

Competitividad de los vehículos eléctricos en el transporte particular: análisis económico, energético y ambiental en la zona oriente del Estado de México

Competitiveness of electric vehicles in private transport: economic, energy, and environmental analysis in the eastern region of the State of Mexico

Paul Iván Cárdenas Gamiño

Licenciatura en Ingeniería en Transporte

Centro Universitario de Nezahualcóyotl, Universidad Autónoma del Estado de México

ORCID 0009-0000-0791.6527

Paulcrgo@hotmail.com

Juan Antonio Jiménez García

Centro Universitario de Nezahualcóyotl, Universidad Autónoma del Estado de México

ORCID 0000-0002-7303-1284

. jajimenezg@uaemex.mx

Noé Gaspar Sánchez

Centro Universitario de Nezahualcóyotl, Universidad Autónoma del Estado de México

ORCID - 0000-0000-4597-8865

. noecorriendo@hotmail.com

RESUMEN

El sector transporte es uno de los principales consumidores de energía y generadores de emisiones contaminantes en zonas urbanas, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas más eficientes y sostenibles. En este contexto, los vehículos eléctricos han surgido como una opción viable; sin embargo, su competitividad frente a los vehículos de combustión interna depende de múltiples factores económicos, energéticos y ambientales. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la competitividad de los vehículos eléctricos en el transporte particular mediante un análisis comparativo con vehículos de combustión interna en la zona oriente del Estado de México. Se desarrolló un enfoque cuantitativo basado en indicadores clave, incluyendo costo por kilómetro, costos operativos, consumo energético y emisiones de CO₂. Asimismo, se integraron herramientas de evaluación financiera como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), con un horizonte de evaluación de ocho años. Los resultados muestran que los vehículos eléctricos presentan una mayor competitividad en escenarios de uso intensivo, debido a sus menores costos operativos y mayor eficiencia energética. Aunque el costo inicial es más elevado, este se compensa

en el corto plazo mediante ahorros en consumo energético, generando beneficios económicos significativos a mediano plazo. Desde el punto de vista ambiental, los vehículos eléctricos reducen de manera importante las emisiones directas, contribuyendo a mejorar la calidad del aire en zonas urbanas. Se concluye que la competitividad de los vehículos eléctricos depende principalmente de la intensidad de uso, el diferencial de costos energéticos y las condiciones del entorno urbano. No obstante, su adopción requiere el fortalecimiento de infraestructura de recarga y políticas públicas que incentiven su implementación en el sistema de transporte.

Palabras clave: Competitividad, Movilidad eléctrica, Vehículos eléctricos, Eficiencia energética, Costos operativos, Transporte urbano.

ABSTRACT

The transportation sector is one of the main consumers of energy and contributors to pollutant emissions in urban areas, which has driven the search for more efficient and sustainable alternatives. In this context, electric vehicles have emerged as a viable option; however, their competitiveness compared to internal combustion vehicles depends on multiple economic, energy, and environmental factors. This study aims to evaluate the competitiveness of electric vehicles in private transportation through a comparative analysis with internal combustion vehicles in the eastern region of the State of Mexico. A quantitative approach was developed based on key indicators, including cost per kilometer, operational costs, energy consumption, and CO₂ emissions. Financial evaluation tools such as Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) were also applied, considering an eight-year evaluation horizon. The results show that electric vehicles demonstrate greater competitiveness under intensive usage scenarios due to their lower operating costs and higher energy efficiency. Although the initial investment is higher, it is offset in the short term through energy cost savings, generating significant economic benefits in the medium term. From an environmental perspective, electric vehicles significantly reduce direct emissions, contributing to improved air quality in urban areas. It is concluded that the competitiveness of electric vehicles is primarily determined by usage intensity, energy cost differentials, and urban conditions. However, their adoption requires the strengthening of charging infrastructure and the implementation of public policies that promote their integration into the transportation system.

Keywords: Competitiveness, Electric mobility, Electric vehicles, Energy efficiency, Operational costs, Urban transport.

