,793	24,705
Taxis	*	89,236	106,456	105,955
Vehículos de carga	202,984	275,309	349,422	61,652
Motocicletas	29,021	60,713	86,684	nd
Total	2,605,352	3,925,253	5,403,506	2,180,065
	2004	2005	2006	2007
Automóviles Particulares	2,278,412	2,592,621	2,812,289	3,191,524
Vehículos de transporte público colectivo	27,175	29,917	29,401	30,008
Taxis	106,121	106,763	108,041	104,066
vehículos de carga	62,087	74,974	77,951	86,546
Motocicletas	nd	nd	nd	nd
Total	2,473,795	2,804,275	3,027,682	3,412,144
	2008	2009	2010	2011
Automóviles Particulares	3,531,349	3,710,495	3,898,300	4,117,812
Vehículos de transporte público colectivo	30,492	30,340	30,340	30,625
Taxis	109,537	114,037	114,037	134,277
Vehículos de carga	94,089	98,990	106,069	11,985
Motocicletas	nd	nd	nd	17,590
Total	3,765,467	3,953,862	4,164,718	4,412,289

Fuente: Anuarios de transporte.

Una segunda fuente, son los datos de verificación vehicular que arrojan un total de 2,261,000 vehículos que realizaron verificación entre 2011 y 2012 y 2,564,063 en 2009 y 2010101.

Por su parte, la Encuesta Origen Destino permite conocer el número de vehículos que hay en hogares en el DF y la Zona Metropolitana. Sin embargo, una cantidad razonable de autos de personas que viven en el DF están registrados en el Estado de México y viceversa.

Finalmente, la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, dependiendo del año, puede ser representativa a nivel estatal. Cuando es así, ésta permite conocer el número de autos que hay en hogares en el DF y sus resultados son comparables con los de otros años en los que se levanta dicha encuesta. En el caso de la ENIGH 2010, sus datos se aproximan en gran medida a los que arroja la EOD07. Nuevamente, no todos los autos en hogares del DF estarán necesariamente emplacados en la entidad. Los años en los que la ENIGH es representativa a nivel estatal, parece ser la fuente más precisa (Cuadro 81) para estimar el número de autos del DF.

Cuadro 81. Automóviles particulares de hogares del Distrito Federal por año de fabricación, 2007

Año	Autos	Camionetas	Total	Motocicletas	Bicicletas
1994	1,018,005	78,447	1,096,452	4,498	151,796
2004	1,196,916	206,071	1,402,987	18,897	118,717
2007			1,491,707		
2008	1,136,451	212,275	1,348,726	36,186	129,662
2010	1,230,464	248,539	1,479,003	44,103	107,151
Cambio 94-10	212,459	170,092	382,551	39,605	-44,645
% Cambio 94-10	21%	217%	35%	881%	-29%
Incremento anual promedio	13,279	10,631	23,909	2,475	-2,790

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en las ENIGH 1994, 2004, 2008, 2010; y Encuesta Origen Destino 2007.

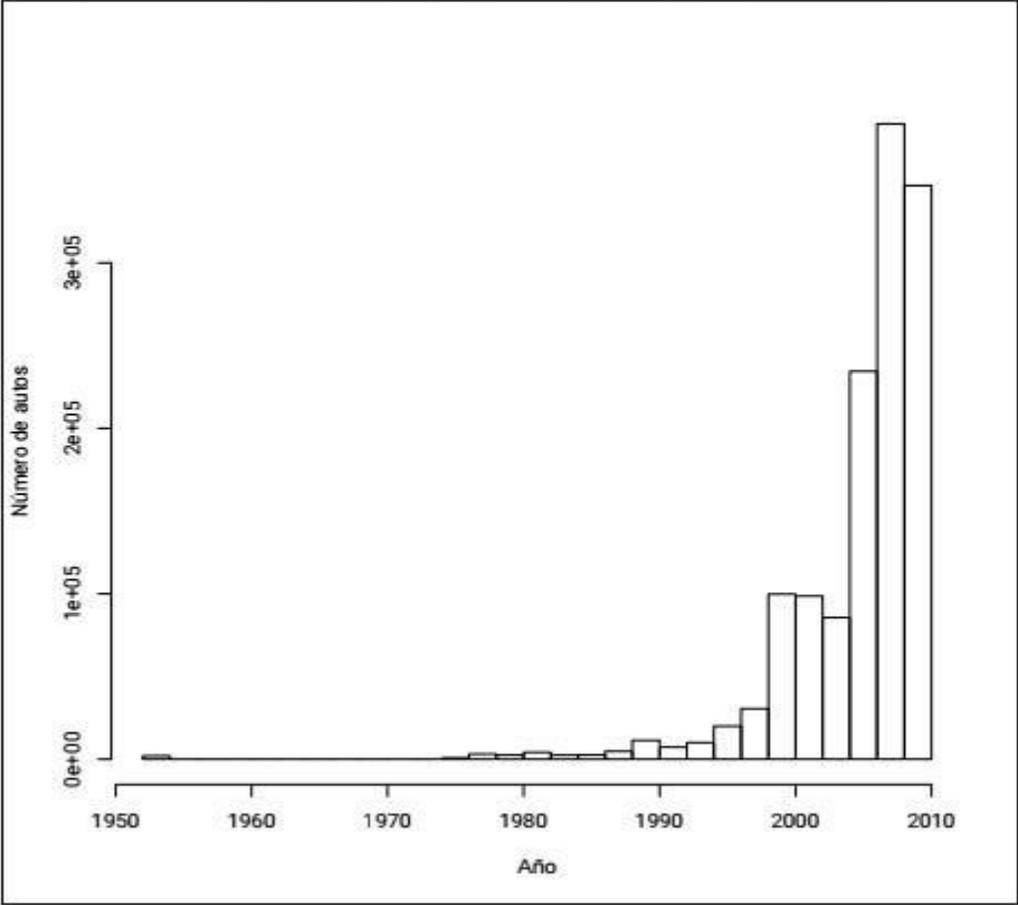
De acuerdo a los datos de las ENIGH, el número de autos particulares en hogares del DF, era de poco menos de 1.5 millones en 2010. De éstos cerca del 17% eran camionetas. Este número de automóviles representa un crecimiento de 35% del parque vehicular entre 1994 y 2010. Es notable, que el número de autos aumentó una quinta parte mientras que el número de camionetas se triplicó. Este dato es importante, ya que las camionetas suelen tener un rendimiento de combustible más bajo, además de ocupar más espacio de vialidades.

También es notable el incremento en el número de motocicletas que es casi 10 veces más en 2010 que en 1994. Si bien el número absoluto de motocicletas no es alarmante, su ritmo de crecimiento si lo es, y requerirá de especial atención en

los próximos años ya que muestra un patrón de incremento exponencial. Al contrario, el número de bicicletas disminuyó una tercera parte en el mismo periodo.

Antigüedad del Parque Vehicular. En 2007, la antigüedad promedio de los automóviles privados en hogares del DF era de 10 años y se encontraba distribuida como se muestra en la Figura 60, según la encuesta origen destino de ese año. Para 2010, la ENIGH reportó una antigüedad promedio de 4.8 años de los automóviles (incluyendo camionetas y pickups) para uso del hogar y se encontraban distribuidos como se muestra en la Figura 61. Esta aparente renovación del parque vehicular podría estar relacionada al programa hoy no circula, y al uso de

Figura 61. Automóviles particulares en hogares del Distrito Federal por año de fabricación, 2010

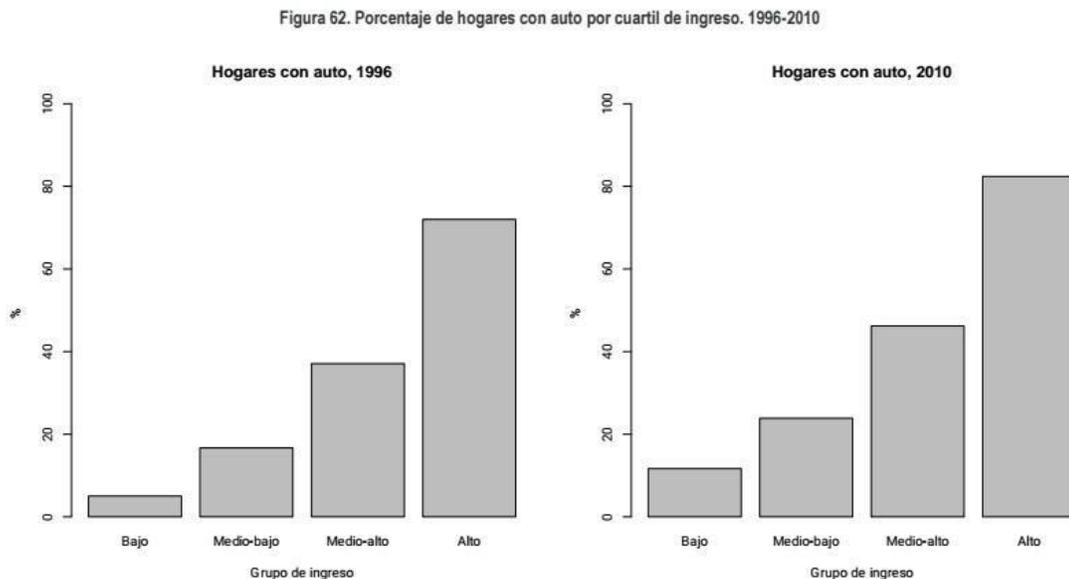


Fuente: INEGI, (2010), Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1996-2010.

calcomanía “2” en autos de más de 8 años de antigüedad.

6.2. Distribución espacial de propiedad vehicular

La propiedad de vehículos tiene tanto un componente socioeconómico como uno espacial. En términos de ingreso, a medida que éste aumenta, la probabilidad de contar con al menos un automóvil, aumenta también. Aunque, sólo el 10% de los hogares del primer cuartil de ingreso cuentan con auto particular (contra 80% en el cuartil de más alto ingreso), la proporción de hogares con automóvil aumentó de manera similar (en términos absolutos) entre todos los grupos de ingreso (Figura 62).



