

# Electromovilidad en México: una propuesta de mitigación de emisiones y su impacto en la salud

**VEMO**



EGADE Business School  
Tecnológico de Monterrey



# Índice

01

---

Introducción

01

---

Electromovilidad

02

---

Tipos de emisiones

03

---

Impacto

04

---

Metodología

06

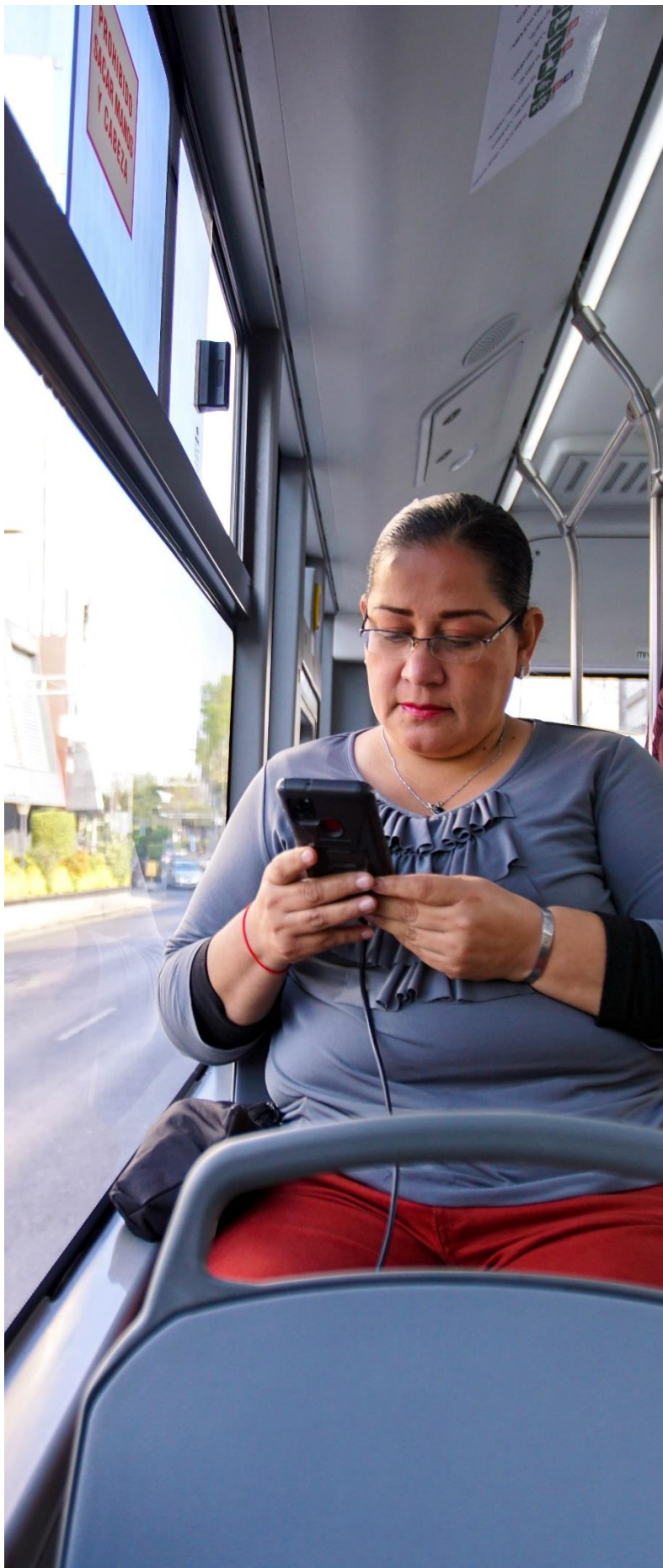
---

El caso de México

09

---

Conclusión





# Introducción

Es una realidad que las emisiones provenientes del transporte no dejan de incrementarse. De hecho, el número de vehículos a nivel mundial ha aumentado en tal magnitud, que en las ciudades con frecuencia la cantidad de vehículos excede su capacidad de circulación máxima, aumentando el tiempo que pasan detenidos con el motor prendido y, por lo tanto, quemando una mayor cantidad de combustible, lo que agrava el problema de contaminación.

Por lo tanto, dada la alta dependencia en combustibles fósiles, el transporte representa el 65% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en las ciudades. Respecto a las emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire, el 75% del material particulado 2.5 (PM 2.5) proviene del transporte de carga y autobuses, mientras que, en el caso de los óxidos de nitrógeno (NOx), el transporte es responsable del 88% (Carbon Trust, 2018).

Las emisiones vehiculares afectan la salud y el medio ambiente por dos vías: i) la generación de emisiones de GEI que contribuye al cambio climático lo que, tiene

un impacto importante en la calidad de vida y salud de las personas y ii) la emisión de gases contaminantes que alteran la calidad del aire y perjudican directamente la salud de las personas.

En el presente artículo proponemos a la electromovilidad como una medida para combatir esos dos grandes problemas, evidenciando la disminución de emisiones de GEI y la eliminación de contaminantes locales que se puede lograr al reemplazar la flota actual de transporte público en la Ciudad de México por una flota eléctrica, e informando sobre el impacto de estas emisiones en la calidad del aire y en la salud de las personas.

