

# ¿Son los autos eléctricos una medida para alcanzar un transporte sostenible en las ciudades?

**Dr. Sergio Quezada García \***

**Dra. Azucena Escobedo Izquierdo**

Universidad Nacional Autónoma de México

**Dr. Érick Espinosa Martínez**

Universidad del Valle de México

**Dr. Gilberto Espinosa Paredes**

Universidad Nacional Autónoma de México

*sequga@gmail.com*



## Resumen

El sector transporte en las ciudades incrementa de manera importante la contaminación acústica y la contaminación del aire; lo cual favorece el cambio climático. Por lo tanto, contar con un sistema de transporte sostenible es indispensable para disminuir las emisiones de gases contaminantes, reducir la congestión vehicular, disminuir el tiempo de traslado y mejorar el nivel de vida de las personas. Algunas de las estrategias propuestas consisten en sustituir los automóviles convencionales por autos eléctricos, reducir el kilometraje, disminuir el número de vehículos automotor en las calles, mejorar el sistema de transporte público y realizar nuestros recorridos a pie, bicicleta o patines. El presente trabajo tiene como objetivo contestar dos preguntas: la primera, ¿la adopción de autos eléctricos ayudará a construir un sistema de transporte sostenible? y la segunda, ¿hay otras medidas factibles para lograr un transporte sostenible? Para responder estas preguntas se proporcionan algunos datos sobre los autos eléctricos y las implicaciones que tiene su adopción a gran escala. Posteriormente, se explica en qué consiste la movilidad activa, algunas de sus ventajas y algunas de las barreras a las que se enfrenta.

## Introducción

**E**n las grandes ciudades, la movilidad urbana y el transporte son factores importantes en el nivel de vida de las personas que circulan por ellas. Sin embargo, el sector transporte incrementa de manera importante la contaminación acústica, la contaminación del aire y suele provocar congestión del tráfico vehicular; lo cual favorece el cambio climático y el efecto de isla urbana de calor.

El efecto de isla urbana de calor consiste en tener una mayor temperatura en las ciudades como consecuencia de la falta de vegetación, el aumento de las superficies impermeables (como los techos y el asfalto), las abundantes fuentes de calor (por ejemplo, las industrias y vehículos impulsados por combustibles de origen fósil) y las altas concentraciones de gases de efecto invernadero.

Lo anterior tiene impactos negativos en el ambiente y, por lo tanto, en la salud de las personas [1]. Se estima que la contaminación atmosférica está relacionada con millones de muertes prematuras cada año [2].

A nivel mundial, el sector transporte consume alrededor de 49.24% de los productos petrolíferos, que representa el 31.17% del consumo total energético y produce el 32.13% de las emisiones de gases de efecto invernadero [3]. Durante 2022 en México el sector transporte representó el 47.5% del consumo total de energía; de este consumo, 90.6% se debió al autotransporte [4]. Por lo tanto, para frenar el cambio climático y el efecto de isla urbana de calor es necesario reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector transporte (Figura 1). Durante el confinamiento debido a la pandemia del coronavirus SARS-CoV-2 se dio una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en este sector [5]. Bajo las políticas actuales, tanto la demanda de movilidad como las emisiones

del transporte seguirán creciendo hasta 2050; solamente se conseguirán reducciones importantes bajo escenarios con políticas de alta ambición en mitigación [6].

Ciertos estudios indican que algunas estrategias para lograr un transporte sostenible consisten en reducir el kilometraje y, por lo tanto, el consumo de combustible mediante la aplicación de distintos tipos de impuestos sobre los combustibles fósiles y los automóviles altamente contaminantes [7], [8]. Otras estrategias son mejorar los combustibles alternativos y promover los automóviles ecológicos. El transporte eléctrico se destaca como una solución necesaria para reducir la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero.



**Figura 1.** Automóviles emitiendo gases contaminantes en la ciudad.

Los gobiernos de todo el mundo planean adoptar los vehículos eléctricos para construir un sistema de transporte sostenible [9]; específicamente, se planea que los usuarios de autos convencionales realicen una transición hacia autos eléctricos. En este punto surge la pregunta: ¿la adopción de autos eléctricos ayudará a construir un sistema de transporte sostenible? A continuación, intentaremos brindar información suficiente al lector para responderla.