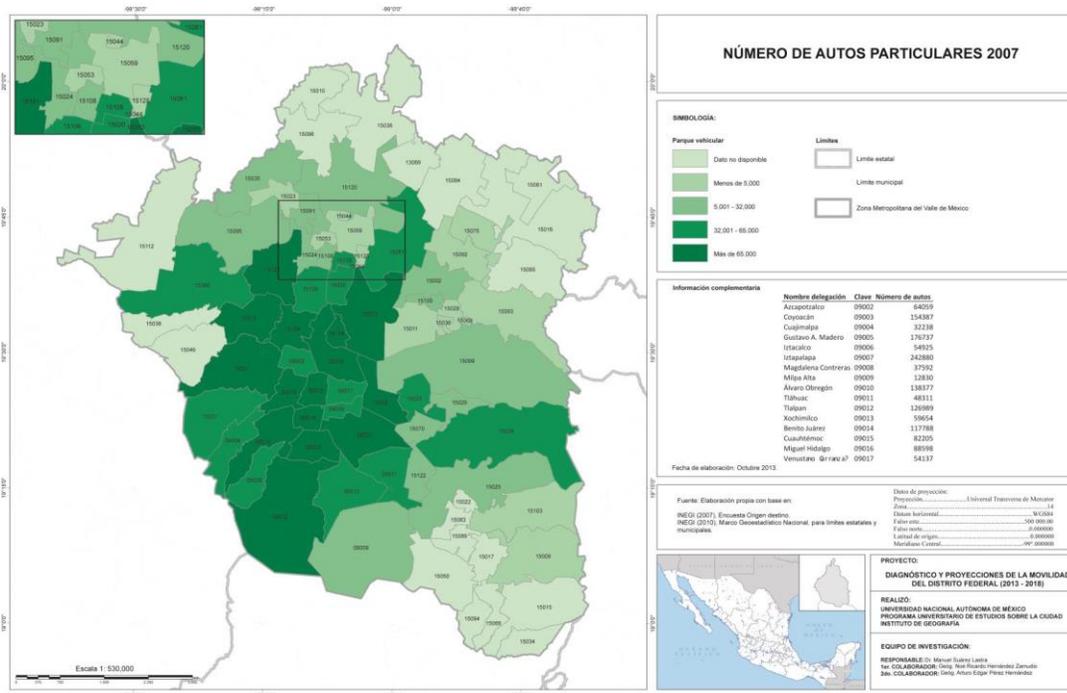
Fuente: INEGI, (2010), Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1996-2010.

En términos espaciales, el número absoluto de automóviles se encuentra fuertemente relacionado con el tamaño de la población ($R^2 = 0.88$), por lo cual Iztapalapa resalta como la delegación con el mayor número de autos en el DF y Zona Metropolitana seguida por Ecatepec y Gustavo A Madero (Figura 63). En términos relativos (autos por habitante), los autos se concentran en la delegación Benito Juárez con un automóvil por cada tres habitantes, seguida de Miguel Hidalgo y Coyoacán con cerca de un automóvil por cada 4 habitantes. Por el contrario, las

delegaciones con el menor número de autos por habitante son Milpa Alta e Iztapalapa, con razones de 1:9.5 y 1: 7.6, autos / habitantes (Figura 64).

El uso del automóvil no sólo depende de su disponibilidad ya que existe una diferencia especial en cuanto al porcentaje de automóviles que se utilizan en un día dado. En promedio, sólo se utiliza el 62 % del parque vehicular privado del DF, cifra ligeramente superior a la metropolitana (58%). En términos espaciales, el uso del auto particular se concentra más en las zonas de alto ingreso y hacia las delegaciones poniente del DF mientras que su uso es menor en las delegaciones de Tláhuac, Milpa Alta y Xochimilco (Figura 65). Las delegaciones con el mayor uso de los autos disponibles son Benito Juárez y Magdalena Contreras, aunque ésta última tiene una tasa de motorización menor y un bajo número de automóviles debido al tamaño de su población.

En términos de la edad del parque vehicular, hay un claro patrón espacial. En el poniente del DF y de la ciudad en general, los autos son más nuevos que en el resto de la Zona Metropolitana. Es claro, que el parque vehicular del DF, es mucho más joven que el del estado de México. Este patrón se encuentra también relacionado a la distribución del ingreso en la ciudad.



Espacio vial

Para estimar el espacio vial que ocupa el automóvil se puede recurrir a dos métodos. Uno es el de estimar el porcentaje de carriles kilómetro dedicados al uso del automóvil y contrastarlo con el porcentaje de carriles kilómetro exclusivos para el transporte público.

Ese enfoque, sin embargo, es deficiente ya que mucho del espacio vial sobre el que circula el automóvil es compartido con algún tipo de transporte público. El segundo método, que es el que se utiliza a continuación, contabiliza el número de carriles kilómetro que ocupan los automóviles particulares que circulan en un día laboral en el Distrito Federal y se contrastan con el número de kilómetros carril que ocupa el transporte público.

Para estimar los kilómetros carril de autos particulares se recurrió a la Encuesta Origen Destino de 2007. Se estimó el número de personas que conducen un automóvil en un día cualquiera siempre y cuando al menos uno de sus viajes tenga origen y/o destino en el Distrito Federal. Esta cifra se estimó en 1, 065,364 vehículos particulares.

Mediante observación en campo, se contabilizaron los modelos de automóvil que circulan en hora pico en el DF y posteriormente se revisaron sus fichas técnicas para conocer su longitud. Se prorrateó el número de vehículos por modelo de una muestra de 350 autos, y se estimó la longitud promedio en 4.58 metros. Multiplicando el número de vehículos que circulan por su longitud promedio, se estima que las unidades de transporte privado ocupan un total de 4,880 km de longitud. Prácticamente, la mitad del meridiano terrestre.

Para el caso del transporte público se revisó la longitud de los distintos tipos de vehículos en sus fichas técnicas y se multiplicó por el número de unidades que operan diariamente en promedio. Posteriormente se calcularon proporciones para cada uno de los tipos de transporte público, y los resultados se compararon con los del automóvil particular (Cuadro 82).

Los resultados muestran que si se toman en cuenta los automóviles que circulan diariamente en el DF, utiliza el 85% del espacio vial ocupado y el Transporte público el restante 15%. Es importante hacer notar, que de ese 15%, el Taxi ocupa dos terceras partes. Si se contempla el número de viajes en los que se utiliza cada uno de los modos de transporte, se puede obtener una razón de eficiencia en cuanto a viajeros – uso de espacio. En este sentido, el auto particular es el modo más ineficiente ya que 30% de los viajes en algún momento suceden en este tipo de transporte, pero ocupa el 85% del espacio vial. A excepción del Taxi, todo el transporte público es mucho más eficiente en cuanto al uso de espacio. Si se toma en cuenta al Taxi, el automóvil ocupa 5 veces más espacio que el transporte público. Si se omite al Taxi, entonces el automóvil ocupa 15 veces más espacio que el transporte público.

Cuadro 82. Espacio vial ocupado por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Unidades en circulación	Longitud (m)	Longitud total (m)	Espacio vial ocupado (%)	Viajes (%) ^a
Trolebús	290	11.0	3,190	0.1	0.4
RTP	5,799	10.9	63,209	1.1	2.2
T.P. Concesionario	29,128	8.4	243,509	4.2	26.7
<i>Vagoneta</i>	<i>4,734</i>	<i>5.2</i>	<i>24,759</i>	<i>0.4</i>	
<i>Microbus</i>	<i>18,064</i>	<i>8.2</i>	<i>147,222</i>	<i>2.6</i>	
<i>Autobús</i>	<i>6,330</i>	<i>11.3</i>	<i>71,529</i>	<i>1.2</i>	
<i>Metrobús</i>	226	18.37168142	4,152	0.1	0.74
<i>Metrobús</i>	214	18.0	3,852	0.1	
<i>Metrobús-B</i>	12	25.0	300	0.0	
Taxi	132,479	4.3	572,309	9.9	6.3
<i>Total T. Público</i>	<i>167,922</i>	<i>5.3</i>	<i>886,370</i>	<i>15.4</i>	
Automóviles	1,065,364	4.6	4,879,367	84.6	28.9
Total	1,233,286	4.7	5,765,737	100.0	

^aSe toman en cuenta solo los viajes que tienen origen y/o destino en el DF

^b Corresponde al porcentaje de viajes en los que se utiliza ese transporte, sin importar si se repite su uso. La suma no es 100% porque no están incluidos todos los modos de transporte, y en un viaje puede repetirse el mismo modo más de una vez.

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con base en SETRAVI (2013), Observación de campo y GDF 2007

6.3. Kilómetros recorridos

Si se consideran los 1, 065,364 automóviles particulares que circulan en viajes relacionados al Distrito Federal, y considerando las distancias por la red vial de la ZMVM entre centroides de distritos metropolitanos de la Encuesta Origen-Destino 2007, se estima que los autos particulares recorren en conjunto 26.3 millones de kilómetros diarios. Esto equivale a un recorrido promedio de 24.7 Km por automóvil.

Debe considerarse que en promedio, el número de ocupantes por auto es de 1.5 personas, por lo que los 24.7 kilómetros-automóvil son más eficientes (1.5 veces más) de lo que la cifra indica.

Emisiones

Las emisiones de automóviles y sus efectos en las concentraciones de contaminantes se analizan en apartado 8.

Tasa de crecimiento

Entre 1994 y 2010 hubo un incremento de 382,551 automóviles según las ENIGH de esos años. Esa cifra representa un incremento anual promedio de casi 24,000 autos y una tasa de crecimiento de 35% en un periodo de 16 años. La tasa de crecimiento promedio anual tomando en cuenta los datos de las ENIGH disponibles se estima en 4%.

7. Demanda de movilidad

El 60% de los residentes del DF y 40 % de la zona metropolitana, realizan al menos un viaje en algún medio de transporte al día. El número de viajes promedio de un residente del DF es de 2.4 viajes al día mientras que los residentes del Estado de México cuyos viajes están relacionados al DF es de 2.2 viajes. Entre 1994 y 2007, el número de viajes por día por residente que viaja en el DF se mantuvo constante, aunque para quienes viven en el área conurbada del Estado de México, aumentó ligeramente de 2.16 a 2.24 viajes.

En 2007, la encuesta origen destino reportó casi 22 millones de viajes diarios en la ZMVM un incremento de casi 7% respecto a la encuesta origen destino de 1994. En el mismo periodo, disminuyeron tanto en términos absolutos como porcentuales los viajes relacionados al DF aunque aumentaron aquellos que tienen un extremo en el Estado de México. Por consecuencia, existió también una disminución en los viajes cuyo origen y destino es el DF (Cuadro 83).

Cuadro 83. Viajes Totales Metropolitanos y relacionados al Distrito Federal 1994 – 2007.

	1994	%	2007	%	Cambio	% Cambio
Metropolitanos	20,573,725	130.3	21,954,157	146.1	1,380,432	6.7
Relacionados al DF	15,783,541	100.0	15,026,176	100.0	-757,365	-4.8
Dentro del DF	11,584,493	73.4	10,619,613	70.7	-964,880	-8.3
Un extremo en Edo. Mex.	4,184,296	26.5	4,370,405	29.1	186,109	4.4

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07.

