

Contaminación en la ciudad de México

Elementos para un diagnóstico en la crisis de la primavera de 2016

José Manuel Muñoz
jmunoz@energia.org.mx

Observatorio Ciudadano de la Energía A.C.

www.energia.org.mx

Mayo 2016

1. Panorama general

Los habitantes de la ciudad de México y municipios colindantes, nos enfrentamos en los últimos tiempos a una problemática compleja, relacionada con la movilidad de los ciudadanos, por una parte, y con la calidad del ambiente en el que vivimos, por otra. Esta es de tal magnitud que ya llega al nivel de catástrofe; uno de los grandes problemas nacionales, de todos los tipos.

La concentración de viviendas, actividad económica, trabajos, centros educativos, oficinas para trámites y en general, la vida política y cultural de este gran conglomerado urbano, está llegando a límites físicos de sostenibilidad. Por ejemplo, se ha rebasado la capacidad del aire para absorber y dispersar los contaminantes en el entorno urbano de la ciudad y sus alrededores; estamos arrojando al aire productos de la combustión en una cantidad mayor a la que el ambiente acepta. También estamos viendo que el espacio que las calles y vialidades tienen, ha sido saturado de vehículos automotores, principalmente, además de comercio ambulante y manifestaciones políticas.

El asunto de la contaminación por las emisiones de gases de combustión, tiene dos dimensiones, la global y la local. La primera tiene que ver con el bióxido de carbono, CO₂, que se produce cuando se quema gasolina, diésel, gas natural, gas LP; se puede decir, en un extremo de simplificación, que ese gas *no contamina localmente*, y que *solo* lo hace a escala planetaria y a largo plazo. La segunda dimensión del fenómeno que nos ocupa, que es la contaminación de la atmósfera urbana, proviene de fenómenos como la generación de partículas sólidas de hollín, o humo, principalmente en los motores diésel, que aun cuando son de tamaño muy pequeño, son dañinas para la salud, esto por una parte, ya que por otra parte, también se tiene la producción de óxidos de nitrógeno y de hidrocarburos no quemados, esto principalmente en los motores de gasolina, lo que genera otro compuesto llamado *ozono*, el cual se produce en la propia atmósfera encima de la ciudad, aparentemente por interacción

con la luz del sol. Estos tres productos, partículas, óxidos de nitrógeno y ozono, causan la niebla-humo o smog, también causan irritación en los ojos y enfermedades pulmonares entre la población.

Aun cuando podría ser obvio que lo que más importa es la gran cantidad de combustibles quemados en la ciudad, es muy probable que la calidad de estos sea también importante en la generación de contaminantes atmosféricos; aquí entra un rumor que ha corrido en las redes sociales en estos días, que ubica la raíz del problema en gasolina de mala calidad, lo que parece improbable, también está la pregunta de si la sustitución del diésel y la gasolina, por gas LP en forma líquida y gas natural comprimido, podrían ayudar a bajar las emisiones¹.

Trayectos casa-trabajo-casa

Una de las causas fundamentales, tal vez la más importante para el aumento de las necesidades de transporte de millones de personas, de los centros de trabajo en el centro de la ciudad, a las viviendas en la periferia, o en los propios barrios de la ciudad, viene del despoblamiento de las zonas céntricas de esta, causada entre otras razones, por la ausencia de planeación por parte de las dependencias del gobierno federal y local; en parte también, por los efectos devastadores del sismo de 1985; también, de manera muy importante, la especulación inmobiliaria, que ha encarecido, artificialmente las viviendas en las zonas céntricas de la capital. Todos estos factores llevaron a que los trabajadores de oficinas, fábricas y otros empleos se hayan tenido que mudar a la periferia –la ciudad los ha expulsado– lo que a su vez ha generado millones de largos viajes diarios casa-trabajo-casa.