## Algunos conceptos clave

A continuación, se explican brevemente algunos conceptos para ayudar a responder la pregunta de investigación planteada.

### Transporte sostenible

La sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas, al tiempo que busca el bienestar social, económico y ambiental. De esta manera, el transporte sostenible tiene que ver con el desarrollo de soluciones de movilidad que contribuyan a reducir significativamente la emisión de contaminantes atmosféricos, sean accesibles para toda la población y además brinden seguridad y cuiden la salud pública [10].

### Combustibles alternativos

Algunos combustibles alternativos son etileno y metanol producidos a partir de biomasa; así como etanol, distintos tipos de biodiésel y el hidrógeno verde, rosa y amarillo producidos a partir de fuentes renovables, nucleares y solares, respectivamente [11]. Con la sustitución de combustibles fósiles tradicionales se pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, la producción y uso de combustibles alternativos también tiene impactos negativos en el ambiente y la salud pública.

### Automóvil ecológico

Los automóviles ecológicos utilizan tecnologías que parecen ser más limpias en comparación con los vehículos convencionales que queman gasolina o diésel. Algunos ejemplos son automóviles a etanol y biodiesel, de celda de combustible (hidrógeno), híbridos, eléctricos y solares que se encuentran en desarrollo o con una incipiente comercialización.

En la siguiente sección analizaremos si los autos eléctricos forman parte del transporte sostenible.

## Autos eléctricos

Recordemos que una de las características del transporte sostenible es que debe contribuir a reducir la emisión de contaminantes atmosféricos. Los autos eléctricos permiten sustituir derivados del petróleo (gasolina y diésel) por electricidad como fuente de energía. De esta manera, el uso masivo de autos eléctricos implica un aumento de la demanda de energía eléctrica. Por lo tanto, la disminución de emisiones depende de las fuentes utilizadas para producir la electricidad [12]. Es decir, si la electricidad se produce a partir de fuentes fósiles no se tendrá una reducción real de emisiones.

En 2022, alrededor del 61.3% de la electricidad producida en el mundo provino de fuentes de origen fósil; mientras que en México el porcentaje fue aún mayor, ya que representó más del 70% [13] (Figura 2).

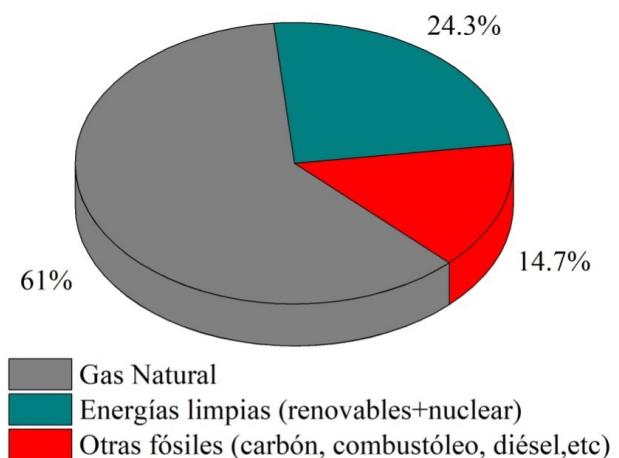


Figura 2. Generación eléctrica por fuente en México (SENER, 2023).

Por otra parte, el uso a gran escala de autos eléctricos enfrenta barreras debido a su mayor costo inicial, la limitada autonomía de las baterías, la falta de estaciones de recarga [14], el tiempo empleado para cargar el vehículo y el impacto negativo a los sistemas eléctricos debido a su recarga masiva [15]. Esta última barrera se refiere a que la recarga simultánea

de autos eléctricos puede provocar problemas en la calidad de energía como caídas de tensión, armónicos y desequilibrios trifásicos, entre otros.

Se han propuesto soluciones para superar estas barreras. Por ejemplo, la limitada autonomía de la batería puede resolverse mediante el aumento de su capacidad [16]. Sin embargo, las baterías representan una parte importante del precio de los autos eléctricos [7], pudiendo representar hasta el 50% del costo del vehículo si se requiere reemplazar (por ejemplo, Tesla Model 3). Además, su fabricación requiere enormes cantidades de materia prima y energía, obtenida en algunos casos a partir de fuentes fósiles. De acuerdo con el Instituto de Energías Renovables, una batería de litio para un auto eléctrico tiene una masa promedio de 1000 kg y se requieren aproximadamente 470 mil kg de roca y tierra para obtener los minerales necesarios para fabricarla [17]. Asimismo, los autos eléctricos tienden a ser más pesados que sus homólogos de combustión interna debido a sus grandes baterías, por lo que requieren más energía para impulsarse.