# Electromovilidad

Una pregunta que se cuestiona frecuentemente en relación con la electromovilidad es si en efecto se produce una disminución de emisiones considerando todo el ciclo de vida, desde la extracción de materia prima y manufactura, hasta el destino final de ambas tecnologías (vehículos de combustión y eléctricos).

Actualmente en el proceso de fabricación, los vehículos eléctricos producirán más emisiones de GEI que un vehículo de gasolina promedio porque las baterías de iones de litio requieren muchos materiales y energía. Sin embargo, una vez que los vehículos salen a las calles y comienzan a operar, las emisiones del proceso productivo son compensadas, particularmente cuando se trata de una operación intensiva. De esta manera, contrabalancean las emisiones del proceso de fabricación, a diferencia de los vehículos convencionales, que emiten CO<sub>2</sub> durante todo su ciclo de vida (Reichmuth et al., 2020).

Adicionalmente, las fuentes de energía para producir la electricidad con la que se cargan los vehículos tienen el poder de reducir aún más las emisiones de GEI cuando estas provienen de fuentes renovables. Sin embargo, aún con una matriz energética como la que tiene actualmente México, que no es predominantemente de fuentes renovables, existe una reducción considerable de emisiones de GEI.

No hay duda de que existen oportunidades para reducir las emisiones de carbono en todos los tipos de vehículos. El objetivo es reducir la emisión de carbono durante la fabricación y el ensamblaje de los vehículos eléctricos y aumentar la penetración de fuentes renovables de energía en la matriz energética a nivel global, para que estos representen una mejor opción para el mercado.

## Tipos de emisiones

Las emisiones de vehículos de combustión están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de diferentes procesos. Estos contaminantes se dividen en primarios y secundarios (Fig. 1). La contaminación primaria es emitida directamente a la atmósfera, mientras que la secundaria es el resultado de reacciones químicas entre contaminantes y el entorno.

Los principales contaminantes primarios emitidos por los vehículos de combustión interna incluyen a los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ); Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), los cuales reaccionan con los  $NO_x$  en la presencia de luz solar para formar ozono ( $O_3$ ) a nivel del suelo como contaminante secundario; óxidos de azufre ( $SO_x$ ); monóxido de carbono (CO); y las partículas en suspensión o material particulado (PM). Como emisión secundaria, además del  $O_3$ , se considera la interacción entre la humedad del aire con  $NO_x$  y dióxido de azufre ( $SO_2$ ), formando lluvia ácida. En interacción con el agua, estos gases forman ácido nítrico ( $HNO_3$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

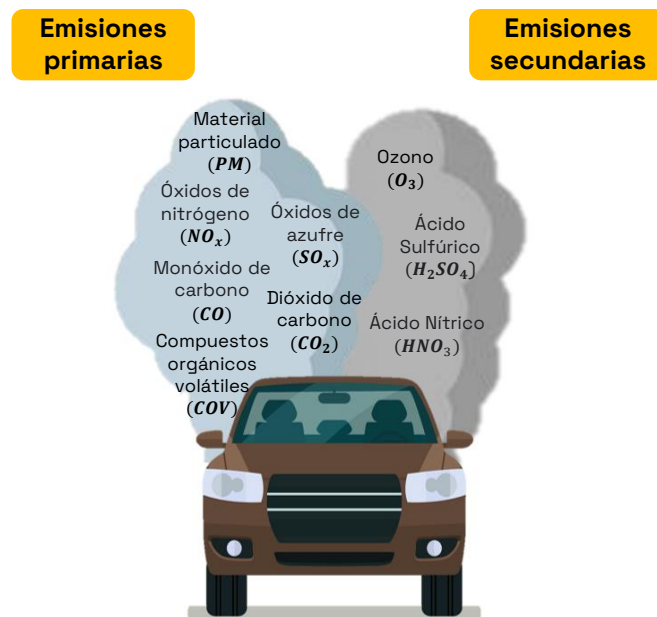


Figura 1. Emisiones vehiculares primarias y secundarias. Elaboración propia.

Cada uno de estos contaminantes tiene un impacto diferente en la salud. Entre estos contaminantes, las PM<sub>2.5</sub> se describen como las más perjudiciales para la salud debido a su tamaño microscópico (Figura 2) las cuales, al ser inhaladas, entran al torrente sanguíneo y potencialmente causan efectos a corto y largo plazo en la salud (IMT, 2010).



Figura 2. Tamaño partículas suspendidas PM<sub>2.5</sub>. Elaboración propia.

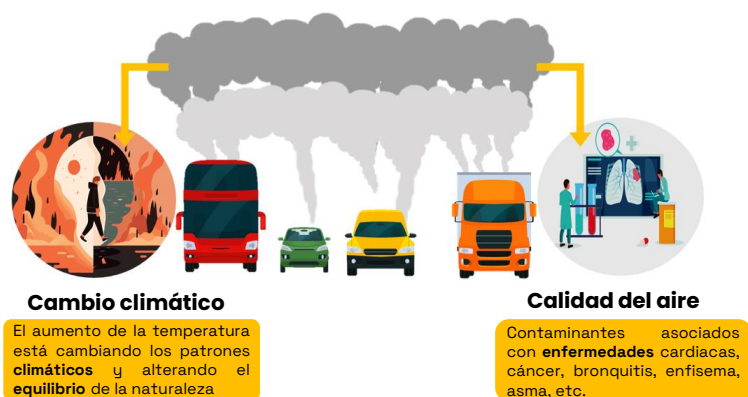


Minibus VEMO, CDMX.