El fenómeno no termina ahí, los núcleos urbanos periféricos a la gran ciudad, generaron su propio desarrollo y así, una buena cantidad de personas dejó de viajar al centro de la metrópoli, lo que indudablemente alivió el problema, pero otra parte viaja entre dichos centros periféricos: de Ecatepec a Naucalpan, o de ciudad Nezahualcóyotl a Chalco, por ejemplo, pero estos traslados no necesariamente se hacen a través de los sistemas colectivos, lo que a su vez aumenta sustancialmente las emisiones que ensucian la atmósfera urbana.

Este transporte, se puede dar a través de los sistemas de transporte colectivo, que si son eléctricos, son de bajas o nulas emisiones, pero que también se produce en otros transportes colectivos con motores a diésel o de gasolina, que contaminan, aunque por lo masivo, el impacto ambiental se disminuya; también se hace en transportes individuales, que son causa de una gran cantidad de emisiones de productos de la combustión, que ciertamente podrían ser evitadas si las viviendas fueran céntricas, si los trabajadores vivieran cerca de sus trabajos. Por supuesto que el solo hecho de aumentar la cobertura del transporte colectivo, disminuye las emisiones y la congestión vial; si este además es eléctrico, abate, casi por completo los contaminantes.

Este tema, el de la ubicación de las viviendas con respecto a los trabajos, es fundamental, en este asunto, urbanistas y especialistas en centros de grandes ciudades, han desarrollado una visión contraria al enfoque descentralizador de hace unos decenios, que consiste en dos tesis básicas, la

¹ El fenómeno es complejo y hace falta investigación, además de monitoreo y mediciones más exhaustivas y precisas. La dinámica de las reacciones químicas en el aire encima de nuestras cabezas, es un misterio, algo habría que hacer para que deje de serlo. En este campo, al igual que en todos los relacionados con este asunto, la participación de expertos y la vigilancia ciudadana son fundamentales.

primera se refiere a la conveniencia del aprovechamiento de la infraestructura existente en los centros de las grandes ciudades, que podría resumirse como que *lo que tiene que estar en la ciudad, hay que concentrarlo*, y que la infraestructura ya construida, debe ser aprovechada, lo que a su vez lleva a la conclusión lógica de que se puede ahorrar, tanto en el transporte, como en el enorme costo de construcción de nuevas ciudades o extensiones de las existentes.

La segunda tesis de este nuevo enfoque urbanista es la de las **Ciudades policéntricas**, lo que consiste en la promoción y en la creación de polos de atracción económico, cultural y de raíces sociales de los barrios, de los pueblos integrados a las ciudades y de los nuevos desarrollos urbanos creados por la fuga de pobladores de los centros de las ciudades, así como por la inmigración de origen rural o extranjero a las grandes ciudades.

De lo que se trata es de promover, o crear las condiciones para que los pobladores de estos núcleos periféricos a las grandes ciudades, tengan trabajo, educación, vida cultural y entretenimiento localmente y no tengan que trasladarse al centro de la ciudad. Una solución como esta, no solo significa menos emisiones, también es una cuestión de elemental justicia social.²

El resultado previsible de la aplicación de las conclusiones obtenidas a partir del entendimiento de las dos tesis anteriores, es menos viajes del centro a la periferia, también, menos viajes entre barrios y pueblos de la periferia, por tanto, menos demanda de transporte y por supuesto, menos emisión de contaminantes.

Transporte particular

El programa **Hoy no circula** del gobierno de la capital, fue efectivo en su inicio para disminuir el impacto de los productos de la combustión de los automotores, ya que obligaba a parar el 20% de todos los vehículos cada día de trabajo. Una primera falla de este programa, evidente desde que empezó, fue la de provocar la compra de más automóviles entre los habitantes de la ZMCM, lo que era contraproducente. Otro problema del programa fue que permitió la circulación sin restricción de autos nuevos, por ser de bajas emisiones, lo que aumentó la llegada de más y más autos, estos con libertad de circular todos los días.

Parece evidente que los modelos de desarrollo, planeados o no, donde se ha privilegiado el transporte individual, el consumismo y el derroche indiscriminado de gasolina, ha llegado a un extremo irracional. Más de 1 millón de barriles diarios de gasolina y diésel consumidos en el país, es además de un dispendio energético, fuente innegable de emisión de contaminantes atmosféricos.