Otra posible solución es la instalación de carreteras eléctricas (también llamadas eRoads) para viajes de larga distancia con el fin de reducir el tamaño de las baterías y así sus costos [18].

Para incentivar la compra de autos eléctricos a pesar de su mayor costo inicial, se ha propuesto otorgar subsidios a los compradores, imponer mayores impuestos a los autos de combustión interna [7], apoyar infraestructura de recarga y otorgar privilegios en su conducción como acceso a autopistas y carriles especiales. La implementación de estas medidas puede ser muy eficaz para acelerar su adopción [19].

Sin embargo, un estudio reciente indica que en Estados Unidos los autos eléctricos se adquieren con frecuencia como vehículos complementarios en hogares con varios autos [20] y además son sustituidos por nuevas unidades en menos de 4 años [21].

Y entonces, ¿hay otras medidas factibles para lograr un transporte sostenible?

Sí, algunas de ellas son el uso compartido del automóvil, el transporte público y la movilidad activa. A continuación, explicaremos brevemente en qué consiste cada una, algunas de sus ventajas y los principales obstáculos que enfrentan.

## Medidas factibles para lograr un transporte sostenible

### Coche compartido

Una medida para disminuir el número de vehículos en circulación es el coche compartido, que consiste en compartir el automóvil con varias personas que realizan el mismo trayecto. Esta medida ayuda a reducir la necesidad de plazas de estacionamiento, disminuye la contaminación atmosférica y reduce la congestión vehicular, lo cual podría disminuir el tiempo de traslado.

### Transporte público

Otra medida es construir un sistema de transporte público sostenible e inclusivo que tome en cuenta factores como el tiempo de viaje, la seguridad, la limpieza, la comodidad, el equipamiento de los vehículos y estaciones, horarios extendidos de operación (preferentemente 24 horas) y accesibilidad para todos los usuarios. Una sola unidad de transporte público puede sustituir un gran número de automóviles individuales (por ejemplo, un metrobus puede

sustituir más de 100 automóviles), reduciendo así congestión y emisiones, con costos reducidos para los usuarios.

## Movilidad activa

La movilidad activa consiste en trasladarse realizando actividad física; por ejemplo, caminar o usar bicicleta, patines o scooter (Figura 3).



Figura 3. Ejemplos de movilidad actividad.

Esto permite moverse de forma respetuosa con el ambiente, ya que no genera ruido ni emisiones contaminantes; adicionalmente, tiene beneficios económicos y para la salud. Se ha comprobado que la movilidad activa se asocia con menor probabilidad de padecer sobrepeso, diabetes e hipertensión en comparación con quienes usan auto privado [22]. También da acceso a la movilidad a grupos de la población sin auto privado, por lo que promueve inclusión social. Por todo lo anterior, puede considerarse el modo de transporte más sostenible en las ciudades [23].

Sin embargo, la movilidad activa implica una mayor exposición a contaminantes atmosféricos; aunado a esto, la infraestructura mal diseñada (Figuras 4 y 5) y la conducción peligrosa de automovilistas desalientan los desplazamientos a pie y en bicicleta [22].

Tanto el transporte público como la movilidad activa requieren diseño y mantenimiento de infraestructura adecuada para peatones, ciclistas y pasajeros. Por ejemplo, calles peatonales, banquetas anchas y libres de obstáculos; carriles seguros para bicicleta y lugares de aparcamiento; unidades de transporte limpias, seguras y cómodas. Esta infraestructura debe garantizar accesibilidad a todo tipo de usuarios, incluidos adultos mayores, jóvenes, niños y personas con discapacidad; es decir, debe garantizar la seguridad de los “usuarios vulnerables en las vías públicas”. Su adopción no es tan rápida como se esperaría, ya que existe una preferencia marcada por el uso de auto privado, incluso si en las ciudades la tendencia es conducir menos de 100 km al día [24].