Por último, dentro de las principales emisiones de los vehículos de combustión, también se incluyen los gases de efecto invernadero (GEI), como es el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que contribuyen al calentamiento global. Además del  $CO_2$ , los GEI se componen de vapor de agua ( $H_2O$ ), Metano ( $CH_4$ ), Óxido de Nitrógeno ( $NO_x$ ), Ozono ( $O_3$ ) y Clorofluorocarbonos (CFC).

## Impacto

Las emisiones provenientes de los vehículos impactan directa e indirectamente en la salud de las personas. Directamente por respirar los contaminantes en las calles, e indirectamente por las consecuencias derivadas del cambio climático (Figura 3).



El cambio climático es uno de los principales problemas que aqueja a la humanidad. Algunos de los efectos del cambio climático incluyen cambios drásticos en el clima, causando lluvias, huracanes, disminución de la capa de hielo y nieve, incremento de la temperatura de los océanos, inundaciones, entre otros, que ponen en riesgo la vida de las personas.

El cambio en los patrones climáticos, incluyendo el aumento de temperatura, también provoca sequías que a su vez se traducen en escasez de alimentos al perderse las cosechas, ocasionando problemas de abastecimiento de ciertos productos y un incremento de precios.

Asimismo, se aprecia una relación entre el cambio climático y la zoonosis, (enfermedad que se transmite de animales a humanos o de humanos a animales), observándose cambios en la distribución de vectores y patógenos, aparición de enfermedades emergentes y reemergentes o alimentos contaminados (NASA, 2020).

Para minimizar sus impactos ambientales, sociales y económicos, México ha realizado esfuerzos para la mitigación del cambio climático, desde leyes, derivadas de la reforma energética, hasta compromisos en foros internacionales como la ONU.

Figura 3. Efectos de las emisiones vehiculares en la calidad del aire y el cambio climático. Elaboración propia.



La aportación de México al Acuerdo de París establece las metas de reducción de 51% de las emisiones nacionales de Carbono Negro (carbono puro, componente de las PM2.5) y de 22% de emisiones nacionales de GEI para el año 2030 (Gobierno de México, 2015).

En cuanto a la calidad del aire, las personas expuestas a contaminantes atmosféricos tóxicos en concentraciones y duraciones suficientes pueden tener una mayor probabilidad de contraer cáncer o experimentar otros efectos graves para la salud, como pueden ser:

- Daños en el sistema inmunitario
- Trastornos neurológicos
- Trastornos del desarrollo
- Problemas respiratorios

Los efectos de la contaminación del aire pueden ser especialmente graves para los grupos más vulnerables como los niños, los ancianos y las personas con problemas preexistentes de salud. Asimismo, el ser humano presenta mayor susceptibilidad a todo tipo de contaminación en las etapas prenatal y posnatal, debido a que se encuentra en pleno desarrollo pulmonar. Por ello, la edad es un factor básico y directamente relacionado con la gravedad de las consecuencias de la contaminación a la que está expuesta la población.

En México, la contaminación del aire es un problema importante. Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la contaminación del aire en México es responsable de alrededor de 15,000 muertes prematuras al año (SEMARNAT, 2020).

Además, tiene efectos económicos, ya que puede afectar la productividad y aumentar los costos de salud pública. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2020 las emisiones al aire representaron el mayor costo ambiental, al ubicarse en aprox. 34 millones de USD (INEGI, 2020). Esta estimación únicamente incluye los costos de la atención médica; faltaría considerar la pérdida de productividad y el ausentismo laboral debido a enfermedades relacionadas con la contaminación del aire. Lo que ocasionaría que el número reportado del impacto económico de la contaminación del aire aumente de manera importante.

## Metodología

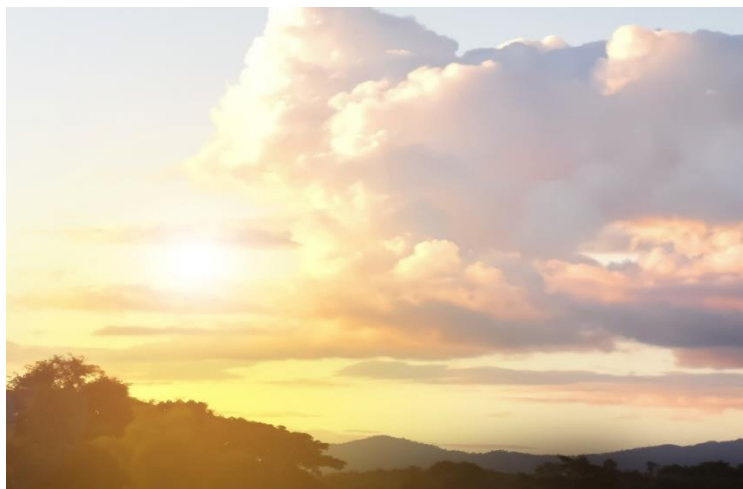
En este análisis se desarrolla el alcance de la mitigación de emisiones en la evolución del transporte público actual, basado en sistemas de combustión interna, hacia el uso de sistemas eléctricos de movilidad.