INTRODUCCIÓN

Problema del transporte urbano y contaminación

En las últimas décadas, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) ha enfrentado retos críticos respecto a la saturación de sus vías de comunicación y el deterioro de la calidad del aire. El crecimiento desmedido del parque vehicular particular ha convertido al transporte en una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y partículas suspendidas. Esta problemática no solo incide en contingencias ambientales recurrentes, sino que impacta de manera directa en la salud pública y en la eficiencia económica de la región, volviendo urgente la transición hacia tecnologías de movilidad limpia (Martínez Perdomo, 2009; Motor pasión, 2024).

Crecimiento de la electromovilidad

Ante este panorama, la movilidad eléctrica se posiciona a nivel global como la alternativa tecnológica más viable para descarbonizar el transporte. Aunque la evolución y perfeccionamiento de los sistemas de carga y tracción eléctrica han tomado décadas de investigación y desarrollo a nivel internacional (Duran, 2023), es en los últimos años cuando se ha observado una aceleración en su adopción masiva, impulsada por mejoras sustanciales en la autonomía, la reducción de costos de fabricación de componentes y políticas públicas globales orientadas a la sustentabilidad.

Importancia de la competitividad

Para que la transición hacia los vehículos eléctricos (VE) sea una realidad en el sector del transporte particular, no basta con sus beneficios ecológicos; la tecnología debe demostrar una competitividad integral frente a los vehículos de combustión interna (VCI). Esta competitividad se evalúa a través del Costo Total de Propiedad (TCO, por sus siglas en inglés), donde la optimización de los costos operativos, el consumo energético por kilómetro y las estrategias de mitigación de gastos logísticos juegan un papel fundamental para convencer al consumidor final (Ramos, 2020).

Contexto de la zona oriente del Estado de México

La zona oriente del Estado de México (región que comprende municipios de alta densidad demográfica como Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Ecatepec, Valle de Chalco e Ixtapaluca) presenta dinámicas de movilidad complejas. Se caracteriza por viajes pendulares masivos y de largas distancias hacia la Ciudad de México, con severos problemas de congestión vial que reducen las velocidades promedio de operación. Analizar la competitividad de los VE en este entorno específico requiere entender cómo afectan los patrones de tráfico locales al rendimiento energético y al bolsillo de los usuarios de transporte particular.

Objetivo e hipótesis del estudio

Objetivo: Evaluar la competitividad económica, energética y ambiental de los vehículos eléctricos particulares en comparación con los vehículos convencionales de combustión interna dentro de la dinámica de movilidad de la zona oriente del Estado de México.

Hipótesis: A pesar de requerir una inversión inicial significativamente mayor, los vehículos eléctricos particulares son económicamente competitivos en el mediano plazo en la zona oriente del Estado de México debido a su alta eficiencia energética urbana, menores costos de mantenimiento y la viabilidad financiera demostrada mediante indicadores de rentabilidad positivos (VAN y TIR), ofreciendo en paralelo una reducción drástica del impacto ambiental local.

MARCO TEÓRICO

Competitividad y transporte

La competitividad en el transporte se define como la capacidad de un sistema o tecnología para prestar un servicio de movilidad minimizando el consumo de recursos financieros, temporales y materiales. En entornos urbanos complejos, la eficiencia en la gestión de costos operativos directos –como el combustible y el desgaste mecánico– determina si una tecnología de transporte puede desplazar a otra en las preferencias del mercado (Ramos, 2020). Asimismo, la infraestructura vial y los flujos de mercancías y personas dictan las pautas de desgaste y rendimiento que alteran dicha competitividad (Martínez Perdomo, 2009).

Movilidad eléctrica e infraestructura de recarga

La viabilidad operativa de la movilidad eléctrica depende intrínsecamente de la madurez de su ecosistema tecnológico, el cual ha avanzado desde sistemas rudimentarios hasta cargadores inteligentes de alta potencia (Duran, 2023). Un factor crítico para el éxito del vehículo particular es la disponibilidad y accesibilidad de la infraestructura de recarga, clasificada en residencial, pública y de carga rápida; sin una red de carga distribuida estratégicamente que elimine la "ansiedad de autonomía", la adopción masiva se ve severamente limitada (Marrot, 2019).