Figura 4. Banqueta mal diseñada debido a que es demasiado estrecha y tiene obstáculos para los peatones.



Figura 5. Ejemplo de una ciclovía peligrosa debido a que no hay división física para los automóviles [25].

# Ciencias Aplicadas

Quezada García et al.

¿Son los autos eléctricos una medida para alcanzar un transporte sostenible en las ciudades?

Ciencia Vital, Vol. 3. No. 4 octubre-diciembre 2025.

En la Tabla 1 se muestran las emisiones de dióxido de carbono y la energía necesaria para trasladarse 1 km; también se muestra la ocupación promedio del medio de transporte. Se observa que si bien los vehículos eléctricos tienen menores emisiones y consumo de energía, no son comparables con el transporte público, especialmente con el metro. Por otro lado, las alternativas más amigables con el ambiente son la bicicleta y la caminata; es decir, la movilidad activa.

**Tabla 1.** Comparativa de emisiones, energía y cantidad de usuarios por tipo de transporte (elaboración propia con información de las fuentes citadas).

Tipo	Emisiones (gCO <sub>2</sub> e/km)	Energía (MJ/km)	Ocupación (personas)
Automóvil	150 - 220	0.7 - 1.3	1.4 - 1.6
Automóvil eléctrico	60 -120	0.7 - 1.3	1.4 - 1.6
Autobús	60 - 100	0.2 - 0.5	25 - 40
Metro	15 -50	0.1 - 0.2	+100
Bicicleta	0	0	1
Caminata	0	0	1

## Conclusiones

¿La adopción de autos eléctricos ayudará a construir un sistema de transporte sostenible?

La respuesta es no. Los autos eléctricos, por sí solos, no son la respuesta para alcanzar un transporte sostenible. Es incuestionable que contribuyen de manera importante si se acompañan con la producción de electricidad a partir de energías limpias y políticas públicas que prioricen el transporte público y la movilidad activa. La electrificación reduce emisiones de ciclo de vida frente a los vehículos de combustión interna, pero no es suficiente para un sistema urbano sostenible sin la debida planificación que la complemente con electricidad “verde” [26].

¿Hay otras medidas factibles para lograr un transporte sostenible?

La respuesta es sí. Otras medidas son el transporte público y la movilidad activa.

Un entorno “tóxico” puede ir más allá de la contaminación e incluir discriminación y privilegios para unos cuantos; una ciudad sin banquetas adecuadas, comunidades cerradas e inseguridad privilegia el uso del automóvil, con lo que la gente más rica tiene más derechos [27]. Por desgracia, la transición de autos de combustión interna a autos eléctricos parece incrementar este ambiente “tóxico”.

Además, la adopción masiva de autos eléctricos no contribuirá a disminuir la contaminación atmosférica a menos que se sustituyan fuentes fósiles por energías limpias; esto sin mencionar la enorme cantidad de materia prima que se requiere para fabricar baterías mediante minería, una actividad altamente contaminante. También se requiere gran inversión en infraestructura de recarga y posibles carreteras eléctricas; dicha inversión podría utilizarse para promover medios de transporte más accesibles y sostenibles.

Para alcanzar un sistema de transporte sostenible se debe promover e invertir en infraestructura para transporte público y movilidad activa, teniendo en cuenta el bienestar de la población como principal objetivo. Esto reducirá la propiedad y uso del auto privado al mismo tiempo que disminuirán las desigualdades, con beneficios en salud pública y calidad de vida. Por lo tanto, el transporte público y la movilidad activa deberían ser la piedra angular de las estrategias para disminuir la contaminación acústica, la contaminación del aire y la congestión del tráfico vehicular.