Este ejercicio debe usarse únicamente como referencia para dimensionar el impacto ambiental de la industria del transporte al entender la cantidad de emisiones abatidas que se pueden lograr suponiendo que todas las rutas de transporte público se electrificaran. Sin embargo, en la actualidad, no todas las rutas son elegibles para electrificar. Para estimar el potencial de electrificación, se debe evaluar la viabilidad técnica y considerar el rendimiento económico y financiero de las distintas tecnologías. Para esto, algunos aspectos a considerar son:

- Kilometraje diario recorrido
- Pendiente y distancia de rutas
- Autonomía de los modelos disponibles de vehículos eléctricos
- Capacidad de las baterías
- Tiempo disponible para recarga
- Desarrollo de infraestructura de recarga

Además de la viabilidad técnica y económica de la electrificación, suponiendo una electrificación completa de las rutas, para estimar la mitigación de emisiones de  $CO_2e$ , se tomaron en cuenta dos variables: el factor de emisión y el consumo específico.

El consumo específico de combustible/energía del vehículo es un parámetro clave para establecer el rendimiento medioambiental de cualquier tecnología. Este depende en gran medida de las condiciones locales de operación y de las características del vehículo. En este análisis se usó como referencia la guía “GIF Guidance: Clean Technology Options for Buses”, desarrollada por diversos autores de The World Bank Group.



Esta guía, a raíz de estudios de campo de sistemas de transporte público en México, reporta un consumo de diésel para un autobús BRT – 18 metros, con tecnología D-Euro VI, de 0.44 litros/km. Mientras que, para un autobús BRT – 18 metros eléctrico, con tecnología de carga lenta, reportan un consumo eléctrico de 1.20 kWh/km. En ambos casos utilizan las siguientes variables:

- Velocidad promedio de 18 km/h
- Autobús sin pasajeros
- Ruta sin pendiente
- Sin uso de aire acondicionado

Una vez determinado el consumo, se utilizan los factores de emisión correspondientes para el combustible fósil en cuestión y el factor de emisión de la matriz energética promedio de México para 2022, declarados por la Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Cuando los factores de emisión de cada tecnología (combustión interna o electricidad) se multiplican por el consumo específico del vehículo, obtenemos las emisiones del vehículo por kilómetro, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$E_i = F_{c,i} * FE_i$$

Donde  $E_i$  representa las emisiones globales de GEI de la tecnología  $i$  por kilómetro, medidas en  $kgCO_2e/km$ ;  $F_{c,i}$  es el consumo de combustible de la tecnología  $i$  en  $kWh/km$  o  $litros/km$ ; y  $FE_i$  es el factor de emisión de la fuente de energía de la tecnología  $i$  en México. De esta forma, se puede calcular y comparar la huella de carbono de ambas tecnologías evaluadas.

La segunda parte del análisis consiste en estudiar el impacto de cada tecnología sobre las emisiones contaminantes del aire. Para estimar el abatimiento de emisiones de calidad del aire, se utilizaron factores de emisión oficiales específicos para PM, NOx y SOx consultados del Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA) expresados en  $g/km$ . El HBEFA fue desarrollado en nombre de las Agencias de Protección Medioambiental de Alemania, Suiza y Austria, con el apoyo de Suecia, Noruega y Francia, y proporciona factores de emisión para todas las categorías actuales de vehículos en distintas situaciones de tráfico. Estos resultados muestran las tendencias medias de diversas mediciones disponibles en el HBEFA y deben utilizarse únicamente como referencia.

# El caso de México

Este análisis se llevó a cabo utilizando cifras del transporte público de la Ciudad de México por las siguientes razones:

(i) El Gobierno de la Ciudad de México ya cuenta con una estrategia de electromovilidad.

Desde agosto de 2021, la Línea 3 de Metrobús opera con 10 autobuses articulados eléctricos y ahora, en 2023, inició operación con 50 autobuses articulados eléctricos adicionales.

(ii) El alto volumen de residentes, representando el 7% de la población total del país aunque, por superficie, ocupa el lugar 32 a nivel nacional, con el 0.1 % de la superficie del país.

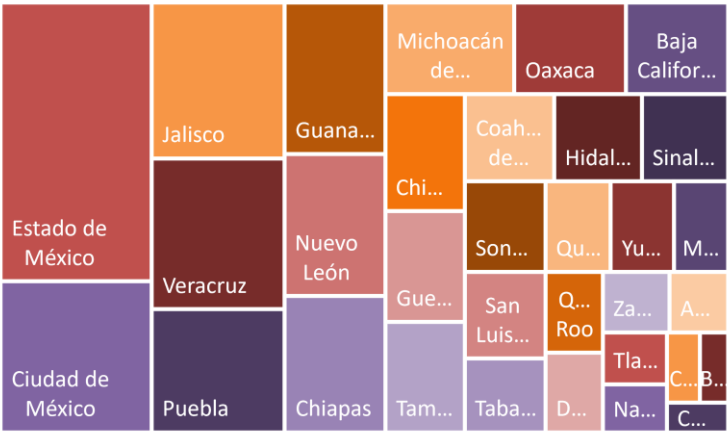


Gráfico 1. Proporción de habitantes por Estado en 2020.

y (iii) la mayor concentración de flota vehicular a nivel federal, representando el 12%.