Otra causa de crecimiento del número de autos particulares parece haber sido la construcción de autopistas urbanas, principalmente las llamadas **segundos pisos**, que literalmente convocan a los capitalinos al uso del transporte individual, con el atractivo de la rapidez por vías privilegiadas, gratuitas o de paga. La gasolina y su uso en el transporte privado, es especialmente preocupante, ya que la eficiencia de los motores de los autos, es bajísima, se consume sin provecho en los

² Los promotores teóricos y prácticos de esta corriente novedosa, contraria a la descentralización, son Jordi Borja, Francesc Muñoz e Inti Muñoz, entre otros.

congestionamientos y paradas obligadas y por añadidura, los vehículos privados con motor de gasolina, se usan generalmente para transportar una sola persona.

Energy Requirements for Combined City/Highway Driving

Click on blue text for more information.

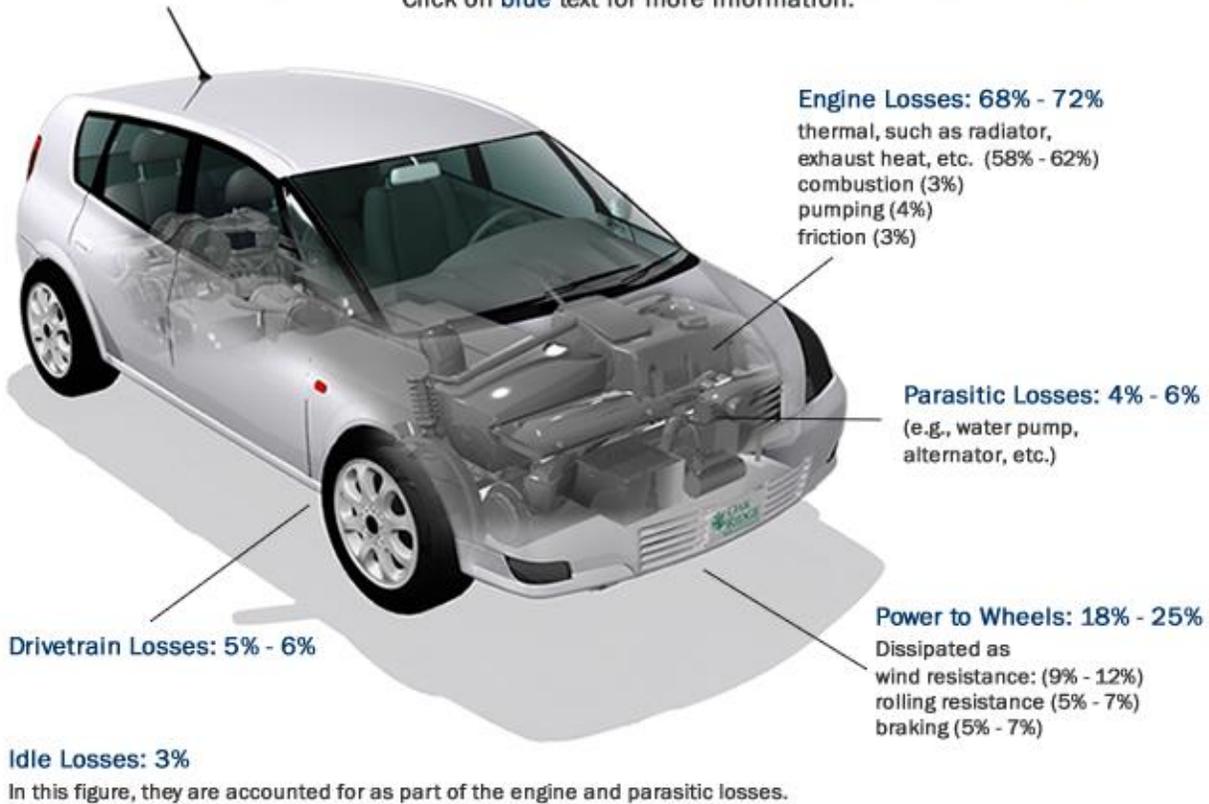


Ilustración 1. Requerimientos de energía para vehículos de gasolina en conducción combinada ciudad-carretera³.

Los motores de gasolina, también llamados de ciclo Otto, son una causa de contaminación en sí mismos, ello por razón de su baja eficiencia termodinámica, que cuando el motor opera en su mejor punto, es de menos de 20%. Esto significa que, aún en su óptimo, el 80% de la energía del combustible se pierde en forma de calor añadido al aire de combustión, misma que sale por el tubo de escape del motor. Si como sucede la mayor parte del tiempo que el motor opera, este lo hace a muy baja potencia o, de plano parado en el semáforo o en los congestionamientos, se tiene un río de gasolina, quemado sin provecho y contaminando la atmósfera urbana.

En la Ilustración 1, a pesar de que las leyendas están en idioma inglés, se puede ver que el automóvil de gasolina, en uso combinado ciudad-carretera, es un catálogo de pérdidas de energía: para empezar, se pierde de 68 a 72% en el motor; también se pierde de 4 a 6% en la bomba de agua y el generador; en la transmisión se pierde de 5 a 6%; por último, solo de 18 a 25% de la energía del combustible se transmite como potencia motriz a las ruedas.

³ Ver: <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>.

Situación multifacética

El problema de la ciudad de México es multifacético, y así tendrán que ser sus soluciones; hacen falta más programas de reducción de emisiones, no se trata solamente de medidas administrativas, prohibiciones, reglamentaciones. También se trata de cuestiones culturales, de percepciones, pero sobre todo, se trata de que los ciudadanos reflexionemos sobre el enorme problema que tenemos encima, que pensemos en soluciones, las respaldemos con cálculos sobre sus efectos y sus costos, formulemos ejemplos, las ordenemos por su relación de beneficio a costo, hagamos campaña de difusión entre toda la población, acordemos entre los ciudadanos ponerlas en práctica y, finalmente, exijamos a las autoridades que se hagan cargo de aquellas que requieren de su intervención.

No solo la ciudad de México

Es necesario recordar que el problema que enfrentamos en la capital y su entorno urbano, no es único en el país, se presenta también, tal vez en menor escala, pero igual de grave, en ciudades como Guadalajara, Tijuana, Puebla y en muchas otras.

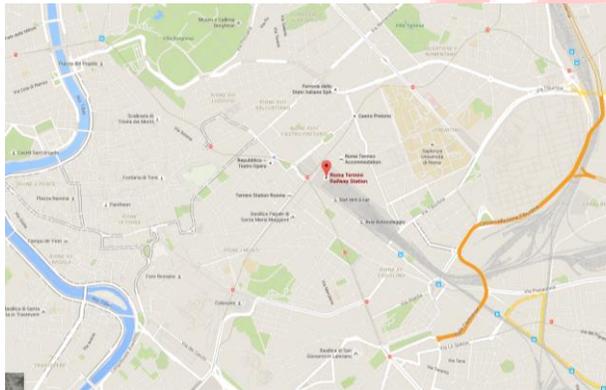


Ilustración 2. Estación central Termini de Roma, en Google Maps.

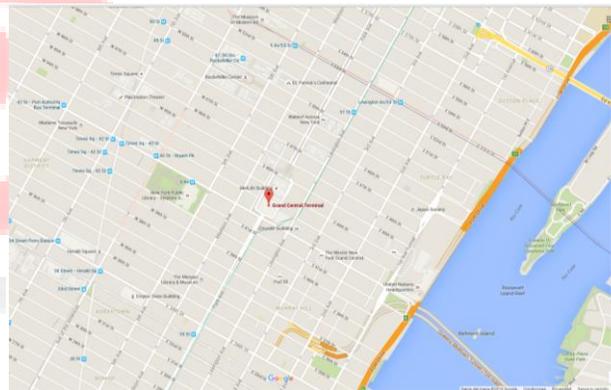


Ilustración 3. New York Grand Terminal Station, con vías subterráneas en Google Maps.