Eficiencia energética y tecnología de baterías

Desde la perspectiva de la física de los combustibles, los hidrocarburos tradicionales poseen una alta densidad energética pero sufren de un rendimiento termodinámico limitado en motores de combustión, donde la mayor parte de la energía se disipa en forma de calor (Elvers, 2008). En contraste, el tren motriz eléctrico aprovecha eficientemente la energía almacenada en celdas electroquímicas avanzadas (baterías de ion-litio), cuya evolución ha transformado las posibilidades de la vida moderna (Islas, 2021). Además, los VE incorporan sistemas de frenado regenerativo, tecnologías capaces de recuperar la energía cinética durante las desaceleraciones para reinyectarla a la batería, una ventaja energética sin igual en el tráfico urbano intermitente (Monroy et al., 2020).

Evaluación económica (VAN y TIR)

Para determinar la viabilidad de proyectos de inversión donde compiten alternativas mutuamente excluyentes, la ingeniería económica provee herramientas matemáticas rigurosas. El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) permiten actualizar los flujos de efectivo futuros (tanto ahorros operativos como costos de mantenimiento) a valor presente utilizando una Tasa de

Recuperación Mínima Atractiva (TREMA), proporcionando una base objetiva para la toma de decisiones financieras a largo plazo (Coss Bu, 2003).

Impacto ambiental del transporte

El transporte particular basado en combustibles fósiles emite volúmenes considerables de dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado ($\text{PM}_{2.5}$), precursores del calentamiento global y de enfermedades respiratorias en zonas urbanas (Motor pasión, 2024). La cuantificación de estas emisiones es indispensable para contrastar el beneficio ambiental de un VE, cuya operación local es de cero emisiones.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

Se plantea un estudio de tipo cuantitativo, descriptivo y transversal, con un enfoque analítico-comparativo. Se evalúan y contrastan datos empíricos de rendimiento, costos financieros y factores de emisión entre dos alternativas tecnológicas para el transporte particular.

Vehículos analizados

Para asegurar la validez del análisis, se seleccionan dos modelos de vehículos de uso particular comparables en segmento y equipamiento:

1. Vehículo de Combustión Interna (VCI): Sedán compacto equipado con motor a gasolina de cuatro cilindros y transmisión automática.
2. Vehículo Eléctrico (VE): Sedán compacto 100% eléctrico equipado con una batería de ion-litio con capacidad promedio de 40 kWh y sistema de frenado regenerativo.

Variables de análisis

- Variables Económicas: Inversión inicial o costo de adquisición (I_0), costo unitario del combustible (gasolina Magna/Premium en pesos por litro) frente al costo de la energía eléctrica (tarifa doméstica CFE en pesos por kWh), costos anuales de derechos (tenencia, verificación, refrendo) y costos de seguro.
- Costos de Mantenimiento: Se modelan los costos preventivos y correctivos anuales. De acuerdo con modelos de gestión de activos, el tren motriz del VE reduce drásticamente las tareas de mantenimiento debido a que cuenta con menos piezas móviles y carece de sistemas complejos de lubricación y escape (Viveros et al., 2013).
- Variables Energéticas: Rendimiento del VCI (km/litro), rendimiento del VE (kWh/100 km) y tasa de recuperación energética por frenado regenerativo en condiciones de congestionamiento urbano.
- Variables Ambientales: Factor de emisión local de CO_2 por litro de gasolina quemado contra el factor de emisión indirecto del VE basado en la intensidad de carbono de la red eléctrica nacional (Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional).

Horizonte de evaluación

El horizonte temporal para la evaluación del proyecto de inversión se establece en 5 y 10 años, considerando un kilometraje anual promedio de 20,000 km, característico de los trayectos largos efectuados por los residentes de la zona oriente del Estado de México.

Método de cálculo

Se aplican las fórmulas clásicas de ingeniería económica (Coss Bu, 2003) para calcular el VAN y la TIR a partir de los flujos netos de efectivo generados por los ahorros en combustible y mantenimiento del VE frente al VCI:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} + \frac{VS}{(1+i)^n}$$

(imagen 1: Formula clasica de ingenieria economica)

Donde F_t representa el flujo neto del año t (Ahorro en combustible + Ahorro en mantenimiento - Gastos adicionales), i es la TREMA estipulada (ej. 12%), VS es el valor de salvamento o reventa del vehículo al final del periodo n . La TIR se determina igualando el VAN a cero.