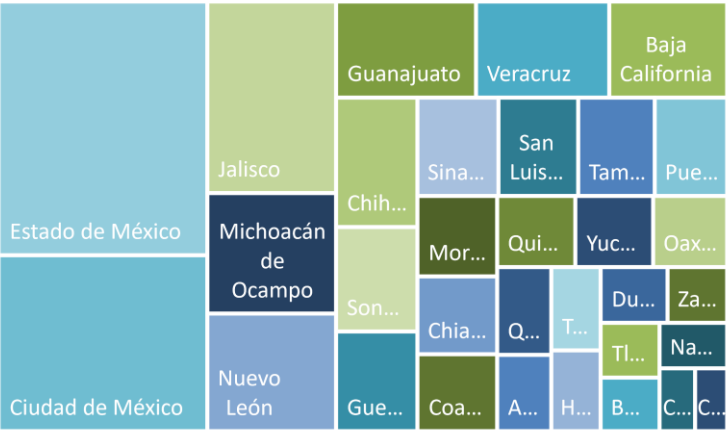


Gráfico 2. Proporción de flota vehicular por Estado en 2021.

De acuerdo con el Registro Nacional de Emisiones (RENE) el factor de emisión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de México fue de 0.435  $tCO_2e/MWh$  en 2022. El factor de emisión resultó del uso mixto de fuentes de generación, como se muestra en el Gráfico 3, donde la principal tecnología utilizada para la generación eléctrica fue el ciclo combinado, teniendo una generación de electricidad a través de energías limpias del 26% (CENACE).

En relación a la fuente de energía que produce la electricidad para recargar los vehículos, se debe considerar que las matrices energéticas varían de una región a otra, lo que significa que la huella de carbono de conducir un vehículo eléctrico varía en función de la fuente de su electricidad. Sin embargo, a pesar de que la electricidad en México no proviene en su mayoría de fuentes renovables, la reducción de emisiones es importante. A medida que aumente la penetración de fuentes de electricidad más limpias, las ventajas de los vehículos eléctricos se harán cada vez más evidentes.

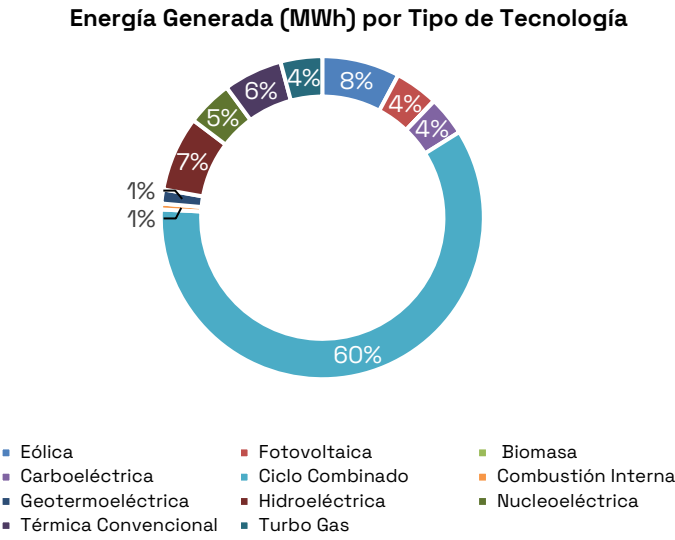


Gráfico 3. Generación eléctrica en México, Diciembre 2022.  
Fuente CENACE

El factor de emisión utilizado para 1 litro de diésel en México es 0.0028 tCO<sub>2</sub>e. A partir de la metodología establecida en el apartado anterior, se estimaron las emisiones de un vehículo eléctrico de transporte público considerando el proceso de recarga a partir de la matriz de generación de energía eléctrica actual, en un recorrido de 100 km. Por lo tanto, bajo el supuesto de reemplazar la flota actual de transporte público de combustión interna a una eléctrica, representaría una mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub>e de 71 kgCO<sub>2</sub>e/100 km. Esta reducción resulta de comparar la emisión de 123 kgCO<sub>2</sub>e/100 km correspondiente al transporte público basado en un sistema de combustión interna, con los 52 kgCO<sub>2</sub>e/100 km que resultarían de cargar los vehículos eléctricos en términos de la matriz energética actual.