Ilustración 4. New York Grand terminal Station.

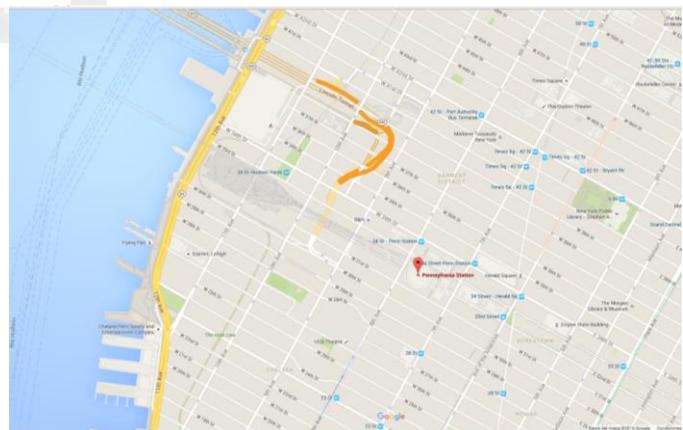


Ilustración 5. New York Penn Station, con vías superficiales. Google maps.

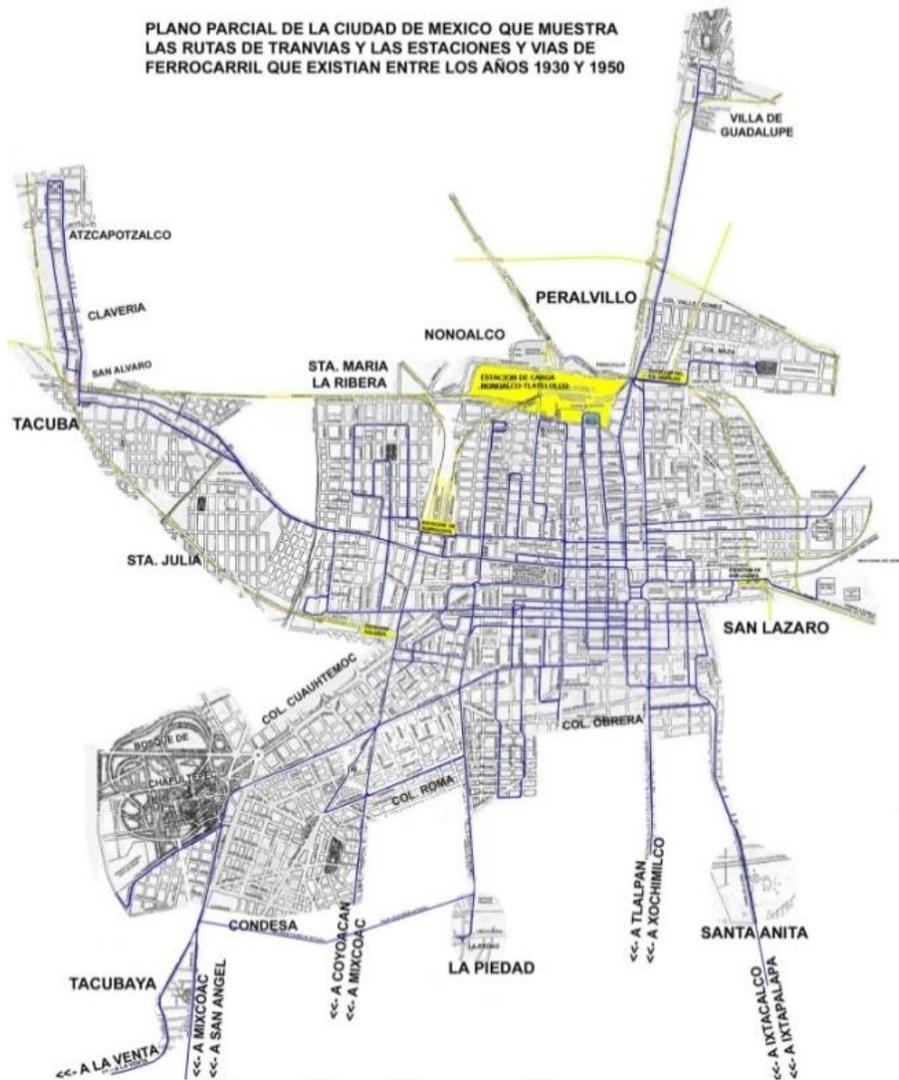


Ilustración 6. Red ferroviaria destruida en la ciudad de México. Se puede apreciar el haz de vías superficiales que llegan a Buenavista por el norte.⁴

2. Algo de historia

Una gran tragedia de la ciudad de México lo es la destrucción de su infraestructura de transporte masivo, ferroviario, que se dio en el siglo XX, cuando se dejaron de usar y se inhabilitaron grandes terminales como la estación Colonia, que era el remate de las vías del poniente y que se transformó en hospital. También está el caso de la estación San Lázaro, que igualmente se destruyó, las vías se levantaron y en los terrenos ahora inútiles, se construyó la Cámara de Diputados. También está la pérdida de la estación del ferrocarril de Hidalgo, por Canal del Norte. Otro caso desastroso, tal vez el más importante de todos, es el de la estación Buenavista, que todavía en los años 70 del siglo pasado, operaba como una gran terminal ferroviaria para el norte del país, en realidad era la gran terminal de la ciudad de México, muy parecida a las que existen en ciudades europeas, como Roma y Paris, o la Grand Central Station de New York. Ver Ilustraciones 2 a 6.

⁴ Ver <http://www.mexicomaxico.org/Tranvias/ESTACIONES%20FC/Estaciones.htm#mexicano>.



Ilustración 7. Red existente del Metro de la ciudad de México⁵.

Pues bien, lo que podría ser nuestro orgullo en materia de transporte masivo, con alcance nacional, se cerró. Parte se convirtió en oficinas del PRI, otra parte, la más grande, es centro comercial, de ahí sale, absolutamente minimizado, el tren suburbano actual. La historia no termina ahí, la gran terminal de carga de Nonoalco-Tlaltelolco, desapareció para dar lugar a unidades habitacionales, famosas por cierto. Por último, en este triste recuento de destrucción de infraestructura, está el cierre del ferrocarril México-Cuernavaca, el levantamiento de las vías y estaciones y la pérdida absoluta del derecho de vía.