Mexibús Línea III Chimalhuacán - Nezahualcóyotl - Pantitlán

Descripción general: La Línea III del Mexibús es la segunda línea inaugurada del sistema (30 de abril de 2013) y la única que ingresa a la Ciudad de México, conectando Chimalhuacán y Nezahualcóyotl con el CETRAM Pantitlán. Es la línea más relevante para la zona de estudio de la presente investigación, al atravesar el municipio de Nezahualcóyotl con 16 de sus estaciones. Circula por Av. del Peñón, Bordo de Xochiaca, Vicente Villada, Chimalhuacán y Río Churubusco.

Datos oficiales (GOB EDO MEX, 2025):

- Longitud: 18.60 km (reporte oficial Gaceta Gobierno 2025) / 18.2 km (Transparencia Fiscal)
- Estaciones: 28 estaciones + 2 terminales (oficial 2025), 29 estaciones en reporte anterior
- Flota: 58 unidades en operación equipadas con cámaras de seguridad, 7 Unidades Rosa y 4 unidades en reserva. Reporte alternativo: 51 unidades + 4 Rosa
- Ampliación: 4.13 km Chimalhuacán-Chicoloapan con 16 estaciones tipo parabús y 7 unidades adicionales. Con ampliación total 28 km con 30 estaciones + 16 parabuses.
- Aforo diario: 86,000 usuarios (2023), 65,000 usuarios (GOB. EDO. MEX. 2024)
- Combustible: 100% diésel (Euro 5/Euro 6), 0 unidades eléctricas, 0 unidades a gas LP
- Conexiones: Metro Líneas 1, 5, 9, A en Pantitlán, Metrobús Línea 4 CDMX y Trolebús Línea 2 CDMX
- Operador: Red de Transportes de Oriente S.A.

Tabla 1.0:

Composición de Flota Línea III

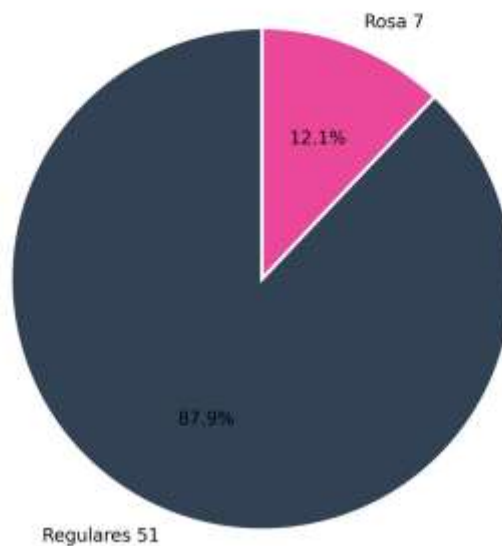
Concepto	Dato Oficial L-III
Ruta	Chimalhuacán - Nezahualcóyotl - Pantitlán
Longitud	18.60 km (18.2 km)
Estaciones	28 + 2 terminales
Flota total	58 en operación + 4 reserva
Unidades Rosa	7
Tipo combustible	100% diésel (0 eléctricas)
Aforo diario	86,000 usuarios
Año inauguración	30 abril 2013
Municipios	16 est. Neza, 12 Chimalhuacán, 1 CDMX

Nota: Desarrollo del autor

La flota actual está compuesta en su totalidad por unidades diésel, con 7 unidades destinadas al Servicio Rosa exclusivo para mujeres. Los que se puede apreciar en la Figura 1.0

Figura 1.0:**Evolución del Aforo.**

Flota Oficial Mexibús Línea III (2025)
58 unidades en operación
Chimalhuacán-Neza-Pantitlán