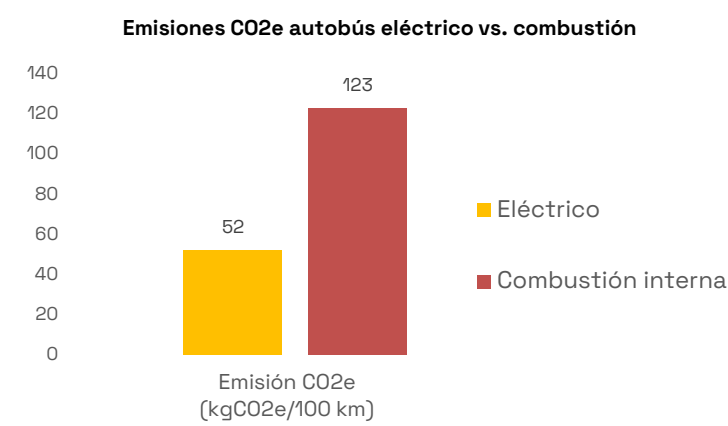


Gráfico 4. Emisiones CO<sub>2</sub>e autobús eléctrico vs. Combustión

En el Gráfico 4 se muestra esta diferencia, observándose una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e del 58%. Como comparación, la reducción de emisiones de un vehículo liviano en México llega a superar un 66%.

De acuerdo con los datos de INEGI, en 2022 la red de transporte público de pasajeros Metrobús en la Ciudad de México, recorrió 57 millones de kilómetros. Si consideramos la distancia anual total recorrida por el transporte público, el potencial de mitigación de emisiones sería de 40.5 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e. Pero, ¿cómo podemos visualizar una tonelada de este gas? En términos gráficos (Figura 4), una tonelada de CO<sub>2</sub> equivale al volumen de una alberca de aproximadamente 10 metros de ancho, 25 de largo y 2 metros de profundidad. Ahora imaginen 40 mil de estas albercas eliminadas de la atmósfera al año por hacer el cambio a tecnologías menos contaminantes en el transporte público de la Ciudad de México (Miteco, s/f). También se podría hacer la equivalencia en árboles. En promedio, un árbol en ciudad absorbe 21 kgCO<sub>2</sub>/año (EPA, 2019). Por lo que para abatir 1 tonelada de CO<sub>2</sub>, necesitaríamos tener ya plantados 47 árboles que absorbieran CO<sub>2</sub> durante 1 año. Para representar las 40.5 mil toneladas de CO<sub>2</sub> abatidas en este ejercicio por el cambio a autobuses eléctricos, equivaldría al trabajo que hacen 1.9 millones de árboles removiendo CO<sub>2</sub> de la atmósfera durante 1 año.

¿Cómo podemos visualizar 1 tonelada de CO<sub>2</sub>?

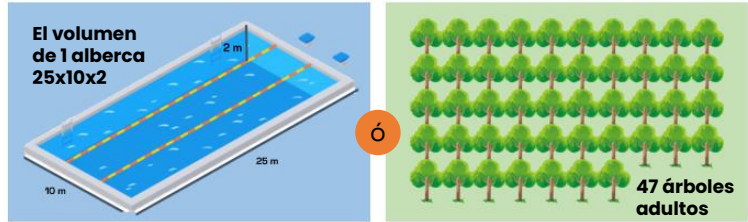


Figura 4. Equivalencias de 1 tonelada de CO<sub>2</sub>. Elaboración propia. Los estudios sobre los efectos del calor extremo en la salud muestran que cada día adicional de temperaturas extremadamente altas supone un aumento del gasto sanitario de aprox. 5.7 millones de USD. Se ha demostrado que el calor extremo puede afectar de forma diferente a las distintas poblaciones, lo que explica, en parte, que los residentes hombres, en zonas rurales y desempleados, son más vulnerables. Además, un aumento excesivo de temperatura afecta a la salud en el largo plazo al reducir la actividad física y los desplazamientos a pie, lo que aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Chen et al., 2023).

Para calcular el impacto del transporte en la calidad del aire, se estimaron las emisiones utilizando el mismo rendimiento cada 100 km, multiplicándolo por el factor de emisión específico de cada contaminante (Tabla 1).

Tabla 1. Factores de emisión por contaminante.

| Contaminante                           | Factor de emisión | Unidad |
|----------------------------------------|-------------------|--------|
| Material particulado (PM)              | 0.07309           | g/km   |
| Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) | 6.26039           | g/km   |
| Óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> )    | 0.00837           | g/km   |

Para un recorrido de 100 km, el total de contaminantes emitidos por un autobús de diésel resulta en 634 gramos. Si se considera la distancia anual recorrida por el transporte público en la CDMX (57 millones de kilómetros), el total de contaminantes emitidos al aire por el transporte público es de, aprox. 364 toneladas.

En este sentido, el beneficio del motor eléctrico es directo. Al no generar gases de escape durante la circulación se ahorra el 100% de las emisiones que generan los vehículos de combustión interna al operar, únicamente produciendo este tipo de emisiones en otras fases del ciclo de vida, por ejemplo en la generación de energía asociada a la recarga de los vehículos .