## Referencias

- [1] E.-M. Vătămănescu, L. Nicolescu, P. Gazzola, y S. Amelio, "Integrating smart mobility and electric car sharing adoption in a common framework: Antecedents and mediators," *Journal of Cleaner Production*, vol. 418, p. 138254, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138254>
- [2] H. Ritchie y V. Rosado, "Fossil fuels," *Our World in Data*, 2017. Disponible en: <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
- [3] P. Friedlingstein et al., "Global Carbon Budget 2023," *Earth System Science Data*, vol. 15, pp. 5301–5369, 2023. doi: <https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>
- [4] Secretaría de Energía (SENER), "Balance Nacional de Energía 2022," 2023. Disponible en: <https://base.energia.gob.mx/BNE/BalanceNacionalDeEnerg%C3%ADa2022.pdf>
- [5] C. Brand et al., "The climate change mitigation impacts of active travel: Evidence from a longitudinal panel study in seven European cities," *Global Environmental Change*, vol. 67, p. 102224, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102224>
- [6] International Transport Forum (ITF), "ITF Transport Outlook 2023," OECD Publishing, París, 2023. doi: <https://doi.org/10.1787/b6cc9ad5-en>
- [7] F. Asgarian, S. R. Hejazi, y H. Khosroshahi, "Investigating the impact of government policies to develop sustainable transportation and promote electric cars...," *Applied Energy*, vol. 347, p. 121434, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121434>
- [8] I. A. Nienhueser y Y. Qiu, "Economic and environmental impacts of providing renewable energy for electric vehicle charging," *Applied Energy*, vol. 180, pp. 256–268, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.121>
- [9] Y. Nie, M. Ghamami, A. Zockaei, y F. Xiao, "Optimization of incentive policies for plug-in electric vehicles," *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 84, pp. 103–123, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.12.011>
- [10] J. Axsen y B. Sovacool, "The roles of users in electric, shared and automated mobility transitions," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 71, pp. 1–21, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.012>
- [11] B. Shirizadeh y P. Quirion, "Long-term optimization of the hydrogen-electricity nexus," *Energy Policy*, vol. 181, p. 113702, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113702>
- [12] G. Cerruti, M. Chiola, V. Bianco, y F. Scarpa, "Impact of electric cars deployment on the Italian energy system," *Energy and Climate Change*, vol. 4, p. 100095, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2023.100095>
- [13] SENER, "Balance Nacional de Energía 2022," 2023. Disponible en: <https://base.energia.gob.mx/BNE/BalanceNacionalDeEnerg%C3%ADa2022.pdf>
- [14] M. K. Hidrue, G. R. Parsons, W. Kempton, y M. P. Gardner, "Williness to pay for electric vehicles and their attributes," *Resource and Energy Economics*, vol. 33, pp. 686–705, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2011.02.002>
- [15] S. Bellocchi et al., "Positive interactions between electric vehicles and renewable energy sources...," *Energy*, vol. 161, pp. 172–182, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.068>
- [16] Institute for Energy Research (IER), "EV Battery Factory in Kansas to be Powered by Coal...," 2023. Disponible en: <https://www.instituteforenergyresearch.org/fossil-fuels/coal/ev-battery-factory-in-kansas-to-be-powered-by-coal-at-least-temporarily/>
- [17] D. Connolly, "Economic viability of electric roads compared to oil and batteries," *Energy Strategy Reviews*, vol. 18, pp. 235–249, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.09.005>
- [18] N. Wang, L. Tang, W. Zhang, y J. Guo, "How to face the challenges caused by the abolishment of subsidies for electric vehicles in China?," *Energy*, vol. 166, pp. 359–372, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.006>
- [19] J. Squalli, "Greening the roads: Assessing the role of electric and hybrid vehicles in curbing CO<sub>2</sub> emissions," *Journal of Cleaner Production*, vol. 434, p. 139908, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139908>
- [20] N. Parekh y T. Campau, "Average Age of Light Vehicles in the US Hits Record High...," S&P Global Mobility, 2023. Disponible en: <https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/average-age-of-light-vehicles-in-the-us-hits-record-high.html>
- [21] L. Sagaris y I. Tiznado-Aitken, "New horizons for sustainable transport planning," *Journal of Transport & Health*, vol. 28, p. 101544, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101544>
- [22] N. Giuffrida, A. Molter, F. Pilla, y P. Carroll, "Feasibility of a simplified index to improve active mobility infrastructure," *Transportation Research Procedia*, vol. 72, pp. 2309–2316, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.721>
- [23] E. De Troya, "Ciclovía emergente sobre Insurgentes," Fotografía, Flickr, 2020. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/eneras/49961760992/>
- [24] IPCC, \*Climate Change 2022: The Physical Science Basis\*, Cambridge University Press, 2022. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- [25] D. Byrne, \*Diarios de bicicleta\*. Sexto Piso, 2011.