Si se excluye el regreso a casa como propósito de viaje (Cuadro 84) se observa que el 71% de los viajes relacionados al DF ocurren dentro del mismo Distrito Federal. Por el contrario, casi 23% de los viajes son atraídos del área conurbada del Estado de México y solo 5% de los viajes inician en el DF y terminan en el Estado de México. La relación atracción-expulsión se vuelve más evidente cuando se analizan sólo los traslados por motivos de trabajo.

Cuadro 84. Viajes Metropolitanos y relacionado al DF excluyendo el regreso a casa 1994 – 2007.

	1994	%	2007	%	Cambio	% Cambio
Metropolitanos	11,192,898	128.9	12,104,498	144.6	911,600	8.1
Relacionados al DF	8,681,372	100.0	8,369,730	100.0	-311,642	-3.6
DF-DF	6,463,560	74.5	6,018,341	71.9	-445,219	-6.9
DF-Edo. Mex.	383,412	4.4	421,054	5.0	37,642	9.8
Edo. Mex. - DF	1,824,964	21.0	1,908,453	22.8	83,489	4.6

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07.

Cuando sólo se toman en cuenta los viajes de los residentes del DF (Cuadro 85), existe una asombrosa diferencia entre 1994 y 2007. Existen casi un millón de viajes menos registrados en 2007 que en 1994. Dado que la representatividad de las encuestas es en ambos casos la de distrito de tránsito, tienen que poder ser comparables a nivel de entidad. Un cambio de tal magnitud, no puede deberse a un error estadístico en muestras del tamaño de las de las encuestas origen destino. Es posible que esta diferencia se deba a cambios en la forma en la que la gente viaja. Una variable que posiblemente explique parte de este cambio es el envejecimiento de la población del DF ya que este sector es notablemente menos móvil. Otra posibilidad es que haya habido un crecimiento de viajes caminando, que hayan reemplazado algunos viajes en modos motorizados. Una posibilidad adicional es que debido al despoblamiento de la ciudad interior y al crecimiento de los contornos 2 y 3 así como al crecimiento de empleos en municipios del Estado de México, estos municipios atraigan nuevos viajes que antes se realizaban dentro del DF.

Cuadro 85. Viajes de los residentes del DF 1994 – 2007.

	1994	%	2007	%	Cambio	% Cambio
Metropolitanos	12,037,856	100	11,085,896	100	-951,960	-7.9
Relacionados al DF	12,020,218	100	11,060,569	100	-959,649	-8.0
DF-DF	11,371,486	95	10,367,951	94	-1,003,535	-8.8
Un extremo en Edo. Mex.	635,204	5	659,125	6	23,921	3.8

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07.

Propósitos de viaje

El 45% de los viajes tiene como propósito el regreso a casa lo que lo constituye como el principal motivo de viaje. Dado el promedio de número de viajes que realizan las personas, esa cifra implica que la mayoría de los viajes, inician en el hogar y que son de ida y vuelta a éste.

Si no se toman en cuenta los viajes cuyo de regreso al hogar, los principales motivos de viaje son el trabajo (49%) e ir a estudiar (14%). Es decir, aquellos relacionados con las ocupaciones principales de las personas.

Existen algunos cambios en la distribución de los propósitos de viaje entre 1994 y 2007. Es particularmente notorio un aumento de 4 puntos porcentuales en los viajes al trabajo y una disminución de 5 puntos en el número de viajes a la escuela. Esto quizá se deba a un aumento en la oferta educativa de los municipios conurbados del estado de México, lo que genera menos demanda de viajes por este propósito en el DF.

Cuadro 87. Propósitos de Viaje 1994 - 2007

	1994		2007		Cambio	% Cambio
	Viajes	%	Viajes	%		
Trabajo	3,691,600	23.4	4,073,227	27.1	381,627	10.3
Regresar a casa	7,102,169	45	6,656,446	44.3	-445,723	-6.3
Estudiar	2,093,551	13.3	1,220,939	8.1	-872,612	-41.7
Compras	653,675	4.1	682,976	4.5	29,301	4.5
Llevar o recoger a alguien	654,772	4.1	797,680	5.3	142,908	21.8
Social	446,334	2.8	404,195	2.7	-42,139	-9.4
Rel. Al trabajo	326,112	2.1	217,396	1.4	-108,716	-33.3
Comer	141,686	0.9	97,476	0.6	-44,210	-31.2
Trámite	<i>nd</i>	<i>nd</i>	252,298	1.7	<i>nd</i>	<i>nd</i>
Otros	673,642	4.3	623,543	4.1	-50,099	-7.4
<i>Total</i>	<i>15,783,541</i>	<i>100</i>	<i>15,026,176</i>	<i>100</i>	<i>-757,365</i>	<i>-4.8</i>

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07.

Distribución modal

En promedio, en un viaje se utilizan 1.5 modos de transporte. Poco más del 62% de los viajes son unimodales. Sin embargo, si se considera que el 99% de los viajes en modos privados de transporte son unimodales, cuando se toman en cuenta solo los viajes que utilizan transporte público, poco menos de la mitad son unimodales, y casi 40% se realizan en dos modos de transporte (Cuadro 88). Aún con el aumento de tramos de viaje en auto particular (Cuadros 90 y 91), el número de modos promedio aumentó entre 1994 y 2007. Esto se debe a que el número absoluto de viajes uni y bimodales que utilizan transporte público disminuyó y los de tres o más tramos aumentaron. Que a su vez podría ser consecuencia de una escasa conectividad entre modos de transporte en las áreas de crecimiento urbano de la Zona Metropolitana.

Cuadro 88. Número de viajes por número de tramos 2007

Número de tramos.	Todos los modos		Sólo Transporte público	
	Viajes	% de viajes	Viajes	% de viajes
1	9375827	62.4	4971260	46.9
2	4181579	27.8	4175342	39.4
3	1331163	8.9	1327252	12.5
4	130554	0.9	128857	1.2
5 o más	7053	0	7053	0.1
Total	15026176	100	10609764	100

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07.

Cuadro 89. Número de viajes por número de tramos 1994

Número de tramos.	Todos los modos		Sólo Transporte público	
	Viajes	% de viajes	Viajes	% de viajes
1	9726185	61.6	5837157	49.1
2	4679496	29.6	4673594	39.3
3	1299964	8.2	1294525	10.9
4	75021	0.5	74596	0.6
5 o más	2875	0	2692	0
Total	15783541	100	11882564	100

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07.

Los tres principales modos de transporte concentran más del 80% de los tramos de viaje. Estos tres modos de transporte son el colectivo (44%) el automóvil (20 %) y el Metro (18.0%). (Cuadro 90). Debe aclararse que en 2007 solo operaba la línea 1 del Metrobús y que éste ha reemplazado viajes que se llevaban en otros modos (y posiblemente generado nuevos viajes). Si se considera que en 2013, el sistema Metrobús transporta 753,797 pasajeros diarios¹⁰². El porcentaje de tramos de viajes en Metrobús aumentaría a 4%. En el caso de la línea 12 del Metro se puede

suponer que también reemplaza tramos de viaje en otros modos. Dado que actualmente transporta 255,934 pasajeros¹⁰³, ello implicaría un aumento de 1% en los viajes de Metro, que lo harían pasar a 19% de los tramos de viajes totales¹⁰⁴. Se induce que la principal reducción sería de viajes en colectivo, aunque distintos estudios han apuntado que entre 5% y 10% de los viajes en Metro y Metrobús podrían estar reemplazando viajes en auto. Asimismo, es posible que los viajes en Metrobús reemplacen algunos viajes que se realizaban en Metro. Sin embargo, es necesario realizar estudios específicos para conocer la situación real de la

Cuadro 90. Distribución modal por tramos de viaje 2007

Modo	% de viajes por tramo por modo					Total de tramos	% de tramos
	1er	2do	3er	4to	5to		
Metro	47	49.3	3.5	0.2	0	4,005,312	18.0
Tren Ligero	27.6	56.9	14.1	1.3	0	112,160	0.5
Metrobús	52.8	33	13	1.1	0	230,490	1.0
Trolebús	65.2	25.3	8.7	0.6	0.1	203,390	0.9
RTP	62.8	28.5	8.1	0.6	0	591,751	2.7
Suburbano	52.8	33.1	13.1	1	0	1,343,174	6.0
Colectivo	62	27.6	9.5	0.8	0	9,871,153	44.3
Taxi	81.3	9.1	7.4	2	0.2	1,197,381	5.4
Automóvil	99.6	0.3	0.1	0	0	4,388,809	19.7
Moto	99.4	0.6	0	0	0	46,753	0.2
Bicicleta	99.2	0.5	0.3	0	0	119,387	0.5
Otro	79.8	12	7.2	1	0.1	180,195	0.8
Total	67.4	25.3	6.6	0.6	0	22,289,955	100.0

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD07.

sustitución de modos.

Cuadro 91. Distribución modal por tramos de viaje 1994

Modo	% de viajes por tramo					Total de tramos	% de tramos
	1er	2do	3er	4to	5to		
Metro	46.2	50.6	3.1	0.1	0	3,703,397	15.9
Tren Ligero							
Metrobús							
Trolebús	64.2	28.4	6.6	0.8	0	167,447	0.7
RTP	59.4	31.2	8.9	0.5	0	1,858,169	8
Suburbano	52.5	32	14.5	1	0	513,749	2.2
Colectivo	64	27.4	8.1	0.4	0	12,224,507	52.5
Taxi	94.6	3.4	1.7	0.3	0	689,197	3
Automóvil	99.5	0.3	0.2	0	0	3,903,492	16.8
Moto	99.5	0	0.5	0	0	16,272	0.1
Bicicleta	99.5	0.4	0.1	0	0	99,000	0.4
Otro	94.7	3.2	1.8	0.3	0	124,298	0.5
Total	67.7	26	5.9	0.3	0	23,299,528	100

Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94.

En términos comparativos, existe un crecimiento de la importancia del metro y del automóvil particular, y una disminución en la importancia del colectivo como modos de transporte. Particularmente preocupante es un aumento de casi medio millón de viajes adicionales en automóvil entre 1994 y 2007 y que han tenido, necesariamente, un efecto en el congestionamiento vehicular y por lo tanto en una disminución de las velocidades de traslado y en el aumento de los tiempos de viaje. Ello, a su vez, tiene un efecto en las emisiones de los vehículos y en general, la calidad de vida de los habitantes del D.F. (Suárez 2010).

El Cuadro 92 muestra los viajes que combinan distintos modos de transporte según el estudio del Transporte Público de Evalúa DF. Es de resaltar que de los viajes en transporte público, el único medio que permite una alta proporción de viajes

unimodales es el colectivo. En cambio, el sistema de transporte público no concesionado, obliga a una mayor proporción de sus usuarios a llevar a cabo viajes en dos o más tramos. Ello habla de una ineficiencia clara en el trazo de rutas, y de un bajo grado de conexión entre los orígenes y destino que marcan las líneas de deseo de viajes en la ciudad, a los que sí hace caso el sistema de transporte concesionado.