Las pruebas sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud son abrumadoras. En los últimos cinco años se han publicado alrededor de 12 artículos diarios sobre salud y contaminación atmosférica en PubMed. Estos muestran una mejora significativa de la mortalidad o la morbilidad tras la reducción de la contaminación atmosférica. Por ejemplo, en las 100 ciudades estadounidenses más contaminadas, una reducción de 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> ocasionó una mejora de la esperanza de vida de 7 meses (Sunyer & Rivas, 2022). Además de mejorar la calidad del aire y la salud humana, la adopción de la electromovilidad también podría tener un impacto positivo en la economía de México. En concreto, los costos económicos de la contaminación del aire en la Unión Europea se han estimado en alrededor de 1.4 billones de euros al año, lo que equivale al 10% del PIB de la Unión Europea (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2020). Se estima que la transición hacia la electromovilidad podría ahorrar a la Unión Europea entre 200 y 500 mil millones de euros al año en costos de salud relacionados con la contaminación del aire (IEA, 2020). En México, los costos económicos de la contaminación del aire también son significativos y la adopción de la electromovilidad podría ayudar a reducirlos. Según el estudio de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la adopción de vehículos eléctricos podría reducir los costos de salud relacionados con la contaminación del aire en México en un 50% para 2030 (IEA, 2020).



## Conclusión

El aumento constante de la población y sus necesidades de transporte traen consigo el crecimiento del parque vehicular. Hoy en día, nuestras calles están en su mayoría ocupadas por vehículos que queman combustibles fósiles, lo que implica que las emisiones de fuentes móviles sean consideradas como parte de la problemática ambiental. Reducir la contaminación emitida por el transporte es necesario para mejorar la calidad del aire y disminuir las emisiones asociadas al calentamiento global en todo el país. No existe una única solución. Para impulsar medidas de transporte más sostenibles, es importante explorar todas las soluciones disponibles, incluyendo la reducción del número de vehículos que circulan por las calles. Todas las medidas que podamos adoptar para reducir el desplazo forzoso por conducción (ya sea de vehículos de gasolina o eléctricos) contribuirán a reducir las emisiones. Es decir, compartir los viajes en vehículos ligeros, utilizar el transporte público y facilitar los desplazamientos a pie y en bicicleta son soluciones importantes al cambio climático.

Pero para los desplazamientos en vehículo personal que no podemos evitar hoy en día, promover el uso de transporte público para disminuir la cantidad de vehículos con un solo pasajero en las calles y, al mismo tiempo, considerar el cambio a tecnologías eléctricas, disminuiría la cantidad de emisiones que producimos. Este artículo presentó un análisis del potencial impacto de la electrificación del transporte público en la Ciudad de México. Para estimar la disminución de emisiones al utilizar autobuses eléctricos para transporte público en lugar de los autobuses de combustión interna, se siguió una metodología que contempla el consumo específico de ambas tecnologías y el factor de emisión del sistema eléctrico nacional de México. Se estimó que, bajo el supuesto de electrificación, se lograría mitigar 40.5 mil toneladas de CO<sub>2</sub> al año, equivalente a la absorción de CO<sub>2</sub> realizada por 1.9 millones de árboles adultos; y 364 toneladas de contaminantes tóxicos, en donde las emisiones más significativas serían de contaminantes tipo NO<sub>x</sub>.

Lo anterior evidencia que, a medida que el mundo persigue la visión de un mercado del transporte descarbonizado y más responsable con el medio ambiente y las personas, la contribución de los vehículos eléctricos sin duda será significativa.

En resumen, en este artículo se exponen 4 ideas centrales:

1. Los vehículos eléctricos impactan en: (i) el cambio climático, al reducir emisiones de gases de efecto invernadero; (ii) la economía, por cuidar la productividad y disminuir los costos de salud pública; y (iii) nuestra salud, por la reducción de contaminantes tóxicos.
2. Considerando toda su vida útil (desde la extracción de materias primas hasta la disposición final) los vehículos eléctricos son una medida de mitigación del cambio climático al tener una menor huella de carbono, particularmente cuando se les da un uso intensivo y recorren grandes cantidades de kilómetros.
3. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero aumenta cuando la matriz energética de la región donde se hace la recarga del vehículo tiene una mayor penetración de energías limpias.
4. La electrificación del transporte público puede ser una pieza clave en la evolución de la industria de los autos eléctricos.

## Autores

**Ana Cecilia Garza Cortez**, *Egresada de la Especialidad en Administración Energética de EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey*

**Osmar Hazael Zavaleta Vázquez**, *Profesor del Departamento de Finanzas y Economía de Negocios de EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey*

**Victor Humberto Gutiérrez Campos**, *Líder Nacional de Energía del Tecnológico de Monterrey*

**Yolanda Villegas González**, *Directora Legal de Cumplimiento y Relaciones Institucionales en VEMO*

**Andrea Alvarez Rocha**, *Líder de ESG en VEMO*

## Acerca de VEMO

VEMO es una empresa mexicana que busca acelerar la adopción de tecnologías de movilidad limpia a través de soluciones integrales que incluyen: (i) vehículos, (ii) infraestructura de recarga y (iii) tecnología e inteligencia de datos para gestión de flotas, como componentes que conforman el ecosistema de movilidad limpia. VEMO aspira a ser una fuerza transformadora de la movilidad que mejore la vida urbana a través de calles con menos ruido, aire más limpio, y acceso a viajes más cómodos y seguros. Asimismo, perseguimos un modelo de operaciones con empleos sustentables de alto impacto y ofrecemos soluciones que promueven la inclusión financiera.