Ilustración 8. Mapa simplificado de la red del Metro de la ciudad de México.

Todos estos hechos pueden ser calificados, sin exagerar, de crímenes económicos contra la nación. Casi se podría escribir con ellos una historia de terror, de cómo algún enemigo de México, los pudo haber maquinado y ejecutado. También de cómo esta destrucción, en beneficio de intereses privados, puede calificarse de traición a la patria.

⁵ Ver: <http://www.metro.cdmx.gob.mx/red/index.html>.

3. Para no partir de cero

No todo está mal y es necesario señalarlo. En la ciudad de México, se usa intensamente el transporte público; según la antigua SETRAVI, ahora SEMOVI, solo el 20% de los viajes que tienen lugar en la ciudad de México, se hacen en automóvil particular y 6% se hacen en taxi. Esto significa que el resto, unas tres cuartas partes de los movimientos, se hacen en alguna forma de transporte colectivo, que ciertamente hubo que organizar desde el gobierno de la ciudad: minibuses, autobuses, trolebús, Metrobús⁶, Mexibus, trenes eléctricos ligeros, tren suburbano y finalmente el Metro. Ver Ilustraciones 7 a 9.



Ilustración 9. La nada desdeñable red de trolebuses de la ciudad de México.

El Metro tiene entre sus méritos técnicos y económicos el bajísimo consumo de energía por pasajero transportado, que es de 0.54 kWh por pasajero transportado⁷; esta cantidad de energía eléctrica proviene de fuentes primarias, que si solo fuesen combustibles de origen fósil, o sea, sin tomar en cuenta la energía nuclear, la hidroeléctrica, la del viento y la solar, lo que en promedio tiene una eficiencia de transformación de 40%, resulta en 4,860 kilo Joules de energía primaria por pasajero transportado, en un viaje promedio.

El otro extremo de derroche de energía lo constituye el automóvil particular, a base de gasolina, que si tuviera un rendimiento en el uso del combustible de 10 km/litro y si el viaje promedio fuese de 15 km, resultaría en 1.5 litros de gasolina por viaje. Si el poder calorífico de la gasolina es de 34,500 kJ/litro, entonces el consumo de energía primaria es de 51,750 kilo Joules por viaje. Esta cantidad resulta 10.64 veces más energía primaria que la consumida por el Metro. Ver nota 4.

⁶ Ver: [https://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs_\(Ciudad_de_M%C3%A9xico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs_(Ciudad_de_M%C3%A9xico))

⁷ Ver: <http://www.metro.cdmx.gob.mx/>.

otros como el llamado tren suburbano, o el ferrotren, el tren ligero, incluso el sistema de trolebuses, todos ya mencionados.

El llamado Metrobús y su similar el Mexibus del estado de México, ambos transportes de gran capacidad, son indudablemente sistemas que reducen la congestión vial, así como las emisiones por pasajero transportado; habrá que proponerse que en las ampliaciones de estos sistemas, se opte por motores eléctricos; también habrá que pensar en la conveniencia de electrificar los autobuses existentes.

Habría que fijar algunas metas, por ejemplo⁸:

- **10 kilómetros de nuevas vías de Metro por año**
- **100 autobuses eléctricos nuevos por año; de Metrobus, de Mexibus o de grandes autobuses de más de 50 pasajeros**
- **5 km nuevos por año, de tren ligero**
- **Sustitución acelerada de microbuses, para que cumplan solo el papel de alimentadores de los grandes sistemas colectivos. Que su participación baje al 5% de 1986**
- **Disminución efectiva de consumo de gasolina en la ciudad; ¿5, 10, 15% por año?**

La **segunda** conclusión, de orden totalmente diferente a la anterior, con efectos no inmediatos, es la de construir vivienda social, o sea de costo accesible; vertical, lo que significa que se debe hacer en edificios de múltiples pisos, en las cercanías a los trabajos en el centro de la gran ciudad, así como en los otros centros de vivienda en la periferia de la ciudad, todo ello asociado forzosamente, a la cercanía con los centros de trabajo, educación, cultura y entretenimiento.

Algunas metas, tendrían que ser las de especificar, planear, financiar, construir, vivienda social, vertical, en sitios cercanos a trabajos y/o a líneas del Metro. ¿100, 200, 500, 1,000? edificios por año.

Una **tercera** conclusión, muy general, es que tenemos que cambiar las ideas que tenemos de vida en la ciudad. Es necesario pensar en colectivo. Es necesario electrificar el transporte principalmente, la vida doméstica también. También urge que mejoremos las comunicaciones, la ciudad de México debiera ser líder mundial en conectividad y uso de la Internet, este sería un excelente medio para disminuir la intensidad del tránsito por las calles. Nos urge cambiar la visión del transporte individual; hay que viajar más en colectivo; más a píe; más en bici; más cerca; viajar menos a los trabajos. También tenemos que recuperar la ciudad, tener más jardines, más parques, más campos de juego, más bosques, más escuelas, más teatros, **menos calles, menos autopistas**, más trenes.

Una **cuarta** conclusión, política, es que mientras los ciudadanos sigamos dejando la cosa pública, lo político, en manos de los políticos, seguiremos mal; o los vigilamos y les exigimos, o seguiremos a merced de ellos, del destino y del azar. Para corregir los problemas de la contaminación ambiental y la congestión de la ciudad de México, es indispensable la acción organizada de los ciudadanos. Propongámonos la organización vecinal; de trabajadores; de estudiantes; de profesionales de los temas involucrados. Todos con el objetivo de reducir la contaminación y el congestionamiento.

⁸ Propuesta nuestra, para empezar a discutir.