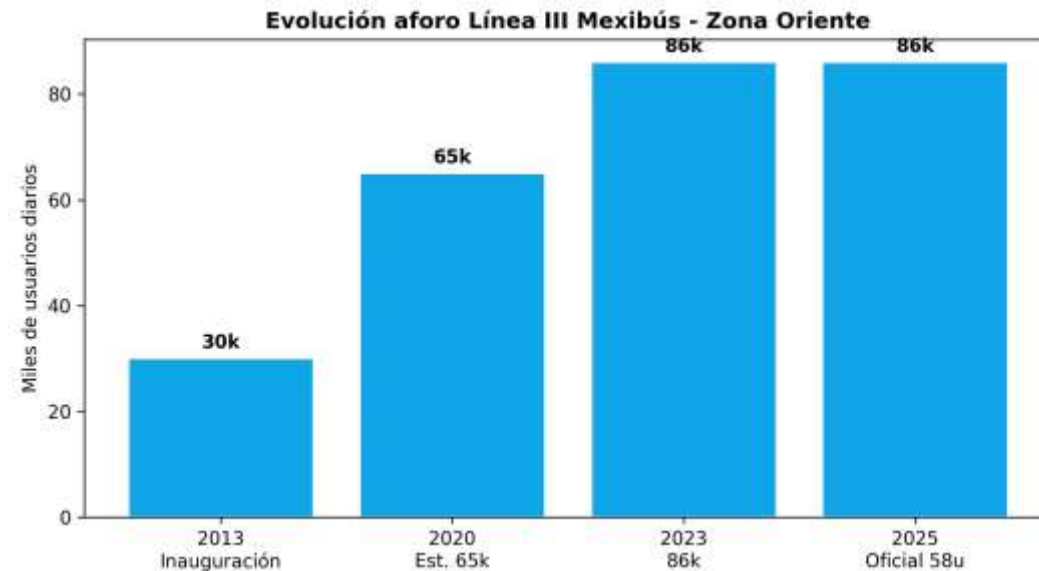


Nota: Fuente: Gob. Edo. Mex., 2025

El aforo se ha incrementado de 65,000 a 86,000 usuarios diarios, consolidándose como corredor crítico del oriente, como se aprecia en la figura 2.0

Figura 2.0

Crecimiento del Aforo



Nota: Desarrollo del autor

Sistema Complementario 100% Eléctrico del Oriente: Trolebús Línea 11 Chalco - Santa Martha

El Trolebús Elevado Línea 11, representa la contraparte 100% eléctrica en la misma zona oriente. De acuerdo con Industry & Energy Magazine y STE CDMX, el sistema opera con 102 unidades articuladas 100% eléctricas con cero emisiones y baja emisión de ruido en su primera etapa. Recorre 18 km con 13 estaciones y 2 terminales (15 paradas totales), de las cuales 12 se encuentran en operación en 2025. Conecta Chalco, Valle de Chalco, Ixtapaluca, Iztapalapa y Tláhuac. Ha transportado 13 a 25 millones de pasajeros en su primer año (Trolebús Chalco -Santa Martha). Ver tabla 2.0 (Staff Industry & Energy Magazine, 2026).

Tabla 2.0

Datos técnicos del Trolebús Elevado Linea 11

Concepto	Trolebús L-11
Longitud	18 km
Flota	102 unidades 100% eléctricas
Estaciones	15 totales (12 operativas)

Aforo	70,000-80,000 diarios promedio
Emisiones	Cero directas
Tarifa	\$13.00 MXN

Nota: (Staff Industry & Energy Magazine, 2026).

Análisis comparativo

La comparativa evidencia una brecha tecnológica en el oriente del Estado de México: mientras la Línea III del Mexibús que atiende Nezahualcóyotl mantiene 0% de electrificación con 58 unidades diésel, el corredor paralelo Chalco-Santa Martha ya opera con 102 unidades 100% eléctricas en 18 km. Esta dualidad permite argumentar en el análisis de competitividad que la zona oriente cuenta con condiciones técnicas habilitantes para la electromovilidad (infraestructura de recarga, validación social de la tecnología, reducción de 490 toneladas de contaminantes anuales reportada en L-II), pero requiere políticas de renovación de flota específicas para la L-III, que es la de mayor impacto en calidad del aire para Nezahualcóyotl.

Referencias del apartado

RESULTADOS

Comparación de costos y competitividad económica

Los resultados financieros demuestran el trade-off clásico de la electromovilidad: el VE presenta una inversión inicial aproximadamente 40% a 60% más alta que su contraparte de gasolina. Sin embargo, al analizar el costo operativo por kilómetro, el VE muestra una ventaja contundente. Mientras que el gasto mensual en gasolina para cubrir las rutas de la zona oriente hacia los centros de trabajo puede ascender significativamente, el costo de la electricidad para recorrer la misma distancia utilizando recarga residencial es hasta un 70% menor, logrando amortizar la diferencia de precio inicial conforme se incrementa el kilometraje acumulado.

Resultados energéticos

En términos de eficiencia energética, el VE superó ampliamente al VCI. En las condiciones de tránsito pesado características de vialidades como la Calzada Ignacio Zaragoza o la Avenida Central, el rendimiento del VCI cae drásticamente debido al consumo en ralentí (marcha en vacío). Por el contrario, el VE aprovecha las paradas continuas gracias al sistema de frenado regenerativo, recuperando hasta un 15-20% de energía que de otro modo se perdería en forma de fricción térmica, optimizando el consumo total en kWh por cada 100 km (Monroy et al., 2020).

Resultados ambientales

El análisis ambiental arroja una reducción inmediata en la huella de carbono local. Tomando como base los factores de emisión por litro de combustible fósil quemado (Motor pasión, 2024), un usuario que migra de un VCI a un VE en la zona oriente evita la emisión directa de aproximadamente 2.3 a

2.6 kg de CO_2 por cada litro de gasolina que habría consumido. Incluso al contabilizar las emisiones indirectas generadas por las plantas termoeléctricas del país para producir la electricidad del VE, el balance neto arroja una disminución superior al 50% de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel ciclo de vida operativo.

VAN, TIR y recuperación de inversión

Al aplicar la metodología de evaluación de proyectos (Coss Bu, 2003), los flujos de efectivo netos (derivados del ahorro acumulado de combustible y la simplificación de los servicios de mantenimiento preventivo) justifican la inversión. Bajo un horizonte de 10 años y una TREMA del 12%, el VAN resulta positivo y la TIR supera el costo de oportunidad del dinero. El periodo de recuperación de la inversión (payback) se sitúa entre los 4.5 y 6 años, dependiendo de la tarifa eléctrica del usuario (evitando caer en la tarifa DAC de CFE) y de la estabilidad en los precios de la gasolina.

DISCUSIÓN

Interpretación de resultados y competitividad real

Los datos obtenidos confirman que la competitividad de los vehículos eléctricos en el transporte particular de la zona oriente del Estado de México es real y financieramente medible en el mediano y largo plazo. No obstante, esta competitividad económica está estrechamente ligada a la intensidad de uso: a mayor cantidad de kilómetros recorridos bajo congestión urbana, mayor es el beneficio de la eficiencia del motor eléctrico y el frenado regenerativo frente al ineficiente motor térmico.

Factores y limitaciones que afectan la competitividad

A pesar de las ventajas cuantitativas, existen barreras estructurales que desaceleran la adopción en esta región geográfica concreta:

1. **Infraestructura de Recarga Limitada:** La zona oriente cuenta con una densidad muy baja de estaciones de recarga pública rápida en comparación con el poniente o el sur de la ZMVM, forzando a los usuarios a depender casi exclusivamente de la recarga nocturna en sus hogares (Marrot, 2019).
2. **Ausencia de Certificaciones Locales:** Una limitación metodológica y comercial importante es la falta de laboratorios públicos o privados accesibles en el país destinados a realizar pruebas estandarizadas y homologación de la degradación de baterías de VE bajo las condiciones extremas de temperatura y patrones de manejo locales, lo que genera incertidumbre sobre el valor de reventa a largo plazo (Villasol López et al., 2023).
3. **Costos de Reemplazo Críticos:** Aunque el mantenimiento general es menor (Viveros et al., 2013), el riesgo financiero asociado a una falla fuera de garantía o al fin de la vida útil de la batería (Islas, 2021) sigue siendo un factor disuasorio para las familias de ingresos medios en el Estado de México.

CONCLUSIONES

Respuesta al objetivo y confirmación de hipótesis

El estudio cumplió exitosamente con el objetivo de evaluar la viabilidad multifactorial de la electromovilidad particular en el oriente mexicano. La hipótesis planteada fue **confirmada**: las ventajas en eficiencia energética urbana y los sustanciales ahorros económicos operativos compensan con creces el sobre costo inicial de adquisición, logrando indicadores financieros (VAN y TIR) sumamente atractivos dentro de un horizonte de evaluación estándar.

Hallazgos principales

- El tráfico pesado y los trayectos de largo recorrido típicos de la zona oriente maximizan los beneficios de la tecnología eléctrica gracias al frenado regenerativo y la eliminación del gasto de combustible en ralentí.
- El mantenimiento mecánico simplificado y los ahorros en energéticos son los motores principales que empujan la viabilidad financiera del proyecto.
- El beneficio ambiental es doble: elimina por completo las emisiones de escape locales mitigando la crisis del aire urbano, y reduce a la mitad la huella de carbono global del conductor particular.

Recomendaciones y líneas futuras de investigación

Se recomienda a las autoridades gubernamentales del Estado de México implementar incentivos fiscales locales (como la exención permanente de derechos vehiculares y subsidios para la instalación de medidores bidireccionales dedicados a VE en hogares). Asimismo, se propone de manera urgente incentivar la inversión privada para expandir la red de cargadores rápidos públicos en los municipios del oriente.

Como líneas futuras de investigación, se sugiere desarrollar estudios específicos sobre el comportamiento y degradación real de los diferentes cátodos de baterías bajo ciclos de conducción metropolitanos reales, apoyándose en el desarrollo de infraestructura de laboratorios especializados de homologación en el país, asegurando así una transición tecnológica informada y segura para la población.

REFERENCIAS

- Coss Bu Raúl (2003). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión México*: Editorial Limusa : Noriega, 2003.
- Duran, O. (2023). Historia del sistema de carga de autos en 70 años . *Hiferauto* , 1-3.
- Elvers Barbara (2008) *Handbook of fuel*. Wiley-Vch. India.
- Gobierno del Estado de México. (2025, 11 de julio). *Gaceta del Gobierno: Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México*.

- https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2025/jul111.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Gobierno del Estado de México. (2024). *Finalidad 03. Desarrollo económico*. En *Cuenta Pública del Gobierno, Organismos Auxiliares y Autónomos del Estado de México 2023*. Secretaría de Finanzas. https://transparenciafiscal.edomex.gob.mx/sites/transparenciafiscal.edomex.gob.mx/files/files/pdf/rendicion-cuentas/cuenta-publica-2023/TomoII/1-3-Finalidad-03-Desarrollo-Economico.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Islas, M. D. (2021). LAS BATERÍAS, EL DESARROLLO TECNOLÓGICO QUE CAMBIÓ LA VIDA MODERNA DE LA HUMANIDAD. *Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo*, 5.
- Marrot, J. (2019). Infraestructura de recarga de vehículo eléctrico. *Cateb*, 3.
- Martínez Perdomo, FR, (2009). El sistema de transporte de carga en la Ciudad de México. Factores para considerar en el análisis del transporte de carga y la movilidad de mercancías. *Territorios*, (20-21), 161-174.
- Monroy, C.A. Siachoque, I.C. Durán-Tovar, A.R. Marulanda-Guerra. (2020) *Comparative Study of Regenerative Braking System and Regeneration with Constant Kinetic Energy in Battery-based Electric Vehicles*, Ingeniería, Vol. 25, Num. 3, pp. 305-322
- Motor pasión. Disponible: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/emisiones-co2> [fecha de la consulta: 2024]
- Ramos, R. (12 de noviembre de 2020). *The Logistics World*. Obtenido de <https://thelogisticsworld.com/historico/10-estrategias-para-bajar-costos-en-transporte/>
- Staff Industry & Energy Magazine. (2026, 11 de febrero). *¡Electromovilidad en las alturas! Inauguran trolebús Chalco-Santa Martha*. *Industry & Energy Magazine*. Disponible: https://energymagazine.mx/2025/05/electromovilidad-en-las-alturas-inauguran-trolebus-chalco-santa-martha/?utm_source=chatgpt.com
- Villasol López, A., Díaz Santos, R., & Castro Fernández, M. (2023). Análisis de las potencialidades de un laboratorio para pruebas y homologación de baterías para vehículos eléctricos. *Ingeniería Energética*, XLIV (1), 132-142.
- Viveros P, Stegmaier R, Kristjanpoller F, et al. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista Chilena de Ingeniería*. 2013;21(1):125-138. DOI: 10.4067/S0718-33052013000100011.