De particular atención es el Metro, ya que solo una pequeña parte de sus viajes se llevan a cabo en un solo tramo. Aunque el uso del metro está dividido muy equitativamente como primer y segundo modo de transporte, si no se toman en cuenta los viajes de regreso a casa, el panorama cambia por completo. En ese escenario, 65% de los viajes se realizan en metro como segundo modo de transporte y sólo 30% lo utilizan como primer modo. Ello implica una alta accesibilidad de las zonas de empleo al SCT pero no de las áreas residenciales. Adicionalmente, la Encuesta Origen Destino, considera todos los viajes en Metro como un solo tramo de viaje, sin embargo, 61% de los viajes en metro tienen al menos 1 transbordo.

Aunque se ahonda el análisis del metro en el capítulo 6, habría que resaltar que, en el caso del metro, el 67% de los viajes cuyo propósito no es el regreso a casa tienen como destino, alguna estación de las líneas uno dos y tres; que 80% de los viajes que se originan en esas líneas terminan en ellas y que 87% de los viajes que terminan en una de esas tres líneas, comienzan también en ellas. Esas tres líneas son las que generan menos transbordos cuando los viajes se inician en ellas, de hecho 47% de los viajes que inician en las líneas uno dos y tres no tienen transbordos y de los que sí los tienen, 62%, son transbordos a las propias líneas 1, 2 y 3. Esto es importante porque implica que de aumentar las densidades residenciales en estaciones de metro que no pertenecen a esas tres líneas, no se lograría potenciar su uso ya que la mayoría de los viajes tendrían como destino final alguna estación en las líneas uno, dos y tres, pero éstas tienen su capacidad rebasada (Véase análisis integrado).

Cuadro 92. Viajes por modo de transporte^a 1994-2007

		1994		2007		%Cambio
		Viajes	%Viajes	Viajes	%Viajes	
Transporte público. Viajes unimodales	Metro	486,203	3.1	705,147	4.7	45.0
	Colectivo	3,721,106	23.6	2,880,366	19.2	-22.6
	R 100/RTP	540,419	3.4	182,998	1.2	-66.1
	Trolebús	52,155	0.3	46,085	0.3	-11.6
	Tren ligero			3,311	0.0	
	Metrobús			73,020	0.5	
	Total	4,799,883	30.5	3,890,927	26.0	-18.9
T. púb. Viajes en modos mixtos	Mixto-Metro	3,422,600	21.7	3,238,845	21.6	-5.4
	Mixto-Colectivo	2,803,551	17.8	2,092,444	14.0	-25.4
	Mixto-Otros	161,064	1.0	115,884	0.8	-28.1
	Total mixto	6,387,215	40.5	5,447,173	36.3	-14.7
Total - privados		3,898,974	24.7	4,451,019	29.7	14.2
Otros	Suburbano	48,668	0.3	179,419	1.2	268.7
	Taxi	541,053	3.4	891,099	5.9	64.7
	Otro	87,665	0.6	130,381	0.9	48.7
	Total otros	677,386	4.3	1,200,899	8.0	77.3
	Total	15,763,458	100.0	14,990,018	100.0	-4.9

Fuente: Evalúa DF, (2011).

^a Las sumas de viajes totales no coinciden del todo con las de otros cuadros debido a que el universo de estudio es ligeramente distinto, al utilizado en los cálculos de éste diagnóstico. En este caso, se mantuvo estable el área urbana de acuerdo a la encuesta origen destino de 1994, además de que no se cuenta con información completa para todos los casos.

Conectividad entre modos de transporte

En la Figura 71 se divide el área urbana del Distrito Federal en una retícula de 400x400 metros a la cual se sobrepusieron las rutas y líneas de los modos de transporte operados por el GDF (Metro, Metrobús, STE y RTP). Para cada celda se contaron el número de modos. El mapa resultante indica el número de modos que existen en una caminata de 5 minutos desde cualquier punto de la ciudad, y la conectividad entre los mismos. La figura revela que en gran parte del poniente y sur de la ciudad, la cobertura es de solo un modo de transporte (principalmente RTP) o nula. A medida que la distancia a las áreas centrales se reduce, la cobertura de

modos se incrementa, principalmente en torno a las líneas de Metro. Al sobreponer los Centros de Transferencia Modal, solo una pequeña proporción de estos se ubican en las zonas de mayor confluencia.

La Figura 72 muestra los distritos de la Zona Metropolitana de acuerdo al porcentaje de viajes que se realizan en un solo modo de transporte. Por su parte, la Figura 73 muestra el porcentaje de viajes que se realizan en 3 o más modos. La primera puede ser interpretada como un índice de conectividad, mientras que la segunda como un índice de in-conectividad. Aunque en general los distritos de tránsito del DF se desempeñan de mejor manera que los del área conurbada del Estado de México, es claro que a medida que un lugar es más distante al centro, el número de viajes de tres o más tramos tenderá a ser mayor. Esto refleja que las rutas de transporte público, no siguen de manera efectiva las líneas de deseo de viaje de esas áreas de la ciudad. Por supuesto, el área mejor servida es el centro. La relación espacial en términos de conectividad del transporte, está asociada a niveles de ingreso, donde la población más vulnerable, es aquella que tiene menor acceso viajes en un menor número de modos

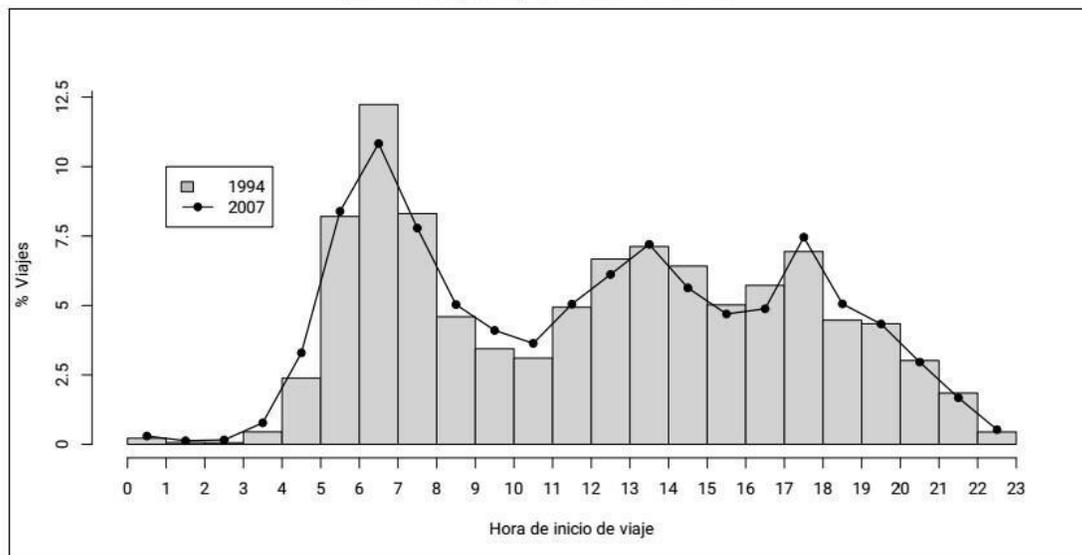
Horario de traslados

La Figura 74 muestra el porcentaje de viajes por hora de inicio para 1994 y 2007. Es claro que existen 3 horas pico. La primera se da entre las 6 y las 8 de la mañana, con los viajes conjuntos a la escuela y el trabajo. Hay una segunda hora pico a entre las 13:00 y las 14:00 horas, que corresponde a la salida de la escuela, y algunos viajes de comida, principalmente. La tercera hora pico, sucede entre las 17:00 y las 18:00 horas y corresponde al regreso a casa del trabajo.

Aunque la distribución de viajes parece similar, es notorio que la hora de inicio de viajes de la hora pico de la mañana, se ha desplazado. Es decir, en 1994 había una mayor proporción de viajes que iniciaban entre las 6:00 y las 7:00. Para 2007, esa proporción disminuyó al igual que la de los viajes que iniciaban entre las 7:00 y las 8:00 horas. En cambio, la proporción de viajes que inician entre 5:00 y 6:00, y los que inician entre 4:00 y 5:00, aumentó. Este comportamiento es reflejo de un

aumento en los tiempos de traslado. Ya que debido a que las horas de entrada al trabajo y a la escuela se han mantenido constantes, muchos viajes deben comenzar más temprano. Según Suarez (2010), esto se debe a un aumento en la congestión vehicular, a causa de un mayor uso del automóvil.

Figura 74. Porcentaje de viajes por hora de inicio 1994 - 2007



Fuente: Elaboración PUEC-UNAM, con información de la EOD94 y EOD07

Duración y distancia de viajes

El Cuadro 93 muestra los aumentos en los tiempos y distancias de traslado entre 1994 y 2000 por propósito de viaje. En promedio, los viajes aumentaron cerca de seis minutos. Sin embargo, las distancias de viaje cambiaron 10 veces menos que los tiempos de viajes. Mientras que el aumento del tiempo de viaje es de 13% el de distancia sólo fue de 1.3. Esto necesariamente implica una disminución en las velocidades de traslado.

Ahora bien, el Cuadro 94, indica los cambios en los tiempos de traslado para los tres viajes más importantes, el del trabajo, el de ir a estudiar y el regreso a casa. Es claro que el aumento en los tiempos de traslado de deben más a la reducción de la velocidad del automóvil particular y en mucho menor medida a la disminución de la velocidad de los modos públicos de transporte. Es decir, el transporte público ha mantenido más o menos estables sus velocidades de traslado, mientras que las del automóvil particular se han desplomado. Esto es seguramente resultado del aumento de viajes en automóvil que han provocado una mayor congestión y por lo tanto menores velocidades.

Cuadro 93. Cambios en los tiempos de traslado por propósito de viaje

Propósito	Tiempos de traslado				Distancias de traslado			
	1994	2007	Cambio	%Cambio	1994	2007	Cambio	%Cambio
Trabajo	54.05	60.41	6.4	11.8	14,542	14,956	415	2.9
Regreso a casa	47.29	53.64	6.3	13.4	13,289	13,482	193	1.5
Escuela	41.44	44.91	3.5	8.4	11,791	10,963	-828	-7
Compras	37.48	44.18	6.7	17.9	10,490	10,634	144	1.4
Llevar o recoger a alguien	27.05	37.72	10.7	39.5	8,833	9,053	220	2.5
Social	44.5	51.16	6.7	15	12,234	12,787	553	4.5
Relacionado al trabajo	45.66	52.33	6.7	14.6	12,023	12,571	548	4.6
Comer	31.15	39.85	8.7	27.9	9,055	9,342	287	3.2
Trámite	nd	51.8				12,502		
Otro	43.47	51.39	7.9	18.2	11,239	12,717	1478	13.2
Total	46.99	53.15	6.2	13.1	13,031	13,199	168	1.3

Fuente: Evalúa DF, (2011).

Cuadro 94. Tiempo y distancia de traslado por modo de transporte y propósito de viaje

Propósito	Modo	1994			2007		
		Tiempo (min)	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)	Tiempo (min)	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)
Trabajo	Público	60	15.3	15	65	16	15
	Privado	41	13.1	19	54	13.6	15
	Otros	31	9.5	18	43	10.5	15
Escuela	Público	45	12.1	16	48	11.6	15
	Privado	28	10.6	23	40	9.6	15
	Otros	26	8.8	20	35	8.6	15
Regreso a casa	Público	53	13.8	16	57	14.4	15
	Privado	35	12.3	21	50	12.3	15
	Otros	19	9.1	29	40	9.4	14

Fuente: Evalúa DF., (2011).

El Cuadro 95 muestra los cambios en los tiempos de traslado desglosados por modo de transporte, independientemente de los cambios en la velocidad del servicio. Tanto el Metro como el automóvil han sufrido los mayores aumentos. En el caso del automóvil, nuevamente, se debe al congestionamiento y no a las distancias de traslado, ya que el análisis se realizó manteniendo el área considerada Zona Metropolitana en 1994 de manera constante. En el caso del metro, se puede deber a un mayor número de viajes con transbordos, a un mayor número de viajes al metro que inician caminando a cambios en los intervalos de servicio de algunas líneas de metro, o un mayor tiempo de espera en estaciones saturadas en horas pico

Cuadro 95. Cambio en tiempos de traslado (min) por modo de transporte 1994-2000

	Modo	1994	2007	Cambio (min)	% Cambio
Transporte público, Viajes unimodales	Metro	37.4	47.1	9.7	26.1
	Colectivo	33.6	37.5	3.9	11.5
	RTP (Ruta100)	38.8	45.3	6.6	16.9
	Trolebús	31.6	38.9	7.3	23.2
	Tren ligero	nd	43	nd	nd
	Metrobús	nd	36	nd	nd
	Total T. Púb.	34.5	39.6	5.1	14.8
T. púb. Viajes en modos mixtos	Mixto-Metro	71.1	87.8	16.7	23.5
	Colectivo-Colectivo	58.1	68.2	10.2	17.5
	Mixto-Otros	64.2	80.4	16.2	25.2
	Total Mixto	65.4	79.8	14.4	22
T. Priv	Bicicleta	21.2	21.4	0.3	1.3
	Motocicleta	26.3	33.6	7.2	27.5
	Automovil	35.4	44.1	8.7	24.6
	Total T. Priv.	34.9	43.3	8.4	24.1
Otros	Taxi	20.3	28.8	8.4	41.5
	Suburbano	61.7	61.4	-0.3	-0.5
	Otro	36.2	47.4	11.2	30.8
	Total Otros	25.4	35	9.6	37.8

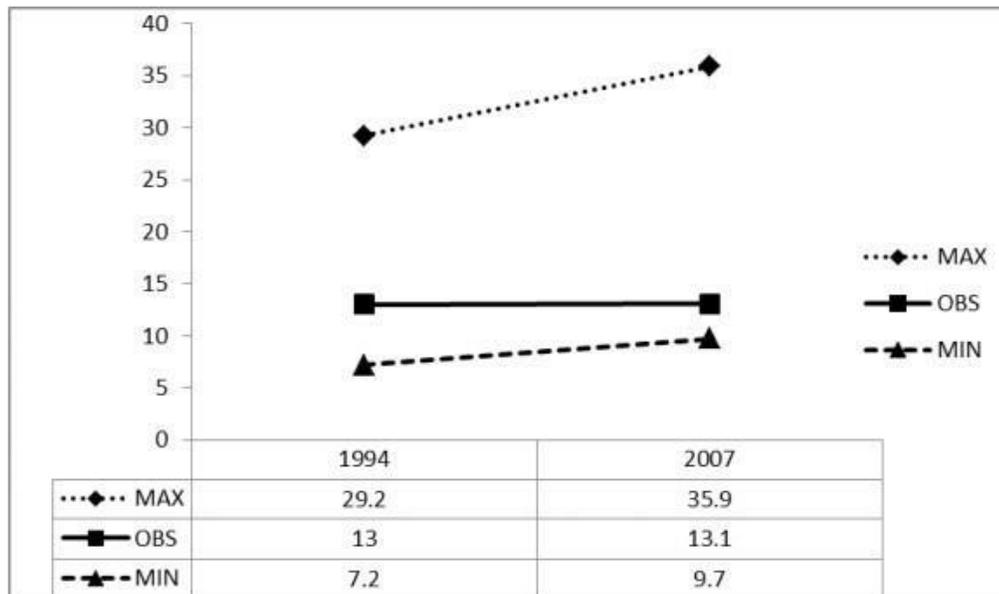
Fuente: Evalúa DF, (2011).

Las Figuras 75 y 76 muestran la situación en la que se encuentra la Ciudad de México¹⁰⁵ en términos relativos a los tiempos y distancias óptimos de viaje al trabajo posibles, así como sus máximos, según el estudio de Suárez, 2010. Los tiempos y distancias óptimos, se calculan mediante un ejercicio de programación lineal con una serie de restricciones respecto a las características de los trabajos de las personas, de manera que los modelos asignan distintos destinos a diferentes personas de manera que se minimicen los tiempos y distancias de viaje promedio en la ciudad. En ese escenario, las distancias promedio mínimas de viaje debieron ser 7.2 Km y 9.7 Km en 1994 y 2007, respectivamente, y los tiempos de traslado de 27 min. y 34 min en 1994 y 2007, respectivamente. Los máximos, que se calculan

de manera análoga. Por su parte, los tiempos y distancias observadas (OBS) muestran la situación actual.

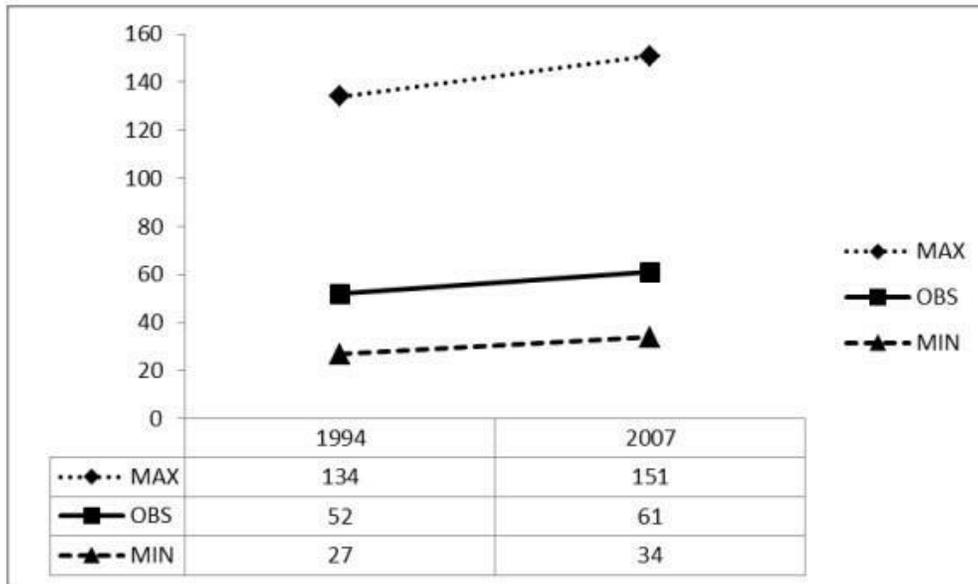
Si se observan las distancias, se aprecia que estas prácticamente se han mantenido constantes, y que debido a que las distancias mínimas han aumentado, forma en la que las personas toman decisiones de viaje, han optimizado las distancias de viaje respecto a las posibilidades que la estructura urbana ofrece. En cambio, los tiempos de viaje han aumentado más que el aumento mínimo.

Figura 75. Distancias de traslado al trabajo observadas, mínimas y máximas 1994-2007



Fuente: Suárez, Manuel (2010).

Figura 76. Tiempos de traslado al trabajo observados, mínimos y máximos 1994-2007



Fuente: Suárez, Manuel (2010).

Una de las implicaciones de las anteriores observaciones es, nuevamente, los cambios en la velocidad de los traslados, que traducido en términos de política pública implica aumentar la movilidad en términos de la velocidad del transporte público, por encima de las velocidades del automóvil particular.

8. Contaminación.

8.1. Sobre el primer mapa de ruido de la ZMVM

Estudios en la Cd de México muestran que se tienen niveles de ruido superiores a la norma lo cual afecta a la salud. El ruido puede provocar desde alteraciones en la calidad del sueño hasta la pérdida del sentido del oído, y aumento en la presión arterial.

El documento que presenta el primer mapa de ruido para la ZMVM no describe la metodología utilizada para medir y mapear el nivel de ruido. Debería presentarse un mapa para el día y otro para la noche, pues el reglamento sobre ruido (ref) presenta umbrales diferenciados; 6 a 22 hrs (68 dB) y de 22 a 5:59 (65 dB) Sobre el formato del mapa se notó que; la escala debería iniciar en 0 dB y la forma de reportar los rangos de ruido es confusa.

El mapa presenta una fuerte similitud a un mapa de emisiones por fuentes móviles pues las mismas son también la fuente más importante de ruido en la ciudad. La intensidad de ruido por los vehículos proviene del sonido de las llantas con el pavimento (>50km), las bocinas de los vehículos, por los escapes de los motores y los equipos de sonido con altavoces muy potentes. En México los camiones al entrar a las ciudades deben de cerrar el escape (pasarlos por el filtro de ruido).

Como indicadores de ruido relacionados a la movilidad se pueden utilizar, entre otros, el nivel sonoro equivalente (Leq). El índice de ruido de tráfico (TNI) (Martínez Sandoval 2005).

Otras consideraciones son:

- La distribución de frecuencias, pues los sonidos graves influyen de forma diferente que los sonidos agudos.
- El tipo de ruido, si es constante, intermitente o de pulsos.
- El ruido de fondo puede volverse costumbre.

- La apreciación de ruido es subjetiva, quien lo produce no considera que el sonido generado sea ruido y quien lo percibe sí.

8.2. Emisiones

Para determinar si la movilidad influye en la calidad del aire, debemos saber si ésta incide en las emisiones vehiculares. Una manera de constatar esto es determinando como la movilidad influye en la variación de los parámetros de la ecuación que calcula las emisiones de fuentes móviles (Gg):

$$E_T = \sum n_i N_i L_i F_i$$

Para reducir las emisiones de precursores de ozono y PM (y por ende de carbono negro), mediante una intervención en movilidad, se debe poder:

- Reducir el número de vehículos de alguna categoría vehicular y aumentar otra que ofrezca mayor movilidad. Sin embargo, esta intervención solo logra reducir emisiones si la categoría favorecida es más eficiente energéticamente y con mejores sistemas de control de emisiones por pasajero o kilómetro recorrido.

Por ejemplo: sustituir 30 vehículos de gasolina por un autobús a diesel si éste no tiene control de emisiones y usa combustible rico en azufre, reduce el consumo de energía pero puede resultar en mayores emisiones de PM2.5, NOx y carbono negro.

- Reducir las distancias promedio diarias recorridas por alguna categoría de vehículos. Esto es benéfico si no implica aumentar el número de vehículos de la misma.

Por ejemplo, una medida benéfica sería favorecer, mediante usos mixtos del suelo urbano, que un ciudadano pueda optar por vivir cerca de su trabajo.

- Aumentar la velocidad promedio de una o varias categorías de vehículos.

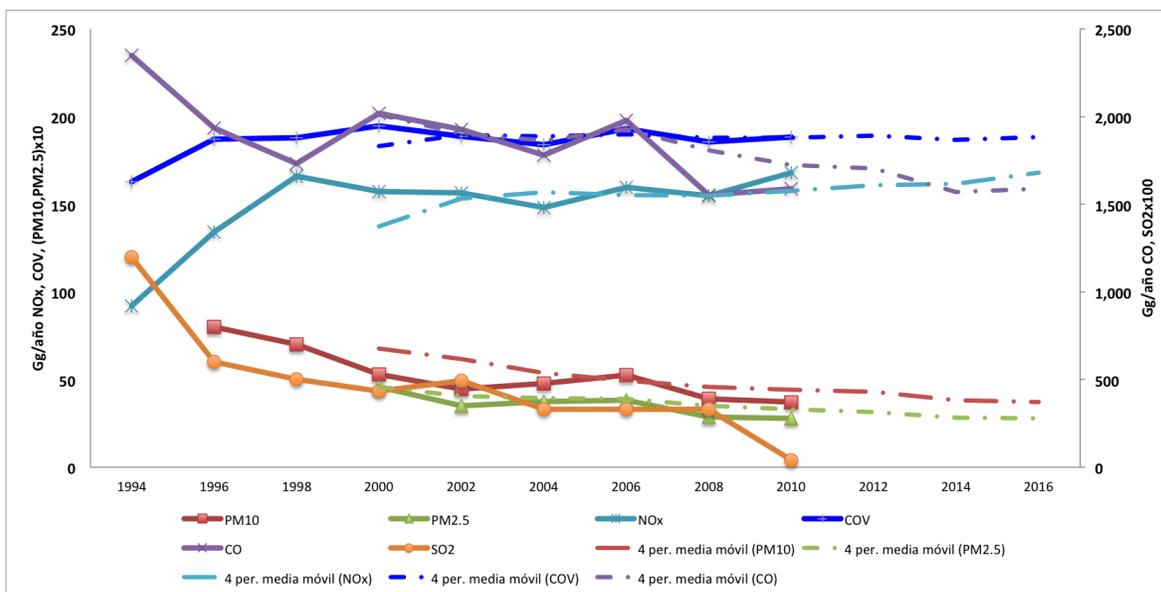
Por ejemplo, esto podría ser resultado de las dos intervenciones previas. También, se podría lograr introduciendo semáforos inteligentes.

La Figura 102 presenta las emisiones de los contaminantes criterio desde 1994 al 2010 publicados por SMA-DF (SMA-DF 2000; Molina and Molina 2002; SMA-DF 2004; SMA-DF 2006; SMA-DF 2008; SMA-DF 2010b; SMA-DF 2010a; SMA-DF 2012) y las correspondientes líneas de tendencia al 2016 basadas en promedio móvil de cuatro puntos.. Se aprecia que nuestro escenario de extrapolación indica una estabilización de las emisiones de NO_x, COV, CO, PM_{2.5} y PM₁₀. Implícitamente indica que la reducción esperada en las emisiones por vehículos más eficientes se compensa por mayores distancias recorridas y/o menores velocidades promedio.

Este método para generar la tendencia es arbitrario porque debería generarse en base a las tendencias de los parámetros propios de un inventario de emisiones, o sea, a las tres variables del lado derecho de la ecuación 1 para cada categoría de vehículo. Esto es necesario porque diferentes categorías de vehículos pueden presentar tendencias tecnológicas diferentes y las posibles acciones de mitigación también serán diferentes. Además se debe tener información acerca de tendencias de velocidades promedio, flujos y actividad a futuro. Sin embargo, esto va más allá de los alcances de este trabajo.

Con respecto al SO₂, consideramos que la introducción paulatina del Diesel UBA y su porcentaje de uso en la ZMVM abatirán las emisiones de éste contaminante.

Figura 102. Tendencias históricas y proyección al 2016 de las emisiones de contaminantes criterio en la ZMVM



Fuente: Molina y Molina (2002), SMA (2000 a 2010).

8.3. Externalidades y costos

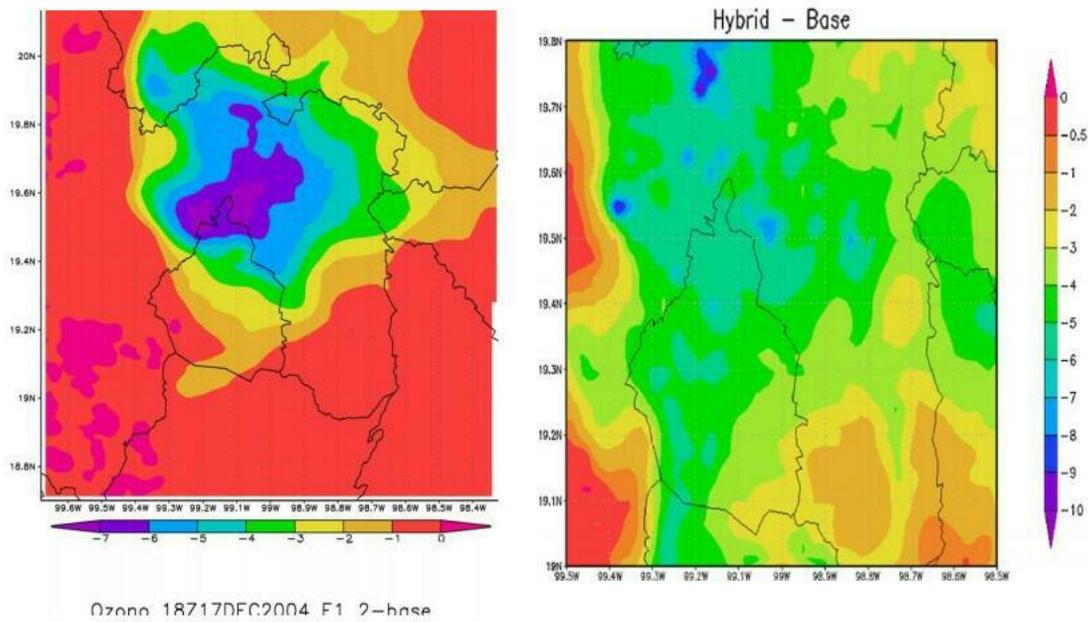
Construir escenarios de emisiones y de la calidad del aire al 2030 tomando en cuenta los escenarios de movilidad a ese año, no se puede lograr con la información disponible. Ese objetivo se podría lograr usando como insumo los resultados integrados de ese proyecto. Existen investigaciones del grupo de Fisicoquímica Atmosférica, del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, que pueden usarse para aproximar respuestas buscadas en los TDR como las externalidades y costos. En ellos, en lugar de presentar los resultados como costos de la contaminación, se presentan como beneficios logrados por ahorro de energía, emisiones evitadas, bonos de carbón y casos evitados en mortalidad y morbilidad de la población potencialmente expuesta. En estos trabajos se construyeron escenarios de emisiones al 2026 para evaluar el impacto en la calidad del aire por medidas de mitigación basadas en la introducción de nuevas tecnológicas vehiculares, ya disponibles en el mercado. Aquí los aprovechamos suponiendo que la ciudad podrá alcanzar en 2030 esas reducciones, no con cambio tecnológico, pero ahora como la suma de los beneficios en movilidad, que se alcanzarían por la aplicación de todas las propuestas que se presenten en este proyecto sobre todos los modos de movilidad.

En Jazclievich et al (2011) se construyeron escenarios de expansión urbana, de emisiones, de niveles de concentración de ozono y exposición potencial al ozono y PM2.5 al 2026 por la introducción de hasta un 20% de autos híbridos en la flota de autos particulares. En este estudio no se intentó generar escenarios de tráfico para el 2026 y se utilizaron los existentes al 2004. La medida tecnológica condujo a un ahorro paulatino de combustible de la flota hibridizada con respecto a una sin hibridizar. Se obtuvo que el ahorro llegó en el 2026 podría llegar a 12%.

Si ahora asumimos que mediante el aumento en movilidad se logran los mismos ahorros de combustible y emisiones, y con la misma distribución geográfica, se pueden aprovechar los resultados en beneficios en salud y en emisiones evitadas de bióxido de carbono, aunque no los costos privados. Esto se debe a que estos costos son diferentes para una medida tecnológica vehicular que los de movilidad.

En la Figura 103, en la izquierda se muestra un ejemplo de la distribución geográfica de la reducción porcentual en las concentraciones de ozono para el escenario de emisiones con 20% de autos híbridos al 2026 con meteorología del 16 de diciembre del 2004 a las 12 horas (18:00 GTM). En la derecha se muestra lo mismo, pero para la reducción porcentual de concentraciones de PM2.5. Para ozono, se observa que las mayores reducciones se logran en partes densamente pobladas de la ZMVM. Reducciones de magnitud similar se observan en áreas relativamente mayores para PM2.5.

Figura 103. Tendencias históricas y proyección al 2016 de las emisiones de contaminantes criterio en la ZMVM.



Fuente: Jazclievich et al (2011).

Si estas reducciones de concentraciones y gasto de combustible se logran con medidas de movilidad, los beneficios en salud pública y ahorro de energía serían los mismos que el estudio de cambio tecnológico. Estos se describen en el Cuadro 136 para O3 y en el Cuadro 137 para el caso de reducciones de PM2.5. En el Cuadro 133 se resumen los beneficios acumulados por ahorro de combustible, en salud, y en ahorros en CO2. En el año 2026 se lograrían 480.1 millones de dólares de ahorro, la principal contribución sería por ahorro en combustibles 439.5 millones de dólares. Le siguen 55 millones por en salud y ahorros y 15.6 millones por ahorros en CO2 negociados en el mercado de bonos de carbón, considerando únicamente el impacto de la mejor movilidad sobre la flota de automóviles.

Cuadro 136. Resultados de los beneficios para ozono de los escenarios sin control, no-hibridado e hibridado para el año 2026.

Impacto a la salud	Población afectada	Casos evitados por ozono	Valor Monetario (USD)	Beneficios (USD/año)
Mortalidad	5,364,448	46	300,000	13,800,000
Hospitalizaciones	5,364,448	93	2,111	196,323
Asma visitas de emergencia	1,877,557	58	317	18,386
Días de actividad restringida	3'384,967	177,888	12	2,134,656
Días perdidos de escuela	1,437,672	728,060	12	8,736,720
			Total	24,886,085

Fuente: Jazclievich et al (2011).

Cuadro 137. Resultados de los beneficios para PM_{2.5} de los escenarios sin control, no-hibridado e hibridado para el año 2026.

Impacto a la salud	Población afectada	Casos evitados	Valor Monetario (USD)	Beneficios (USD/año)
Mortalidad cardiopulmonar	12,735,958	57	300,000	17,100,000
Mortalidad cáncer de pulmón	12,735,958	7	300,000	2,100,000
Mortalidad infantil respiratoria	375,547	0	1,300,000	0
Síndrome de muerte infantil	375,547	0	1,300,000	0
Bronquitis crónica	12,735,958	155	52,000	8,060,000
Días de actividad restringida	18,532,452	197,892	12	2,374,704
Días de trabajo perdidos	11,592,987	21,022	13	273,286
			Total	29,907,990

Fuente: Jazclievich et al (2011).

Cuadro 138. Evaluación en millones de USD/año entre el escenario sin control y el hibridado para el año 2026.

Ahorro de gasolina	Beneficios en salud (O3 + Pm2.5)	Beneficios por CO2 (Globales)	Beneficios locales (gasolina + efectos a la salud)	Beneficios (locales + globales)
440	55	16	494	510

Fuente: Jazcilevich et al (2011).

De manera similar, aprovechamos trabajos realizados sobre el cambio tecnológico en la flota diésel en Jazcilevich et al (2012). Se evaluaron tres escenarios de renovación de las flotillas diésel en el DF, necesarios para alcanzar reducciones objetivo. Se evaluaron los costos y beneficios por el uso tecnologías EPA98, EPA 2007 y EPA 2010. Consideramos, con reservas descritas más adelante, que el único escenario que se podría alcanzar con medidas de movilidad es el menos ambicioso de los tres, que consiste en solo utilizar la tecnología EPA98, o sea, reducciones de 10% en las emisiones de NOx y COV y de 40% en las emisiones de PM2.5. El inventario de emisiones del 2005 (ref) adaptado para modelación fue utilizado con el modelo WRF-Chem para estimar las reducciones en las concentraciones de ozono y PM2.5 en la ZMVM.

Con mapas de densidad de población se estimó la reducción en la exposición potencial de la población a ozono y los beneficios económicos en salud por lograr alcanzar los objetivos del escenario EPA 98, los resultados se presentan en el Cuadro 139.

Los resultados por reducción en la exposición a PM2.5, que podrían lograrse al 2026 si por la suma de las intervenciones en movilidad se alcanzara una reducción del 10% en COV, NOx y PM2.5 en las emisiones de la flota diesel se presentan en el Cuadro 140. Estos se ajustaron dividiendo a un cuarto los beneficios económicos reportados por Jazcilevich et al (2012) para tomar en cuenta que consideramos sería muy difícil alcanzar una reducción de 40% en las emisiones de PM2.5 solamente con mejoras en la movilidad. El Cuadro 141 muestra los beneficios económicos por ahorro de combustible, por salud y por bonos de carbono por el

ahorro de diesel, pero no incluye los posibles beneficios por bonos de carbono si el carbono negro no emitido pudiera negociarse en el mercado de bonos de carbón.

Cuadro 140. Estimación de beneficios anuales para los escenarios de reducción de PM_{2.5} por reducir las emisiones de la COV, NOx y PM_{2.5} en un 10% de la flota diesel del DF al 2026

Impacto a la salud	Población afectada	Casos evitados	Valor Monetario (USD)	Beneficios (USD/año)
Mortalidad cardiopulmonar	16,937,908	84.25	300,000	25,275,000
Mortalidad cáncer de pulmón	16,937,908	11	300,000	3,300,000
Mortalidad infantil respiratoria		dividir entre 4	1,300,000	
Síndrome de muerte infantil		dividir entre 4	1,300,000	
Bronquitis crónica		dividir entre 4	52,000	
Días de actividad restringida	24,646,828	31,737	12	380,844
Días de trabajo perdidos	15,417,839	31,056	13	403,731
			Total	29,359,575

Fuente: Jazclievich et al (2012).

Cuadro 141. Evaluación en millones de USD/año entre el escenario tendencial y la sustitución acelerada de super emisores diesel por nuevos vehículos con tecnología EPA98 para el año 2026.

Ahorro de diesel	Beneficios en salud (O3 + Pm2.5)	Beneficios por CO2 (Globales)	Beneficios locales (diesel + efectos a la salud)	Beneficios (locales + globales)
	59		59	59

Fuente: Jazcilevich et al (2012).

Las emisiones de PM2.5 de vehículos diesel son muy sensibles a la tecnología usada. La adopción de tecnologías EPA 2007 y EPA 2010 dependen de la disponibilidad segura de diesel UBA. La eficacia de estas tecnologías para reducir las emisiones de PM2.5 depende mucho de la aplicación de buenas prácticas de manejo, y de la existencia y aplicación de programas de mantenimiento, con la activa participación de operadores y encargados de mantenimiento.

Enfatizamos que promover un aumento en la movilidad mediante el uso masivo del transporte público, hacia modos que utilicen combustión diesel sin tomar en cuenta lo anterior puede dar lugar a un aumento en las emisiones de PM2.5 y una mayor exposición a este contaminante y en ese sentido ser contraproducente en términos de salud pública.

Una medida de mitigación adicional discutida en el estudio de Jazcilevich et al (2012), es la optimización de rutas que conducen a ahorros adicionales de energía por los operadores pero también incide positivamente sobre la movilidad general, pero ese impacto no fue posible cuantificarlo en ese trabajo.

Sumando los posible beneficios si la suma de las intervenciones sobre todos los modos de movilidad al 2030, fueran equivalentes a los ahorros de energía y emisiones que reportan Jazcilevich y colaboradores, en sus estudios sobre cambio tecnológico al 2026, podrían obtenerse los beneficios económicos que se presentan en el Cuadro 142.

Cuadro 142. Posibles beneficios por ahorros en combustible, salud y bonos de carbón por mejoras en la movilidad con resultados equivalentes a los casos de cambio tecnológico analizados por Jazclievich et al (2011,2012)

Ahorro de combustible (diesel+gasolina)	Beneficios en salud (O3 + Pm2.5)	Beneficios por CO2 (Globales)	Beneficios locales (comb + efectos a la salud)	Beneficios (locales + globales)
440	114	16	554	569

Fuente: Jazclievich et al (2012).

Proyecciones

En años recientes, en la Ciudad de México ha habido el doble de autos nuevos que nacimientos¹⁴. Nuestro parque vehicular está creciendo al doble que la población. Aunque el número de vehículos por habitante todavía es bajo comparado con otras ciudades de países desarrollados, se estima que para 2020 habrá nueve millones de vehículos en la ZMVM. La infraestructura vial no podrá responder a este aumento y los tiempos de traslado aumentarán al reducirse la velocidad promedio de viaje, que ha llegado a ser menor de seis km/hr (velocidad de caminata) en varias avenidas en hora pico.

Se podría asumir que cuando la movilidad sea lo suficientemente mala la gente dejaría su auto. Esto sólo sería factible al haber alternativas viables, por lo que se requiere una inversión mayor en transporte público, así como en infraestructura ciclista y peatonal. Sin embargo, no sólo se debe centrar en desarrollar la infraestructura, sino generar la cultura que promueva modos más eficientes de movilidad. Contamos con una sociedad que prefiere y busca moverse en automóvil, lo cual no es sostenible.

La ciudad ha construido nueva infraestructura para vehículos particulares. Sin embargo, estos desarrollos pueden ser contraproducentes, debido a un fenómeno conocido como la paradoja Downs-Thomson¹⁶: al desarrollar más infraestructura, se promueve más su uso, con la consecuencia de que la eficiencia se reduce. En otras palabras, una mayor capacidad puede generar una demanda mayor a la capacidad adicional, reduciendo en la práctica la capacidad de la infraestructura. Pero es cierto que la infraestructura necesita mejorar. Es un gran reto lograr esto sin generar una mayor demanda. Algunas propuestas se mencionan a continuación.

Propuestas

- Modificar el programa “Hoy no circula”

El programa “Hoy no circula” se implantó durante la época de mayor contaminación atmosférica en el Valle de México, con la intención de reducir el número de vehículos en las calles. A pesar de haberse reducido la contaminación por diversas medidas, su efecto a largo plazo ha sido contraproducente. Por un lado, hay ciudadanos que compran más de un vehículo para cubrir los días que el primero no circula. Por otro lado, al limitar a ocho años la calcomanía cero independientemente de las emisiones, se fomenta el incremento de vehículos al depreciar autos funcionales. La gente compra vehículos nuevos para circular todos los días, pero sus autos “viejos” son usados por un sector de la población que sin el “Hoy no circula” no compraría un automóvil.

Se propone replantear el programa “Hoy no circula”. Si hay vehículos que no deberían de circular en la ciudad por su alto nivel contaminante, no deberían de circular ningún día. Y si los vehículos cumplen con las normas para circular diariamente, deberían de hacerlo independientemente de su año de fabricación. Esto ya se mide con la verificación vehicular, en la medida en que fuese necesario se podrían ajustar los niveles de emisiones, pero en principio se podría simplificar el programa a “este vehículo puede o no puede circular en el Valle de México”. Cabe mencionar que el programa “Hoy no circula” no ha reducido el número de vehículos en la ciudad de México, ni en otras ciudades con programas similares como São Paulo y Bogotá. Al contrario, ha habido un aumento en el incremento anual de parque vehicular que no tiene una causa única, pero el efecto de los programas es cuestionable.

- Rotondas y cruces peatonales levantados en zonas residenciales

Las rotondas ofrecen beneficios en zonas de baja velocidad y baja demanda, tales como barrios residenciales. Ofrecen ventajas múltiples: no necesitan

electricidad, no se descomponen, no requieren de coordinación, reducen la velocidad de vehículos (mejor que los topes) y regulan el tráfico de manera “el primero en llegar es el primero en salir” (siempre y cuando se respete el reglamento). Por sus características, las rotondas podrían complementar propuestas de *calles completas*.

De manera importante, estudios han encontrado que las rotondas reducen en promedio en 75% los accidentes entre vehículos y peatones, en comparación con un 25-50% (con mucha varianza) de semáforos peatonales (si hay una fase dedicada para los peatones, lo cual reduce la capacidad vehicular de la intersección). De manera complementaria, los cruces peatonales levantados (a la altura de la banqueta, i.e. los peatones no invaden el espacio vehicular, los vehículos invaden el espacio peatonal) reducen en 50% los accidentes para peatones.

Si hay más de dos carriles de vehículos que fluyen hacia una rotonda y una densidad alta de vehículos, los semáforos regulados adecuadamente son más eficientes, en el sentido de que permiten un mayor flujo que una rotonda. En otras palabras, las rotondas sin semáforo no son buena idea para calles importantes, avenidas ni ejes viales.

-Semáforos inteligentes

Los métodos actuales de control de semáforos no responden a la demanda inmediata de tráfico, por lo que no pueden ofrecer un control eficiente. Como alternativa, se ha propuesto un método auto-organizante de control de semáforos, donde cada intersección tiene sensores locales que detectan vehículos. Seis simples reglas determinan el funcionamiento de los semáforos, los cuales se auto-organizan sin necesidad de comunicación directa, ni de un control central. El resultado es un control que se adapta a la demanda inmediata del tráfico, reduciendo a más de la mitad tiempos de espera para vehículos. Esto implica ahorros no sólo de tiempo, sino de gasolina, gases de efecto invernadero, dinero y nervios.

Por ejemplo, se estima que para la red primaria del Distrito Federal, se ahorrarían anualmente un millón de toneladas de CO₂, con un costo de 30 millones de dólares (equivalente a un paso a desnivel, 13% de línea 3 de Metrobús, 2% de línea 12 de Metro), implementables en menos de un año.

Adicionalmente, este método también reduce los tiempos de espera para peatones y permite ofrecer la prioridad a transporte público y vehículos de emergencia sin afectar la coordinación del resto de los vehículos.

Para evitar que una mejora en el tráfico genere mayor demanda y a la larga empeore la movilidad, como postula la paradoja Downs-Thomson, se debe de mejorar la sincronización de semáforos en conjunto con otras medidas que promuevan el transporte alternativo al automóvil. Por ejemplo, una ligera mejora de los semáforos en la ciudad de Nueva York ha permitido que a pesar de haber reducido carriles para automóviles al crear cientos de kilómetros de ciclo vías y zonas peatonales, la velocidad promedio de los autos se ha mantenido.

-Comportamiento

¿Cómo se pueden promover comportamientos que mejoren la movilidad? Esto es difícil, ya que muchas veces los conflictos son generados porque individualmente un comportamiento parece benéfico, mientras que perjudica a la ciudad, consecuentemente perjudicando a los mismos individuos. Este tipo de “dilemas” entre beneficio individual y colectivo se han estudiado con teoría de juegos.

Para promover un comportamiento individual que beneficie al colectivo, se puede:

Castigar el comportamiento individual negativo. Las multas no han sido muy eficientes, principalmente porque es poco común que se emitan cuando el reglamento de tránsito no se cumple. Una alternativa sería el “castigo social”, movilidad. Medidas similares tuvieron cierto éxito en Bogotá. Se requeriría de una fuerte campaña mediática y de educación.

Premiar el comportamiento individual positivo. Es más difícil de implementar “premios” a los buenos conductores y peatones, pero la misma campaña podría promover tanto el castigo como el premio social, e.g. pulgar hacia arriba para premiar, pulgar hacia abajo para castigar.

Restringir el comportamiento. Muchas veces es tan difícil promover un comportamiento que una solución se encuentra en restringirlo. Por ejemplo, si se quieren tener carriles dedicados para dar vueltas o para salir de una vía rápida, se puede pintar una línea continua. Si no se respeta la línea continua, se pueden instalar separadores de carril, de manera similar a los carriles de metrobús. Si estos separadores no se respetan, se pueden instalar bardas separadoras, para que la gente que quiera dar vuelta o salir simplemente tenga que tomar el carril dedicado con anticipación. Este tipo de medidas tendrían que estudiarse con cuidado, porque hay la posibilidad de que no tengan el efecto deseado debido a los detalles de implementación.

En general, se pueden restringir o promover comportamientos usando *mediadores*, los cuales minimizan “fricción” entre los ciudadanos y promueven su “sinergia”.

-Límites de velocidad en zonas de alta densidad

Ya se mencionó que las velocidades altas requieren de mayores espacios intervehiculares, por lo que reducen la capacidad de las vías al generar “turbulencia” a densidades que tendrían un flujo constante con una velocidad más baja. Este efecto se conoce como “lento es más rápido”, porque el querer ir a una velocidad mayor tiene el efecto de reducir las velocidades promedio al generarse embotellamientos.

Ya que altas densidades necesitan velocidades máximas menores para tener un flujo constante, se podrían reducir los límites de velocidad en calles y avenidas con densidades altas. Para promover que se respete el límite, se pueden reducir ligeramente el ancho de los carriles: al haber menos distancia de seguridad lateral, naturalmente los conductores reducen su velocidad. Adicionalmente, se podría

recuperar espacio urbano para peatones y ciclistas. Se tendría que hacer una campaña publicitaria explicando estas medidas para evitar un incremento en accidentes de tránsito.

Dado que la velocidad máxima óptima varía con la densidad, se podría implementar un límite de velocidad *adaptativo* para las principales vías en la ciudad: a bajas densidades se permitiría una velocidad como la actual, a altas densidades se iría reduciendo. Los mismos sensores para detectar la densidad en tiempo real se podrían usar para ofrecer información y para detectar a quienes excedan los límites de velocidad.

-Incrementar el costo del uso del automóvil

El objetivo de esta propuesta es desincentivar el uso del automóvil, usando ingresos para mejorar movilidad de todos los medios de transporte. Simplemente dejando que los trayectos en automóvil se sigan deteriorando no es suficiente para desincentivar el uso de los vehículos particulares. Hay diversas maneras de incrementar el costo del uso del automóvil que deberían de evaluarse, para implementarse por separado o en conjunto:

Impuestos elevados para la compra o el mantenimiento de autos se usan en algunos países para desincentivar el uso del automóvil. Impuestos a combustibles pueden tener un efecto negativo en la economía, ya que una parte del costo de cualquier producto se basa en su transportación. En otras palabras, las medidas para transporte privado no deben de afectar negativamente al transporte de carga. Costo por kilómetro recorrido. De manera similar a las autopistas urbanas, se podría cobrar el uso de más vialidades. El costo podría ser fijo o variable, dependiendo de la densidad de las vías. Esto es, mientras más congestionamiento haya, costaría más usar las vialidades (tal vez gratis para densidades bajas), desincentivando a la saturación de las mismas en hora pico.

Costo por acceso a zonas de alta densidad. En ciudades como Londres y Estocolmo se implementaron sistemas para cobrar el acceso al centro de la ciudad. En la CDMX podría ser complicado, por un lado porque hay tráfico pesado en toda

la zona metropolitana y por otro lado por el alto costo de tales sistemas. En otras ciudades europeas se ha logrado un efecto similar de manera más sencilla: restringiendo o elevando el costo del estacionamiento. Por ejemplo, en París no se permite estacionar en el centro a no-residentes en horas laborales por más de dos horas. Si uno quiere ir en auto al trabajo en el centro, lo tiene que dejar en un estacionamiento con altos costos. La experiencia de parquímetros en Polanco podría explotarse para evaluar su implementación en otras zonas con problemas de congestión. Sin embargo, una medida así no sería adecuada por ejemplo para Santa Fe, sin alternativa de transporte público eficiente y con amplios estacionamientos.

-Información en tiempo real

La información en tiempo real permite tomar mejores decisiones de movilidad a los ciudadanos. A su vez, permite a las autoridades regular y responder mejor a las situaciones cambiantes de tráfico (accidentes, lluvias, marchas, inundaciones).

Es muy costoso e ineficiente que una ciudad genere información de movilidad en tiempo real, como lo proponen las iniciativas privadas de “ciudades inteligentes”. Sin embargo, la tecnología ya permite que los ciudadanos generen y compartan esta información de distintas maneras. Aplicaciones para teléfonos inteligentes como Waze o Google Maps usan posiciones GPS para estimar las velocidades promedio de las vialidades, ofreciendo información en tiempo real generada por los usuarios (hoy en día incompleta, pero bastante útil). De manera similar, Moovit permite la generación de información para transporte público.

Metrobús está desarrollando un sistema de información en tiempo real, y el Gobierno de la Ciudad de México tiene la intención de ampliar esta cobertura a los otros sistemas de transporte público del GDF. El reto se encuentra en incorporar a taxistas y a transporte concesionado.

Se estima que en un par de años la mayoría de los teléfonos celulares sean inteligentes. Sin embargo, se puede obtener mucha más información a partir de las señales celulares de todos los teléfonos de la zona metropolitana, dependiendo de

las antenas que les dan servicio. Con algoritmos inteligentes, se podrían discernir las señales de teléfonos que no se mueven de las que están en movimiento, y dentro de estas, el modo de transporte usado: vehículos particulares y taxis, transporte público (ruta por ruta), ciclistas y peatones. Con estos datos se podría desarrollar un sistema de información en tiempo real para toda la movilidad en la zona metropolitana, obteniendo diariamente mucho más información que en una encuesta origen-destino, las cuales se aplican en promedio cada quince años y son la base para la planeación urbana.

Combinando datos históricos y en tiempo real, se podrían desarrollar algoritmos predictivos para sugerir el mejor medio de transporte dependiendo de diversos criterios. Y para cada modo de transporte, la ruta más adecuada. Esto no beneficiaría sólo a los usuarios del sistema de información, sino también a los ciudadanos que ya están en un congestionamiento porque no se agregarían más individuos y finalmente a todos los que respiramos porque se reducirían las emisiones de vehículos automotores.

Cuadro 142. Posibles beneficios por ahorros en combustible, salud y bonos de carbón por mejoras en la movilidad con resultados equivalentes a los casos de cambio tecnológico analizados por Jazclievich et al (2011,2012)

Ahorro de combustible (diesel+gasolina)	Beneficios en salud (O3 + Pm2.5)	Beneficios por CO2 (Globales)	Beneficios locales (comb + efectos a la salud)	Beneficios (locales + globales)
440	114	16	554	569

Fuente: Jazclievich et al (2012).