## Acerca de EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey

EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey ha construido una reputación mundialmente reconocida como la institución líder en educación empresarial en América Latina, cuyo propósito radica en repensar el futuro de los negocios para que impacten en el desarrollo sostenible de Latinoamérica. El modelo académico y la cultura de aprendizaje liderados por la innovación, los programas reconocidos mundialmente, los distinguidos profesores de clase mundial, la destacada comunidad global de egresados y el riguroso enfoque en la aplicación del conocimiento para el impacto, han contribuido a la posición de EGADE Business School como la mejor escuela de negocios de América Latina de acuerdo con diferentes organizaciones reconocidas internacionalmente. EGADE Business School es miembro de un selecto grupo que representa sólo el uno por ciento de las escuelas de negocios de todo el mundo que cuentan con la "triple corona", la acreditación que reconoce la excelencia en educación empresarial a nivel global certificada por la Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB), la Association of MBAs (AMBA), y el European Quality Improvement System (EQUIS). La Escuela es miembro de la Global Network for Advanced Management, una red de 32 escuelas de negocios líderes en diversas regiones, países, culturas y economías en diferentes fases de desarrollo, comprometida en contribuir a través de la educación empresarial con soluciones para los principales y complejos retos globales. #EGADE. Challenge the Present, Shape the Future

# Bibliografía

1. Carbon Trust. (2018). Propuesta y análisis de una Estrategia de Electromovilidad para la Ciudad de México 2018-2030. Itam.mx. [http://centrodeenergia.itam.mx/sites/default/files/centrodeenergiasitam.mx/noticias/aadjuntos/2018/12/estrategia\\_electromovilidad\\_carolina\\_inclan.pdf](http://centrodeenergia.itam.mx/sites/default/files/centrodeenergiasitam.mx/noticias/aadjuntos/2018/12/estrategia_electromovilidad_carolina_inclan.pdf)
2. Propuesta metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades. (2010). Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=343>
3. Gobierno de México (2015). Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.
4. Useros Fernández, J.L.. (2012). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales.
5. NASA (2020). Los efectos del cambio climáticos. <https://climate.nasa.gov/efectos/>
6. Amortila, et al (2019). Controversy about car pollution: the electric vehicle or the classic vehicle?. "Dinarea de Jos" University of Galati, Romania.
7. Song, et al (2017). Could urban electric public bus really reduce the GHG emissions: A case study in Macau? Journal of Cleaner Production 172 (2018) 2133-2142.
8. Comisión Reguladora de Energía (CRE) (2019). Factor de emisión del sistema eléctrico nacional.
9. Statista (2018). Número de habitantes en México en junio de 2018, por entidad federativa. <https://es.statista.com/estadisticas/575948/numero-de-personas-en-mexico-por-entidad-federativa/>
10. INEGI (2018). Parque vehicular nacional. [https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/default.html#Informacion\\_general](https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/default.html#Informacion_general)
11. World Nuclear Association (2011). Comparison of lifecycle greenhouse gas emissions of various electricity generation sources. WNA Report.
12. U.S. Energy Information Administration (EIA). Table A3. Carbon dioxide uncontrolled emission factors. [https://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa\\_a\\_03.html](https://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa_a_03.html)
13. U.S. Energy Information Administration (EIA) (Reviewed 2020). Table A6. Approximate heat rates for electricity, and heat content of electricity. [https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec12\\_7.pdf](https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec12_7.pdf)
14. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). CUENTAS ECONÓMICAS Y ECOLÓGICAS DE MÉXICO 2020. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/ee/CtasEcmcasEco2020.pdf>
15. Sunyer, J., & Rivas, I. (2022). Air pollution and health, 20 years later. Medicina Clínica (English Edition), 159(7), 334-335. <https://doi.org/10.1016/j.medcle.2022.08.011>
16. Chen, F., Zhang, X., & Chen, Z. (2023). Behind climate change: Extreme heat and health cost. Structural Change and Economic Dynamics, 64, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.12.007>
17. WHO. (2021, 30 octubre). Cambio climático y salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
18. International Energy Agency (IEA). (2020). Global EV Outlook 2020. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>
19. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Monitoreo de la calidad del aire. <https://sinaica.inecc.gob.mx/>
20. World Health Organization (WHO). (2018). Ambient air pollution: Health impacts. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-air-pollution-health-impacts>
21. Reichmuth, D., Dunn, J., Houston, S., & Martin, J. (2020, febrero 11). Are electric vehicles really better for the climate? Yes. Here's why. The Equation. <https://blog.ucsusa.org/dave-reichmuth/are-electric-vehicles-really-better-for-the-climate-yes-heres-why/>
22. Miteco (s/f). ¿Cuánto es una tonelada de CO? Gob.es. Recuperado el 3 de abril de 2023, de [https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cuanto\\_es\\_1t\\_co2\\_tcm30-70715.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cuanto_es_1t_co2_tcm30-70715.pdf)
23. EPA. (2019). Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero - Cálculos y referencias. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos>