

**Estrategias para impulsar el desarrollo de los sistemas de carga de vehículos eléctricos en
Colombia.**

Elaborado por:

Isabel Avellaneda Bolívar

Yudy Nathalia Cárdenas Zipa

Juan Camilo Rodríguez Sanguino

Universidad Ean

Especialización en Gerencia Logística

Seminario de Investigación de Posgrado

Bogotá D. C.

26/04/2024

Resumen

Este proyecto investiga estrategias para expandir la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Colombia, con el fin de reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el cambio climático. La metodología de investigación se basa en la recopilación de datos, se realizaron entrevistas con expertos de diversos sectores, así como el análisis de casos internacionales. Los resultados destacan la importancia de alianzas público-privadas, el aumento en la demanda de vehículos eléctricos y los desafíos como la falta de infraestructura rural y el alto costo de los vehículos. Las estrategias propuestas incluyen electrificación rural, incentivos financieros, campañas educativas, y mejoras regulatorias. La implementación de estas estrategias podría impulsar la adopción de vehículos eléctricos, promoviendo la sostenibilidad y el desarrollo económico en Colombia.

Palabras clave: Transporte, combustible, energía eléctrica, desarrollo sostenible, cambio climático, Colombia.

Abstract

This project investigates strategies to expand charging infrastructure for electric vehicles in Colombia, aiming to reduce dependence on fossil fuels and mitigate climate change. The research methodology is based on data collection and interviews with experts from various sectors, as well as the analysis of international cases. The results highlight the importance of public-private partnerships, the increasing demand for electric vehicles, and challenges such as the lack of rural infrastructure and the high cost of vehicles. Proposed strategies include rural electrification, financial incentives, educational campaigns, and regulatory improvements. Implementing these strategies could boost the adoption of electric vehicles, promoting sustainability and economic development in Colombia.

Keywords: Transport, fuels, electric power, sustainable development, climate change, Colombia.

Planteamiento del problema

Antecedentes del problema.

Desde la concepción en 2015 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas, Colombia y los demás países miembros pretenden desarrollar programas para solucionar los problemas de mayor impacto mundial en 2030. Cepal, (2019, p.5) La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible atendiendo a las demandas de la sociedad, tales como la enseñanza, la salud, el bienestar social y las oportunidades laborales, mientras se lucha contra el cambio climático y se preserva el entorno natural. Naciones Unidas (s. f., p.1).

Además, se centra en la lucha contra el cambio climático y la protección del medio ambiente. Los ODS que requieren un nivel de desarrollo e investigación de mayor complejidad son los que se refieren a la generación de energía asequible y no contaminante, ya que implica la discontinuidad del sistema actual de generación de energía a través de combustibles fósiles y reemplazarlos por energías renovables. De acuerdo con el informe ODS de 2020, las energías renovables modernas generan casi el 30% de la energía eléctrica en el mundo, pero siguen siendo bajas para el transporte, con un 4%. Adicionalmente, la financiación pública internacional para la promoción de energía no contaminante en los países en vía de desarrollo sigue a la baja. Para el 2021, la inversión se sostuvo en unos USD 10.8 millones de dólares, lo que representa una disminución de USD 2 millones de dólares en comparación con el año 2020. Moran (2024, p. 3).

Por lo anterior, al acercarse el año 2030, las políticas gubernamentales de los países de la Asamblea generan espacios donde se promuevan iniciativas, se financien y se logre el desarrollo de estas para que el alcance de estos objetivos sea efectivo. El panorama para Colombia a 2023, según datos de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible ANDEMOS, para agosto del

pasado año registró un aumento del 13.1 %, en matriculas nuevas de vehículos eléctricos, en comparación con julio, aunque se evidencia una disminución del 39 % respecto a agosto de 2022. Cita (s. f.). Colombia tiene un rezago de casi tres décadas con relación a la inversión que han realizado países europeos en la transición de carros de gasolina a eléctricos. A pesar de la importancia destacada por algunos expertos en la disminución de gases de efecto invernadero con esta transición.

En el sector del transporte, existen diversas opciones tecnológicas utilizadas en distintas partes del mundo con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otras sustancias contaminantes en la atmósfera, contribuyendo así a mejorar la calidad del aire. (Palacio, 2018, p. 59). Se ha comprobado en diversas investigaciones el gran impacto que genera el ruido de los motores de combustión en la salud mental de las personas. (The Guardian, 2016, párr 11). En relación con el ruido los principales problemas de salud identificados son los siguientes (OMS, 2021, párr 2): La discapacidad auditiva puede tener varios efectos en la vida diaria de las personas, entre ellos dificultad para la comunicación y para dormir. Además, también puede afectar la salud cardiovascular y fisiológica, así como la salud mental.

Por lo anterior, para la generación de energía se plantea una transición energética hacia la mejor administración de los recursos naturales, como la fotovoltaica, representa una solución viable y con impacto a largo plazo para responder a las necesidades de los cambios impredecibles del clima generados debido al aumento desmedido de los gases de efecto invernadero. Los países en desarrollo deben propender por la implementación de estrategias que les permitan avanzar con mayor rapidez hacia este camino y tomar como guía a aquellos países con mayores avances en la materia.

Descripción del problema.

Colombia, como muchos otros países del mundo, presenta una disyuntiva energética y ambiental. La conciencia actual de la gente del impacto negativo del cambio climático, la creciente huella de carbono, la emisión de gases de efecto invernadero y muchas más, han llevado a la humanidad a la búsqueda de soluciones mucho más sostenibles como el uso de vehículos de carga eléctrica.

Colombia se perfila como el país de la región con mayor crecimiento en la compra de vehículos de carga eléctricos, pero esto también trae sus desafíos. Según Theran (2023):

Algunos desafíos que resolver por las limitaciones relacionadas con la carga y por la falta de infraestructura para vehículos eléctricos son para aumentar sustancialmente las tasas de adopción de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos, que se puede decir, a uno de los primeros mercados y que requiere inversiones significativas y una diversificación en sus puntos de instalación. (p. 23)

Esto quiere decir que uno de los mayores problemas para el aumento de vehículos eléctricos en Colombia es la falta de infraestructura para la instalación de electrolineras en el país, lo cual presenta una desventaja frente a los vehículos impulsados por combustibles fósiles, ya que, al año 2022, según el diario La República, (2022, párr 18): “Colombia cuenta con 6.200 estaciones de servicio de gasolina”. Número que seguramente ha aumentado, debido a que: “obligatoriamente, en cada zona del país, rural o urbana, debe encontrarse provisión de alimentos, así como de gasolina” (La República, (2022, párr 3).

Por otro lado, desde el gobierno nacional se han tratado de implementar iniciativas para la instalación de electrolineras alrededor del país, aunque los intentos no han sido muy exitosos. Un ejemplo de esto es la ley 1964 de 2019, “por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia” (Ley 1964, 2019). En esta ley se manifiesta que, dentro de los

3 años siguientes a su creación, en los municipios de categoría especial se deben instalar como mínimo 5 estaciones de carga rápida y 20 de las mismas estaciones en Bogotá (Ley 1964, 2019), pero casi 5 años después de la creación de esta ley esto no se ha cumplido. Por ejemplo, según Electromaps (2024, p. 1), una página dedicada a encontrar electrolinerías para usuarios que deseen cargar su vehículo, en grandes ciudades como Bucaramanga, solo existen 4 puntos de recarga y en ciudades como Pasto, Barranquilla y Cartagena, solo hay 3 puntos de recarga en la ciudad, mientras que, en Villavicencio, Cúcuta y Popayán, que son ciudades capitales, solo se encuentran dos puntos de recarga en cada municipio.

Es por esto, que esta investigación se basa en el análisis de los distintos problemas que enfrenta el país para la implementación de vehículos eléctricos, sobre todo en los siguientes temas, que se trataron anteriormente: La falta de estaciones de carga (electrolineras) alrededor del país y políticas que incentiven el montaje de estas, la poca regulación e incumplimiento de esta por parte del gobierno nacional. El análisis de estos problemas llevará a la creación de soluciones e iniciativas que ayuden al mercado de vehículos eléctricos en Colombia a expandirse y a sus usuarios actuales a encontrar mayores ventajas un mayor aprovechamiento de sus automóviles en las diferentes ciudades del país.

Pregunta de investigación.

¿Qué estrategias pueden impulsar la implementación y expansión de los sistemas de carga de los vehículos eléctricos en Colombia?

Objetivos

Objetivo general.

Presentar estrategias que impulsen la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia.

Objetivos específicos.

- Definir las variables que afectan la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos.
- Analizar las variables y condiciones que afectan la implementación y expansión de los sistemas de carga.
- Identificar los casos de éxito a nivel mundial que tienen mayor avance en la implementación de los sistemas de carga.
- Presentar las estrategias que impulsen el desarrollo de los sistemas de carga.

Justificación

Presentar estrategias que impulsen la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia es relevante para el país, ya que su implementación contribuirá a la reducción de combustibles fósiles, disminuirá el impacto negativo en el cambio climático y beneficiará la calidad del aire (Palacio, 2018, p. 59). La transición de un automóvil de gasolina a uno eléctrico representa una importante reducción en la emisión de gases de efecto invernadero. De acuerdo con estudios, al cambiar a un vehículo eléctrico se deja de liberar a la atmósfera alrededor de 21.7 kg de CO₂, 7.8 kg de NO_x - THC y aproximadamente 1.8 toneladas de dióxido de carbono al año. Esto se traduce en un impacto positivo para el medio ambiente, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y la preservación de la atmósfera. El uso de vehículos

eléctricos no solo se traduce en ahorro de combustible y dinero, sino también en beneficios ambientales significativos que ayudarán a construir un futuro más sostenible y limpio para las generaciones venideras. (Marín, 2022, p. 166). Por otro lado, los niveles de ruido producidos por el tráfico disminuyen con el uso de vehículos eléctricos lo que favorece la salud mental y auditiva de las personas.

La aceleración de la acogida de vehículos de carga eléctricos en Colombia tiene implicaciones prácticas, como reducir emisiones contaminantes, una movilidad más sostenible, reducir el uso de combustibles fósiles, reducir la contaminación, crear empleos, desarrollar una industria automotriz más sostenible y competitiva, y contribuir al desarrollo económico y social del país, entre otros beneficios.

En este estudio, se aplicará la herramienta PESTAL, que permitirá profundizar en los elementos que rodean el tema central, observando aspectos ambientales, económicos, políticos, socioculturales, tecnológicos y legales. Estos, junto con el análisis del discurso (mediante entrevistas), permitirán entender el problema de manera más completa y determinar cuáles son los factores específicos que pueden estar influyendo en el bajo desarrollo de los sistemas de carga de vehículos eléctricos en Colombia.

Con el seminario en la Especialización en Gerencia Logística, se adquirirán conocimientos y se desarrollarán habilidades que plantearán estrategias para impulsar el desarrollo de los sistemas de carga, promoviendo avances importantes en el transporte de carga, con disminución de costos, correcta distribución de los productos, optimización de la cadena de suministro, cumplimiento de compromisos de entrega eficaz y eficientemente.

Marco teórico

Para entender mejor por qué es importante la implementación y expansión de estos sistemas en el país se debe empezar por dos conceptos claves: los vehículos eléctricos y las electrolinerías.

Empezando por el primero, Roás (2011, p. 2) define:

Los vehículos eléctricos utilizan uno o más motores eléctricos o de tracción para la propulsión. Hay tres tipos principales de vehículos de este tipo, existen los que se alimentan directamente de una estación de alimentación externa, los que funcionan con electricidad almacenada y los que son alimentados por un generador de a bordo, tales como un motor (un vehículo híbrido), o una célula de combustible de hidrógeno.

Este tipo de transporte data sus inicios a la primera mitad del siglo XIX, antes de que existieran los motores de gasolina y diesel, ya que el primer experimento del que se tiene registro es un modelo creado por Ányos Jedlik en 1828, que tenía un motor eléctrico creado por el mismo para mover el vehículo (Martín, 2016, p. 130). Además, como comenta Martín (2016, p. 130): “en 1835 el holandés Sibrandus Stratingh y su ayudante Cristofer Becker desarrollaron un vehículo accionado por baterías no recargables, que es el precedente de los actuales coches eléctricos”, pero el principal problema de este modo de transporte era que el consumo de sus baterías, que eran de Zinc, resultaba mucho más costoso que el modelo de una máquina a vapor, que se movía con carbón. (Martín, 2016, p. 130)

Aunque su precio era bastante elevado y estaba solo al alcance de las personas con gran poder adquisitivo, en los años 20, era el modelo preferido comparado con los vehículos de gasolina, los cuales:

Tenían grandes desventajas en comparación con los coches eléctricos: Eran muy ruidosos, producían un desagradable y fuerte olor a gasolina, y eran difíciles de conducir,

debido al difícil manejo de la palanca del cambio de velocidades. Para arrancarlos había que usar una manivela para dar un impulso inicial al motor. Se necesitaba un chofer con fuerza y habilidad para manejar aquella complicada máquina. (Martín, 2016, p. 130)

Con el tiempo, los vehículos impulsados por gasolina empezaron a ganar más popularidad debido a que en Estados Unidos se encontraron grandes pozos de petróleo, lo que bajó el precio de la gasolina drásticamente, y además permitía que los carros a gasolina se desplazaran a mayores distancias que los eléctricos. Por último, eventualmente Henry Ford creó la cadena de montaje que facilitaba la producción de vehículos de gasolina en masa, que lo puso al alcance de la clase media, por lo que para los años 30 los vehículos eléctricos dejaron de fabricarse hasta los años 70. (Martín, 2016, p. 130)

Ahondando más en el funcionamiento del vehículo eléctrico, Trashorras (2019, p. 2) afirma:

A diferencia de los vehículos de combustión interna, que funcionan quemando combustible, un coche eléctrico obtiene la tracción de los motores eléctricos. Esta energía es almacenada en sistemas recargables, baterías, que luego consumen la energía almacenada durante su desplazamiento. El motor de un automóvil eléctrico puede ser de corriente alterna o corriente continua.

Este tipo de transporte tiene diferentes clasificaciones dependiendo del grado de electrificación. Los tipos son: vehículo microhíbrido, vehículo híbrido en paralelo, vehículo híbrido enchufable, vehículo híbrido en serie, vehículo de hidrógeno y vehículo eléctrico (Ros y Barrera, 2017, p. 29).

En cuanto al segundo concepto, “electrolinera es una palabra compuesta por los dos términos: electricidad y gasolinera. Es una estación de servicio para vehículos eléctricos, donde

se dispensa energía para cargar las baterías y se enchufan vehículos híbridos para la recarga eléctrica” (Álvarez, et al. 2018, p. 36). Estos artefactos funcionan igual que una gasolinera común, pero en vez de abastecer los vehículos con combustible lo hace con energía (Álvarez, et al. 2018, p. 36).

Debido a los nuevos desarrollos tecnológicos, los cargadores ahora incorporan diferentes características que mejoran la experiencia del usuario. Entre esas están:

- Una electrolinera que cuenta con diferentes sensores para medir las potencias entregadas, cargador modular integrado e interfaz de usuario, además de tener pantalla táctil y detecciones de falla en la etapa de carga.
- La segunda tiene incorporado un sistema de parquímetro y diferentes protocolos de comunicación y capacidad de interacción con el usuario.
- La tercera cuenta con un sistema de bloqueo, que por medio de módulos de control y sensores bloquea y desbloquea el conector del cable de carga.
- El cuarto permite cargar los vehículos según las preferencias del usuario en tiempo, coste de carga y capacidad de potencia.
- La última tecnología incluye un sistema desmontable, un transmisor inalámbrico y una pantalla táctica. (Restrepo y Tobón, 2018, p. 23).

Además, las electrolineras se clasifican por tiempo de carga: carga lenta, entre 6 a 8 horas; carga semi rápida, con un tiempo de 3 a 4 horas; y carga rápida, con un tiempo de carga entre 10 y 30 minutos, dependiendo del tipo de cargador y su potencia. (Salmerón, 2012, p. 38)

Otra clasificación con las que se distinguen estos cargadores es por el tipo de conector. Restrepo y Tobón afirman (2018, p. 23): “Según la geografía y los avances en la construcción de vehículos eléctricos, existen varios tipos de conectores, procesos de carga y especificaciones para

la construcción de cargadores”. Hoy en día existen cuatro conectores: J1772, IEC 62196-2, COMBO y CHAdeMO.

Entender todos estos conceptos ayudan a apreciar mejor el funcionamiento de estos dispositivos tan importantes debido al impacto positivo que tienen en la lucha contra el cambio climático. Según Álvarez, Saavedra y Sánchez (2018, p. 21) los vehículos eléctricos “representan ventajas respecto a vehículos de combustión interna, como el ser impulsado por un motor eléctrico, no emitir gases invernadero o desechos que puedan contaminar el medio ambiente, eficiencia energética”.

Además, otras ventajas de estos autos son:

Los vehículos eléctricos también mitigan la contaminación auditiva, pues su motor es silencioso y son más eficientes debido a la ausencia de transmisiones, que les permite una aceleración inmediata y toda la potencia disponible desde que se encienden, en contraste con los motores de combustión fósil que requieren subir de revoluciones para funcionar a su máxima eficiencia solo en un rango determinado, lo cual se traduce en desperdicio de combustible, ineficiencia y la necesidad de la transmisión. (Acevedo y Morales, 2020, p. 247).

Miranda e Iglesias (2015, p. 62) también afirman que: “Asimismo el vehículo eléctrico presenta un coste de mantenimiento y de combustible (recarga de energía eléctrica, excluyendo el coste de las baterías) mucho menor que el de un vehículo con motor de combustión interna”.

Por otro lado, la industria automotriz también se encuentra comprometida con la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y el cambio climático, ya que según García-Oliveros (2018, p. 17):

Los principales fabricantes de automóviles a nivel mundial están actualmente centrados en aportar buena parte de sus recursos en la adopción de la tecnología de cero emisiones. A su vez, muchos de estos fabricantes tienen como objetivo tener para finales de esta década una gama de vehículos electrificados capaz de alcanzar una autonomía de varios cientos de kilómetros en una sola carga.

La mayoría de los fabricantes, han adoptado tecnología híbrida en sus vehículos. Se menciona que los avances recientes muestran una creciente preferencia por los vehículos eléctricos puros (BEV) en comparación con los híbridos enchufables (PHEV), lo que plantea la posibilidad de que estos últimos puedan volverse obsoletos más rápido de lo previsto. (Rietmann & Lieven, 2019, p. 73)

Debido a la gran cantidad de ventajas de los carros eléctricos, como las medidas gubernamentales, y la cooperación de la industria automovilística en la creación de nuevas tecnologías y modelos, los vehículos eléctricos se están volviendo cada vez más populares. Un estudio realizado en 20 países por el Instituto Suizo para el Conocimiento del Cliente midió el impacto de los incentivos financieros, las regulaciones de tráfico de vehículos eléctricos y la infraestructura de carga en la participación de mercado de vehículos eléctricos en estos países

El estudio sostiene que las medidas gubernamentales para promover la movilidad eléctrica son importantes, especialmente en países con grandes ciudades y una propiedad de automóviles en rápido crecimiento. A diferencia de otras políticas medioambientales que han sido criticadas por ineficaces, los resultados muestran que las medidas para promover los vehículos eléctricos están logrando resultados positivos.

Varios países estudiados afirman que existe una relación entre los incentivos gubernamentales y la cuota de mercado de vehículos eléctricos. Una historia de éxito es

Alemania, donde la introducción de incentivos para los compradores aumentó significativamente la proporción de ventas de vehículos eléctricos. Este informe destaca la efectividad y aceptabilidad de las políticas que apoyan la electromovilidad como una estrategia clave para abordar tanto las emisiones contaminantes como los problemas relacionados con el cambio climático a escala urbana y global.

Esto muestra cómo las políticas gubernamentales integrales, junto con la infraestructura adecuada y un buen medio ambiente, pueden acelerar la transición hacia una movilidad más sostenible basada en vehículos eléctricos. La evolución del panorama de incentivos gubernamentales y de mercado relacionados con los vehículos eléctricos debe monitorearse a lo largo del tiempo destacando que es importante comprender cómo evolucionan estas dinámicas con el tiempo para identificar las estrategias más efectivas para promover la adopción masiva de vehículos eléctricos entre los consumidores. (Rietmann & Lieven, 2019, p. 74)

El Gobierno de Colombia, es uno de los países que se encuentra comprometido con la adopción de iniciativas y políticas para combatir el cambio climático, ya que como lo indica la Constitución Política de Colombia en su artículo 79 (1991):

“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.” (p. 59)

En Colombia se realizó una revisión documental de los organismos encargados de temas de energía, como el Ministerio de Minas y Energía y la Comisión de Regulación de Energía y Gas, con el objetivo de identificar estrategias para mitigar los impactos de la penetración de los vehículos eléctricos en el país. (Hoyos, 2023, p. 51)

En los últimos 2 años ha habido avances regulatorios significativos en temas de movilidad. Como lo indica Hoyos (2023):

Se han emitido resoluciones y leyes que han permitido trazar una hoja de ruta hacia la transición energética en torno a la movilidad eléctrica. Actualmente, la CREG está enfocada en actualizar la remuneración de los operadores de red y diseñar un esquema tarifario flexible o dinámico para abordar los impactos asociados a los vehículos eléctricos. Hasta ahora, Colombia ha comenzado a desarrollar las estrategias propuestas, sin embargo, estas todavía se encuentran en fase de planificación y no han sido puestas en práctica. (p. 52)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, de la cual Colombia es miembro, se adoptó durante la Conferencia de las Partes (COP) de 2015 el Acuerdo de París (Naciones Unidas. 2015), con el objetivo de fortalecer las acciones mundiales para hacer frente a la amenaza del cambio climático; este acuerdo está alineado con la Agenda 2030 aprobada en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Por lo anterior, en respuesta a estos compromisos internacionales, Colombia emitió la Ley 1931 de 2018 (Gobierno de Colombia. 2018), que identifica el sector del transporte como uno de los seis sectores clave de la economía que influyen directamente en el cumplimiento de los objetivos para el año 2030. Además, el documento CONPES 3934 (Gobierno de Colombia, 2018) define la estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el país.

Desde entonces, la legislación colombiana se ha centrado en promover proyectos que ayuden al país a cumplir con estos compromisos. En el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, se destaca la necesidad de promover estrategias que fomenten una movilidad urbana y rural

sostenible. A través de la aprobación de la Ley 1955 de 2018 (Gobierno de Colombia, 2018), se estableció el marco regulatorio para la transición hacia la movilidad de cero emisiones, que también contempla fuentes de financiación y la promoción de investigación y desarrollo para el sector.

Las políticas gubernamentales y las iniciativas del sector privado en Colombia en relación con la movilidad eléctrica están contribuyendo a la reducción de los niveles de emisiones contaminantes y a la promoción de un transporte más sostenible y amigable con el medio ambiente. La participación de empresas públicas y privadas es clave, ya que las compañías tradicionales están haciendo crecer exponencialmente sus proyectos de electrificación, como es el caso de Terpel, empresa líder en la distribución de combustibles en el país. El objetivo de Terpel es impulsar la descentralización de las estaciones de carga de VE en las grandes urbes, para hacer mayor interconexión entre ciudades y municipios; Terpel, con su experiencia y conocimiento de las condiciones geográficas del país, puede ser un gran aliado del Gobierno y del consumidor para enfrentar los retos de la movilidad con cero y bajos niveles de emisiones.

Además, en Colombia, la Ley 1964 de 2019 promueve el uso de vehículos eléctricos y establece beneficios financieros como la reducción del impuesto vehicular, descuentos en la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes, además los vehículos eléctricos no tienen restricciones de movilidad en las ciudades y se promueven parqueaderos preferenciales, se promueve la inclusión de este tipo de vehículos en transporte público, así como la ampliación y mejoramiento de la infraestructura de carga.

Para facilitar una transición fluida entre las políticas gubernamentales y las iniciativas del sector privado en Colombia en relación con la movilidad eléctrica, es necesario establecer

requisitos mínimos claros y coherentes para garantizar la infraestructura de carga suficiente para la movilidad eléctrica, ya que los requisitos para infraestructuras de recargas varían considerablemente en proyección, integridad y coherencia. De otra parte, la implementación de infraestructura de recarga varía significativamente entre países, con algunos países alcanzando sus objetivos y otros rezagados. Las razones de estas diferencias van desde la falta de inversión y participación en la temática energética hasta el rechazo del cambio propuesto. Esto refleja una fragmentación de la electromovilidad dentro de un mismo territorio, como se observa en la densidad de estaciones de recarga por área y/o las tasas de propiedad de los vehículos eléctricos. En Colombia, para lograr un crecimiento más rápido y uniforme en la electromovilidad, es fundamental trazar un plan estratégico que identifique y aborde de manera integral las necesidades específicas en infraestructura. (Theran, 2024, p. 135-139)

Por otro lado, la interacción entre las medidas financieras y la infraestructura de carga, sugirieron nuevas oportunidades para los gobiernos, pues los incentivos financieros a lo largo del tiempo son clave para impulsar la adopción masiva de vehículos eléctricos, aunque se advierte contra cambios ásperos en políticas basados en ejemplos como el caso holandés. Además, se destaca la importancia de distinguir entre medidas monetarias, regulaciones de tráfico y medidas de infraestructura al promover vehículos eléctricos. Se sugiere que futuros estudios profundicen en las formas específicas de políticas más efectivas para impulsar estos vehículos, centrándose especialmente en los incentivos financieros y las redes como factores clave. (Rietmann & Lieven, 2019, p. 73)

Es importante reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica promoviendo la movilidad eléctrica, enfatizando en que los vehículos eléctricos pueden contribuir significativamente a lograr un aire más limpio en áreas urbanas densamente

pobladas, en comparación con los vehículos de motor de combustión interna. Además, factores como el compromiso con objetivos climáticos, proyectos adicionales de movilidad sostenible y el apoyo a la industria automotriz influyen en la aceptación de los vehículos eléctricos por parte de los consumidores. Casos exitosos, como Brasil, resaltan la importancia de una colaboración efectiva entre diferentes partes interesadas públicas y privadas para garantizar que las medidas sean eficaces a largo plazo. (Rietmann & Lieven, 2019, p. 73)

Metodología

Primer nivel

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

El enfoque mixto es una metodología de investigación que combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos para abordar un problema de investigación de manera integral y completa.

Hernández (2014, p. 612). En el caso del problema planteado sobre la implementación de vehículos de carga eléctricos en Colombia, el enfoque mixto es la mejor estrategia para abordar las distintas dimensiones del problema.

Por un lado, el enfoque cuantitativo permite recopilar datos numéricos y estadísticas concretas sobre el número de vehículos eléctricos en Colombia, la disponibilidad de electrolinerías en diferentes regiones del país, el cumplimiento de la ley 1964 de 2019 y otros aspectos relacionados con la infraestructura necesaria para la adopción de esta tecnología. Estos datos cuantitativos serán fundamentales para analizar la situación actual y compararla con estándares internacionales, identificando así las áreas en las que Colombia necesita mejorar. El enfoque cuantitativo destaca la importancia de no solo recopilar datos y cuantificar variables sociales, sino también de analizar los significados subjetivos y comprender el contexto en el que se produce el fenómeno de estudio. Vega (2014, p. 524)

Por otro lado, La metodología cualitativa se enfoca en la descripción de las cualidades de un fenómeno, buscando capturar la esencia y singularidad de este. A diferencia de la metodología cuantitativa, su objetivo no es medir o demostrar la presencia de una cualidad en particular, sino más bien descubrir y explorar la diversidad y complejidad de las cualidades presentes en un acontecimiento determinado. Palacios (2006, p. 1). El enfoque cualitativo

permite explorar las percepciones, opiniones y experiencias de los diferentes actores involucrados en la implementación de vehículos eléctricos en el país. Se realizan entrevistas a especialistas en temas energéticos, ambientales, usuarios de vehículos eléctricos y otros actores clave para comprender sus puntos de vista, barreras y propuestas de solución.

Al combinar ambos enfoques, se puede obtener una visión más completa y detallada del problema, permitiendo identificar no solo las limitaciones políticas y económicas, sino también las barreras socioeconómicas, tecnológicas y ambientales que obstaculizan la adopción de vehículos eléctricos en Colombia. Además, el enfoque mixto permite generar recomendaciones y propuestas de solución más sólidas y efectivas, basadas en evidencias tanto cuantitativas como cualitativas.

El alcance de la investigación abarca el análisis de variables que afectan la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia, así como la identificación de casos de éxito a nivel mundial en este ámbito. Asimismo, se busca presentar estrategias que impulsen el desarrollo y expansión de los sistemas de carga en el país. El objetivo general es ofrecer recomendaciones concretas y viables que contribuyan al avance de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Colombia.

El alcance en la ruta cuantitativa, en este estudio es explicativo, este busca identificar y exponer las relaciones causales entre variables a través de la recopilación y análisis de datos. En el contexto de este estudio, se realizará a través del análisis de casos. De otra parte, el alcance de la ruta cualitativa en este estudio es descriptivo, este tiene como objetivo recopilar información detallada a través de entrevistas a individuos relevantes. El alcance de este enfoque se centra

comprender las percepciones, experiencias y opiniones de los encuestados en relación con el tema de estudio.

El diseño del estudio es no experimental transversal, es un tipo de diseño de investigación en el cual se recopilan datos de un grupo de individuos o casos en un momento específico en el tiempo, sin manipular ninguna variable o realizar intervenciones. Es decir, se observa y se recopilan datos sobre las variables de interés en un solo momento, sin seguir a los sujetos a lo largo del tiempo. Este tipo de diseño es útil para describir la relación entre variables en un momento específico y para identificar posibles asociaciones entre ellas. “Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos” (Hernández, 2014, p. 152)

Definición de Variables

VARIABLE	D. CONCEPTUAL	D. OPERACIONAL	DIMENSIONES
Participación del sector privado	La variable pretende evaluar el papel del sector privado en la implementación de sistemas de carga. Conocer la participación del sector privado en este proceso de transición, resulta imperativo ya que cuando hay alianzas entre el sector privado y público, los proyectos alcanzan mayor desarrollo.	Para analizar esta variable, se realiza una entrevista con un experto en logística de una empresa colombiana del sector de distribución física de productos de consumo masivo en Colombia.	Inversión financiera Desarrollo tecnológico Colaboración con el gobierno Educación y sensibilización Alianzas estratégicas

<p>Demanda Vehículos Eléctricos</p>	<p>La variable pretende resaltar la importancia de la participación de los fabricantes de vehículos eléctricos en la implementación de sistemas de carga, ya que su éxito depende en gran medida de la disponibilidad de una infraestructura de carga conveniente y confiable, el desarrollo de este tipo de infraestructura generaría un mayor potencial en su participación del mercado de venta de vehículos eléctricos.</p>	<p>Para investigar esta variable, se lleva a cabo una entrevista con un experto en ventas y alquiler de vehículos eléctricos de una empresa colombiana dedicada a la fabricación e importación de este tipo de vehículos de carga.</p>	<p>Crecimiento de la flota de vehículos eléctricos</p> <p>Distribución geográfica de la demanda</p> <p>Tipo de vehículos eléctricos</p> <p>Estacionalidad</p> <p>Fuentes de demanda</p>
<p>Experiencias internacionales</p>	<p>La variable busca estudiar experiencias de otros países que hayan implementado exitosamente estrategias de carga para vehículos eléctricos, identificando lecciones aprendidas y mejores prácticas que puedan ser aplicables a Colombia. Se pretende identificar las estrategias de los países que lideran la transición hacia una movilidad eléctrica.</p>	<p>La información para llevar a cabo el análisis de esta variable se da a través de una entrevista con un ciudadano de uno de los países líderes en movilidad con vehículos eléctricos, para conocer de primera mano la percepción, uso y mantenimiento de este tipo de vehículos y las estrategias del país (Noruega) para estar en ese nivel de desarrollo. Además, se busca data que contenga información relevante sobre otros países líderes, que sirva de complemento al desarrollo de la variable.</p>	<p>Tecnología</p> <p>Regulación y política pública</p> <p>Experiencia del usuario</p> <p>Colaboración y cooperación internacional</p>
<p>Infraestructura existente</p>	<p>La variable pretende evaluar la disponibilidad y la calidad de la infraestructura de carga actual en Colombia, incluyendo estaciones de carga públicas y privadas, así como su distribución geográfica. La variable permite hacer una revisión sobre la información disponible en el país sobre las estaciones de carga que se encuentran actualmente en uso por el sector público o privado. El análisis debe tener en cuenta la distribución geográfica de las estaciones de carga en todo el país.</p>	<p>La información para llevar a cabo el análisis de esta variable se da a través de una entrevista con una persona con experiencia en la gestión operacional de la flota de buses eléctricos de una de las empresas de transporte público de Bogotá, el objetivo es conocer el funcionamiento de los sistemas de carga de este tipo de vehículos que llevan más de 5 años circulando por las principales vías de la ciudad.</p>	<p>Disponibilidad de estaciones de carga</p> <p>Tipo de cargadores</p> <p>Conectividad y compatibilidad</p> <p>Distribución geográfica</p> <p>Capacidad de carga</p> <p>Estado de conservación</p>

<p>Políticas gubernamentales</p>	<p>La variable permite analizar las políticas gubernamentales relacionadas con la promoción de la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga en Colombia, es esencial examinar las iniciativas actuales y futuras del gobierno en este ámbito, así como las medidas adoptadas en otros países como referencia. Se pretende conocer la existencia o no de subsidios, incentivos fiscales, regulaciones sobre generación de energía a través de fuentes alternativas, para las iniciativas que surjan del sector privado para promover la implementación de sistemas de carga y/o adquisición de vehículos de carga eléctrica.</p>	<p>La información para llevar a cabo el análisis de esta variable se da a través de una entrevista con dos expertos pertenecientes al sector gubernamental, con amplios conocimientos sobre políticas, entes reguladores y promotores de la transición a la movilidad eléctrica en el país.</p>	<p>Incentivos fiscales Regulación del mercado Financiamiento Promoción y educación</p>
<p>Desafíos y barreras</p>	<p>La variable permite identificar los desafíos y barreras que pueden obstaculizar la implementación efectiva de sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia, es necesario examinar diversas áreas críticas que pueden afectar la adopción y el desarrollo de la infraestructura de carga. Algunos de los aspectos a destacar son: la falta de conocimiento técnico, deficiencia de investigación y desarrollo, resistencia al cambio, desafíos técnicos, regulatorios y económicos.</p>	<p>La información para llevar a cabo el análisis de esta variable se da a través de una entrevista con un experto perteneciente al sector académico con amplios conocimientos sobre transición energética y modelación de proyectos con enfoque sostenible en el país.</p>	<p>Infraestructura Regulación y normativas Costos Conciencia y cultura Capacitación y formación Interoperabilidad</p>

Población y Muestra

El proyecto no cuenta con una población o muestra específica, ya que esta es a conveniencia debido a que las variables están más enfocadas a aspectos políticos, como políticas públicas y ambientales, por el impacto que tienen las baterías de litio en el medio ambiente; y aspectos económicos, ya que, si bien el costo inicial de estas baterías es alto, el ahorro significativo en gasolina a futuro generará rentabilidad a largo plazo para las empresas y el sector tecnológico. Con el fin investigar y ahondar en cada uno de los puntos mencionados anteriormente, se buscaron expertos de diferentes sectores, que desde su punto de vista aportan conocimiento para abordar esta problemática.

Entre los expertos están profesionales académicos que dan respuesta a las barreras que se pueden encontrar en la implementación de estos sistemas de carga; expertos en normativa y políticas públicas, que brindan asesoría en los diferentes obstáculos y beneficios que dicta el gobierno; profesionales empresariales que brindan una perspectiva sobre la demanda actual de vehículos eléctricos en el mercado y qué papel juega el sector privado en el campo de la comercialización de energías más sostenibles. Por otro lado, se consulta a un experto de un caso de éxito, que es Noruega con sus sistemas de carga eléctrica, el cual habla de los beneficios que les brinda el gobierno noruego a los ciudadanos para que este sistema de carga eléctrica funcione y sea sostenible para cada una de las personas, además de una breve descripción de cómo es el proceso de uso bajo su experiencia con vehículos eléctricos. Por último, se tiene el apoyo de un experto en toda la temática de infraestructura de energía, que evaluará la disponibilidad y la calidad de la arquitectura de carga actual en Colombia, incluyendo estaciones de carga públicas y privadas, así como su distribución geográfica.

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Ruta cualitativa - Método descriptivo – Instrumento entrevistas:

Las entrevistas son un instrumento crucial en el método descriptivo para un estudio que busca presentar estrategias para impulsar la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia por las siguientes razones: permiten obtener información detallada y en profundidad sobre las percepciones, experiencias y opiniones de los diferentes actores involucrados en la implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia, incluyendo empresas, gobierno, organizaciones no gubernamentales y usuarios finales. A través de las entrevistas se pueden identificar barreras o desafíos que están

obstaculizando la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia, así como identificar oportunidades y posibles soluciones. Las entrevistas permiten establecer una comunicación directa con los diferentes actores involucrados en la implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos, lo cual facilita la creación de relaciones de confianza y colaboración que son fundamentales para el desarrollo de estrategias efectivas. Además, las entrevistas también son una herramienta útil para recopilar información cualitativa.

Ruta cuantitativa - Método explicativo – Instrumento consulta bibliográfica

La consulta bibliográfica es un instrumento fundamental en el método explicativo, ya que permite recopilar información relevante y actualizada sobre el tema de investigación. En el caso de este estudio, que pretende presentar estrategias para impulsar la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia, la consulta bibliográfica es necesaria para conocer el estado actual del objeto de investigación, incluyendo los desafíos y oportunidades que enfrenta el país en este ámbito, identificar las estrategias y buenas prácticas que se han implementado en otros países para promover la adopción de vehículos eléctricos y desarrollar infraestructura de carga, analizar los aspectos técnico-económicos, sociales y ambientales relacionados con la implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos, para diseñar estrategias efectivas y sostenibles en el contexto colombiano, y establecer un marco teórico y conceptual sólido que fundamenta las estrategias propuestas, respaldado por evidencia empírica y experiencias exitosas en otros contextos.

Técnicas de análisis de datos

Consulta bibliográfica / Análisis de estudio de caso

El análisis de caso se puede definir como el “estudio que al utilizar los procesos de investigación cuantitativa, cualitativa o mixta analizan profundamente una unidad holística para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar alguna teoría” (Hernández, 2014, p. 534). Por lo anterior, es importante tener en cuenta que un análisis de caso puede tratarse de un individuo, un grupo familiar, un objeto, una organización, un sistema, un desastre natural o hasta un hecho histórico.

Debido a que la presente investigación se muestra con un alcance descriptivo, se pretende recoger información de manera independiente o en conjunto sobre las variables seleccionadas. El objetivo del análisis es buscar comprender y explicar detalladamente una situación específica, para este caso serán las estrategias para la implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos de uno o varios de los países líderes en la transición hacia la movilidad eléctrica.

A continuación, se hace una breve descripción sobre el procedimiento que se lleva a cabo para hacer el análisis de caso del trabajo de investigación en desarrollo, es importante tener en cuenta que pueden ser varios casos o referencias cuantitativas resultantes del análisis de bases de datos. El primer paso es la selección del caso, se elige uno o varios casos particulares de implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos, este caso puede ser una ciudad, una empresa, una institución pública o privada, o cualquier otro actor relevante que haya llevado a cabo iniciativas significativas en este ámbito.

Luego, se recopila una amplia gama de datos relacionados con el caso seleccionado. Estos datos pueden incluir información sobre la infraestructura de carga instalada, la ubicación

de las estaciones de carga, los tipos de cargadores utilizados, los incentivos y políticas gubernamentales aplicadas, la participación del sector privado, el perfil de los usuarios de vehículos eléctricos y cualquier otro aspecto relevante. Se procede con el análisis de datos, en donde se describen las características con el apoyo de tablas, gráficos y estadísticas que permitan organizar y presentar información de manera clara.

Además, durante el análisis, se buscan patrones y tendencias que puedan surgir de los datos recopilados. Estos patrones incluyen la distribución geográfica de las estaciones de carga, los horarios de mayor demanda de carga, los tipos de usuarios de vehículos eléctricos y otros aspectos relevantes que ayudan a comprender mejor el caso estudiado.

Entonces, se contextualiza el caso dentro del marco más amplio de la movilidad eléctrica en Colombia, destacando cómo las características específicas del caso influyen en la implementación de sistemas de carga y en la adopción de vehículos eléctricos a nivel nacional.

Finalmente, los resultados del análisis se presentan de manera clara y concisa, se proporcionan descripciones detalladas de cada aspecto del caso estudiado, sin omitir ningún detalle relevante.

Análisis del discurso

Como lo indica Santander (2011):

La técnica de análisis cumple un papel importante y complementario en la investigación del discurso. No existe un modelo único de análisis que se pueda aplicar en todas las investigaciones, ya que varía según los intereses y objetivos planteados. Es fundamental comprender la relación entre el texto y el contexto, así como la manera en que los eventos

comunicativos se relacionan con las estructuras sociales para una exploración más profunda. (p. 222)

Para el componente cualitativo se usa el análisis del discurso, como técnica de análisis de datos. En este estudio, se busca analizar las percepciones, opiniones y experiencias de los diferentes actores involucrados en los temas relevantes frente a la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia. Para ello, se recopilan datos a través de entrevistas a especialistas en temas energéticos, ambientales, usuarios de vehículos eléctricos y otros actores clave. Una vez recopilados los datos, se realiza una codificación y categorización de las respuestas, identificando patrones, temas recurrentes y opiniones divergentes. Posteriormente se analiza el discurso de los entrevistados en busca de identificar narrativas, discursos y argumentos presentes en las entrevistas. Finalmente, se interpretan los resultados del análisis del discurso para identificar tendencias, contradicciones y aspectos relevantes emergentes de las entrevistas, llegando a conclusiones sobre las percepciones, opiniones y experiencias de los actores involucrados.

Discusión y Análisis de resultados

Se realizaron varias encuestas con el objetivo de recopilar información que permitiera dar respuesta al problema de la investigación, recopilar los diferentes puntos de vista de los entrevistados y realizar un análisis que permitiera alcanzar los objetivos propuestos. A continuación, se realizó el análisis de los resultados teniendo en cuenta las diferentes variables.

Participación del sector privado.

De acuerdo con las declaraciones de un entrevistado del área operativa del sistema integrado de transporte de Bogotá, en su seccional de movilidad eléctrica, es posible evidenciar

una alianza público-privada para garantizar el funcionamiento de las 406 estaciones de carga de los buses eléctricos que circulan por la ciudad. Esta alianza estratégica involucra a tres empresas del sector privado que proporcionan soporte técnico al sistema de carga de estos buses, aprovechando su experiencia en el mercado automotriz y su interés en participar en el proyecto de movilidad eléctrica en la ciudad. Una de las empresas involucradas es Terpel, una de las principales distribuidoras de combustibles del país, que está desarrollando su nueva línea de electrolinerías bajo el nombre Voltex. Terpel colabora con Siemens y Enel para proveer a la empresa público-privada de movilidad de pasajeros en Bogotá con estaciones de carga privadas y el mantenimiento de los dispositivos. Este tipo de proyectos promueven la investigación de nuevos mercados, el desarrollo de nuevas tecnologías, la creación de nuevos puestos de trabajo y la necesidad de profesionales con mayor conocimiento sobre estos dispositivos. Además, generan discusiones sobre temas como la disposición final de las baterías de vehículos eléctricos.

Por otro lado, un entrevistado de la línea de negocio de renta de vehículos de uno de los bancos más destacados del país afirma que algunas empresas han incluido vehículos eléctricos en sus flotas principalmente para proyectar una imagen innovadora y comprometida con el medio ambiente. Sin embargo, esta iniciativa sigue siendo dominada por grandes compañías que pueden soportar el proyecto de movilidad sostenible. Las pequeñas empresas, en cambio, pueden obtener apoyo del sector privado mediante el alquiler de estos vehículos, lo que les permite familiarizarse con su funcionamiento sin necesidad de comprarlos. Los bancos que ofrecen esta opción brindan soporte integral al arrendatario, garantizando la operación de los vehículos eléctricos, con la única condición de que el arrendatario instale los puntos de carga necesarios para su funcionamiento.

Demanda Vehículos Eléctricos

El contexto de la demanda de vehículos eléctricos en Colombia está influenciado por una serie de factores económicos, ambientales, regulatorios y sociales. A continuación, se presentan algunas de las cifras más relevantes para sustentar cuantitativamente la situación del flujo de vehículos en el país; de acuerdo con el Balance del sector de tránsito y transporte emitido en diciembre de 2023, el parque automotor en Colombia constaba de 18.952.113 vehículos registrados, en donde un 61% corresponde a vehículos tipo motocicleta, el 38% representa los automóviles y el 1% a maquinaria, remolques y semirremolques (RUNT, 2023). Así mismo, muestra que en las matrículas por tipo de combustible, de un total de 884.609 matrículas, para el año 2023, 6.297 corresponden a los vehículos con funcionamiento 100% eléctrico. Por otro lado, el último boletín que publicó la ANDI en cooperación con Fenalco, en octubre de 2023 la venta de vehículos eléctricos aumentó un 10,4% respecto al mismo mes del año 2022, y el segmento de vehículos más vendidos fueron los automóviles y utilitarios, término que se refiere a las furgonetas compactas que se usan para tránsitos cortos urbanos de carga semi-masiva. La marca que mayor número de vehículos eléctricos circulan en el país es BYD con una participación del 21,6%, le sigue Dofeng con el 13,6%, Mazda con 9,4%, Volvo con 8,0% y finalmente BMW con el 6,6%; las cinco marcas mencionadas representan el 59,2% del total de vehículos eléctricos de Colombia a octubre de 2023 (ANDI - Fenalco, 2023).

Sin embargo, el boletín de la ANDI también muestra que los vehículos híbridos tienen cada vez más fuerza en el mercado, ya que para 2023 la cifra de venta de vehículos híbridos estaba en 21.722 unidades mientras que la venta de vehículos eléctricos alcanzó solo 2.727 unidades. El panorama anteriormente descrito, se complementa con la información que proporcionó el

entrevistado experto en el negocio de renta de vehículos para empresas, ya que también habla de la fuerza que ha tomado los vehículos con tecnología Euro VI que se muestra como la alternativa con mejoras como el sistema SCR de reducción catalítica, que consiste en una instalación que reduce la emisión de gases, así como el uso de la UREA automotriz y otros componentes que convierten al Euro VI en la alternativa menos nociva para los empresarios, y garantiza estar a la vanguardia de las exigencias internacionales del cuidado del medio ambiente.

No obstante, dentro de las entrevistas, se tuvo la participación activa de un propietario de vehículo eléctrico con residencia en la ciudad de Bogotá, quien habló de su experiencia y se muestra optimista sobre el avance en la movilidad y promoción del uso de este tipo de vehículos en la ciudad y en el país, por lo que afirma que gracias a los múltiples beneficios que ofrecen marcas como BYD en el acompañamiento al nuevo comprador, así como las exenciones de impuestos que garantiza el Estado, y la facilidad en cuanto a acceso en la ciudad de Bogotá a cargadores de carga rápida para su vehículo; encuentra alentador el panorama de una movilidad sostenible, con cambios graduales en los hábitos de consumo y concientización de la población respecto al proyecto de transición hacia cero emisiones a nivel mundial.

Experiencias internacionales

Alrededor del mundo se han tomado diferentes iniciativas en torno a la adopción de medidas que promuevan el transporte eléctrico. En el caso de Latinoamérica, Argentina muestra avances que estimulan la compra de vehículos eléctricos. Entre ellos se encuentran, según Michelena, et al. (2023, p. 59):

(...) la reducción o eximición del pago de patentes para vehículos híbridos o eléctricos; el desarrollo de corredores eléctricos con puntos de carga en base a energía eléctrica o

biocombustibles; proyectos que promueven el uso de micro movilidad eléctrica para los desplazamientos en las principales ciudades; la transformación de las flotas públicas de transporte urbano; entre otros.

Además, es importante resaltar que Argentina es uno de los países de la región que cuenta con fabricantes propios de vehículos eléctricos. (Michelena, et al., 2023, p. 59)

Por otro lado, Chile es otro de los países de Latinoamérica que más delantera tiene en cuanto a la transición a vehículos eléctricos. Primeramente, es miembro de la Iniciativa de Vehículos Eléctricos, “un foro multilateral establecido en 2010 en el marco de la Ministerial de Energía Limpia (...) donde participan los ministros de energía de las principales economías, y que tiene por objetivo acelerar la adopción de EVs en todo el mundo.” (Michelena, et al., 2023, p. 62). Además, en el año 2022 tuvo un récord de ventas de vehículos eléctricos, además de tener un marco regulatorio para el tema ya aprobado y en proyecto (Michelena, et al., 2023, p. 63). A su vez, según (Michelena, et al., 2023, p. 63) Chile también cuenta con:

El Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026, sancionado en marzo de 2022, establece estándares de eficiencia energética para vehículos, e impulsa la electromovilidad y capacitación y certificación de capital humano. Entre sus metas, se propone duplicar, respecto del 2019, el rendimiento de vehículos livianos nuevos al año 2035, y cuadruplicar al 2050.

En cuanto al resto del mundo, en 2022 el número de ventas de VE aumentó en un 55%, con más de 10 millones de vehículos eléctricos vendidos. Entre los países donde fueron más fuertes las ventas está China, que además es el mayor productor de automóviles eléctricos, con un 64 % del volumen mundial. Más aún, India se destacó por un crecimiento del 223% en las

ventas de vehículos eléctricos, mientras que Nueva Zelanda registró un aumento del 151% en comparación con 2021. (Foro Económico Mundial, 2023).

Por último, el mayor caso de éxito de adopción de vehículos eléctricos para reducir los gases de efecto invernadero y frenar el cambio climático es Noruega. El país nórdico lidera el ranking global en cuanto a la tasa de adopción de vehículos eléctricos, según ANAC (2024): “Alrededor del 82% de las ventas de automóviles nuevos fueron de vehículos eléctricos en Noruega en 2023, según la Federación Noruega de Carreteras (OFV). Con ello, el país nórdico afianzó su liderazgo mundial en la adopción de vehículos eléctricos”. Además, su meta es que para 2025 todos sus vehículos nuevos sean cero emisiones.

Según IRENA (2019): “Esto se debió a un entorno normativo favorable en los últimos años que incluía una amplia gama de incentivos, desde exenciones y desgravaciones fiscales hasta exenciones en los peajes de las carreteras y las tarifas de los transbordadores.”

Algunas de las estrategias del gobierno noruego comenzaron en los 90, ofreciendo parqueadero gratuito y el uso de los carriles de buses para evitar el tráfico. También, según *es.movilidad*, revista del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible de España (2023):

Se han instalado más de 22.000 cargadores públicos para dar servicio a más de medio millón de vehículos eléctricos en las carreteras del país. También están surgiendo rápidamente más cargadores en centros comerciales, gimnasios, universidades y carreteras. No obstante, la expansión no se ha producido todo lo rápido que se deseaba y escalar el sistema completamente llevará algún tiempo.

Infraestructura existente

Para profundizar en la realidad actual de la infraestructura para vehículos eléctricos en Colombia, se entrevistó a un experto del sector privado con enfoque en la transición energética. Este profesional abordó un mito común sobre la implementación de electrolinerías, la idea de que los largos tiempos de carga generarían colapsos similares a las gasolineras tradicionales. Aclaró que este mito es infundado, ya que se están desarrollando diversas soluciones para usuarios de VE, como estaciones de carga en hoteles de paso o a lo largo de las carreteras, e incluso el cambio de baterías en estaciones especializadas.

En paralelo, el creciente interés por los vehículos eléctricos en el país ha impulsado la consideración de estaciones de carga en hogares particulares, como alternativa para ahorrar tiempo y dinero. Una usuaria de VE entrevistada para este estudio comentó que la idea le parece viable, ya que actualmente carga su vehículo en la estación de su trabajo, pero a largo plazo, una estación en casa representaría un ahorro significativo. Un ahorro que se ha ido incrementando desde que hizo la transición a un vehículo de combustible fósil a un VE, ya que esto representaba un gasto mucho mayor, por el aumento de la gasolina en el país, que el actual de cargar su vehículo eléctrico en electrolinerías comerciales.

Políticas gubernamentales

Al reunir diferentes perspectivas sobre políticas gubernamentales y en especial la de un experto en políticas públicas, se logró comprender que es fundamental analizar los incentivos fiscales para promover el uso de vehículos eléctricos. Los cuales pueden incluir exenciones de impuestos, subsidios o créditos fiscales para la adquisición de vehículos eléctricos, así como para

la instalación de puntos de carga, donde la regulación del mercado también es relevante para garantizar un entorno favorable para la adopción de vehículos eléctricos, lo que incluye normas de emisión y estándares de eficiencia energética. En materia de financiación, ahora hay que identificar alternativas que faciliten la financiación de infraestructuras de recarga tanto públicas como privadas. Esto puede incluir la creación de fondos especiales, asociaciones público-privadas o incentivos para el sector financiero. La promoción y la educación son claves para concientizar sobre los beneficios de los coches eléctricos y fomentar su adopción. Esto incluye campañas de educación, programas de capacitación y colaboración con actores clave de la industria.

En el gráfico 1 se hace un resumen de las normas y decretos vigentes en Colombia, los cuales regulan e incentivan la compra de vehículos eléctricos.

Gráfico 1.

Normas y decretos actuales en Colombia

Número	Nombre	Descripción
Decreto 575 de 2013	Restricción de pico y placa para vehículos de combustible	Vigencia el 18 de febrero de 2014- en sus artículos 1 y 2 en los que se especifica que se restringe la circulación de vehículos automotores de servicio particular de lunes a viernes -días hábiles- de acuerdo con el ultimo dígito del número de la placa nacional

del vehículo automotor en las zonas y horarios establecido en el decreto

Decreto 1755 de 2013	Arancel de aduanas para baterías	Se modificó el arancel de aduanas para unas las baterías con número de subpartida arancelaria 8506.50.90.00 y 8506.80.90.00 aplicando un arancel del cero por ciento.
Proyecto de ley 023-2010	Implementar tracción eléctrica	Promoción e implementación de modos de transporte que incorporen tecnología de tracción eléctrica.
Decreto 2532 de 2001	Metas Ambientales	Adopción de Metas Ambientales apoyadas con Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible
Decreto 3172 de 2003	Eliminación del IVA	Esta resolución establece la eliminación del IVA, aplica para tecnologías limpias (vehículos híbridos, eléctricos y dedicados a GN), IVA del 16% al 0%. Para los EV una reducción del IVA del 16% al 5%,
Ley 715 de 2014	Regulación de energías por Ministerio de minas y energía	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

NTC 2050-2017 R	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas por Ministerio de minas y energía	La norma técnica colombiana 2050 establece parámetros de calidad con el fin de salvaguardar las personas y los bienes de posibles fallos eléctricos,
Resolución 2254-2017	Calidad del aire por Ministerio de minas y energía	Por medio de la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan disposiciones con el fin mantener un ambiente sano para los habitantes.
Ley 1964-2019	Beneficios de compra por Congreso de Colombia	Por medio de la cual el gobierno nacional otorga beneficios a usuarios de vehículos eléctricos con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes

Nota: El gráfico 1 hace un resumen de las normas y decreto vigentes que regulan e incentivan la compra de vehículos eléctricos en Colombia. Tomado de *Factores de decisión que influyen en la adquisición de vehículos eléctricos en Bogotá* (p. 24) Joya, 2023.

Desafíos y barreras

La implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia se ve obstaculizada por diversas barreras, que van desde la falta de infraestructura eléctrica en áreas rurales hasta el alto costo de estos. Además, el riesgo financiero asociado a la transición a la electrificación, la escasa conciencia sobre la movilidad eléctrica, la complejidad normativa y los problemas de interoperabilidad también dificultan su adopción en la sociedad. Para superar estos desafíos, es necesario mejorar la infraestructura eléctrica, implementar incentivos y subsidios gubernamentales, evaluar la viabilidad financiera de la transición, promover la conciencia y

educación sobre la movilidad eléctrica, fomentar la cooperación y capacitación para la interoperabilidad, y considerar opciones de almacenamiento de energía. A continuación, se mencionan las barreras y desafíos más relevantes encontrados en el tema de investigación.

Barreras:

Interconexión eléctrica limitada en áreas rurales: La falta de infraestructura eléctrica interconectada en zonas rurales dificulta la implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia. “Actualmente gran parte de la población rural de Colombia no se encuentra conectada a la red eléctrica nacional” (Montalvo, 2016, p. 3)

Costo elevado de los vehículos eléctricos: El alto costo de adquisición de los vehículos eléctricos impide que la mayoría de la sociedad pueda acceder a ellos, lo que limita su masificación y adopción. “... lo que limita su expansión en Colombia, junto a costos muy altos y falta de infraestructura.” (Ángel, 2018, p. 25)

Riesgo financiero en la transición a la electrificación: El riesgo financiero asociado a la transición a la electricidad como fuente de energía puede desestimular a los actores privados a invertir en sistemas de carga de vehículos eléctricos.

Falta de conciencia y cultura sobre la movilidad eléctrica: La falta de conciencia y conocimiento sobre los beneficios y funcionamiento de los vehículos eléctricos puede limitar su aceptación y adopción en la sociedad.

Complejidad normativa y regulatoria: La complejidad en las regulaciones y normativas relacionadas con los incentivos, subsidios y cargos de impuestos para los vehículos eléctricos puede dificultar su implementación y uso en Colombia.

Problemas de interoperabilidad: La falta de estándares y protocolos de interoperabilidad entre diferentes sistemas de carga de vehículos eléctricos puede limitar la eficiencia y accesibilidad de estos sistemas en el país.

Desafíos:

Infraestructura eléctrica para conexiones municipales y nacionales: El desafío de mejorar la infraestructura eléctrica para permitir conexiones municipales y nacionales es fundamental para habilitar la expansión de sistemas de carga de vehículos eléctricos en todo el país.

Necesidad de incentivos y subsidios gubernamentales: Implementar estrategias efectivas de subsidios e incentivos gubernamentales es crucial para promover la adopción de vehículos eléctricos y la instalación de sistemas de carga.

Evaluación financiera y retorno de inversión: Es necesario llevar a cabo evaluaciones financieras detalladas, incluyendo el análisis de TIR y VPN, para garantizar la viabilidad económica de la transición a flotas de vehículos eléctricos y sistemas de carga.

Promoción de la conciencia y educación sobre la movilidad eléctrica: Se deben implementar campañas de concienciación y programas educativos para informar a la sociedad sobre los beneficios y funcionamiento de los vehículos eléctricos y sistemas de carga.

Cooperación y capacitación para la interoperabilidad: Es fundamental fomentar la cooperación entre los diferentes actores del sector y proveer capacitación especializada para garantizar la interoperabilidad efectiva entre los sistemas de carga de vehículos eléctricos en Colombia.

Consideración de opciones de almacenamiento de energía: Explorar y promover soluciones de almacenamiento de energía, como el uso de paneles solares y sistemas de almacenamiento de hidrógeno, puede contribuir a optimizar la gestión de la energía en la carga de vehículos eléctricos y reducir costos a largo plazo.

Estrategias

Como resultado del análisis realizado en este estudio se proponen las siguientes estrategias para impulsar la implementación de sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia.

Desarrollo de programas de electrificación rural: Implementar programas de electrificación rural para garantizar una infraestructura eléctrica interconectada en zonas rurales, lo que facilitaría la instalación de sistemas de carga para vehículos eléctricos en estas áreas.

Establecimiento de incentivos fiscales y financieros: Crear incentivos fiscales y financieros para reducir el costo de adquisición de vehículos eléctricos y fomentar la inversión en sistemas de carga, lo que estimularía su adopción en la sociedad.

Concesiones y alianzas público-privadas: Establecer concesiones y alianzas público-privadas para reducir el riesgo financiero en la transición a la electrificación, promoviendo la inversión en sistemas de carga de vehículos eléctricos.

Campañas de concientización y educación: Llevar a cabo campañas de concientización y programas educativos para promover la cultura de la movilidad eléctrica en la sociedad, informando sobre sus beneficios y funcionamiento.

Fortalecimiento de normativas y regulaciones: Fortalecer las normativas y regulaciones relacionadas con los incentivos, subsidios y cargos de impuestos para los vehículos eléctricos, facilitando su implementación y uso en Colombia.

Establecimiento de estándares de interoperabilidad: Implementar estándares y protocolos de interoperabilidad entre los sistemas de carga de vehículos eléctricos para optimizar su eficiencia y accesibilidad en el país.

Evaluación de opciones de almacenamiento de energía: Evaluar y considerar opciones de almacenamiento de energía, para optimizar su gestión de la carga de vehículos eléctricos y reducir costos a largo plazo.

Conclusiones

En conclusión, se presentan siete estrategias que impulsan la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia, representado un paso importante para consolidar un futuro sostenible y favorable para el país. Esta iniciativa no solo contribuirá a la reducción de los gases contaminantes y la mejora de la calidad del aire, sino que también fomentará el desarrollo económico, la generación de empleos y la diversificación de la matriz energética nacional. Agregando a lo anterior, al fortalecer la infraestructura de carga, se eliminan barreras significativas para la adopción masiva de vehículos eléctricos, impulsando así la competitividad del país en la escena global y posicionándolo como un referente en la transición hacia una movilidad más sostenible.

Tras analizar detalladamente los diferentes aspectos abordados en este estudio, se han identificado variables cruciales que inciden en la implementación y expansión de los sistemas de carga para vehículos eléctricos en el país. Entre estas variables se encuentran la participación del sector privado, la demanda de vehículos eléctricos, las experiencias internacionales, la infraestructura existente, las políticas gubernamentales, así como los desafíos y barreras que se presentan en este contexto.

La implementación y expansión de sistemas de carga para vehículos eléctricos en Colombia se ve afectada por una serie de factores interrelacionados. La participación del sector privado es fundamental para impulsar el desarrollo de la infraestructura de carga, mientras que la creciente demanda de vehículos eléctricos en el mercado impulsa la necesidad de una mayor disponibilidad de puntos de carga. Experiencias internacionales exitosas pueden servir como modelos a seguir para el diseño e implementación de políticas gubernamentales que fomenten la adopción de vehículos eléctricos. Sin embargo, los desafíos y barreras, como la falta de

infraestructura existente, la falta de incentivos fiscales y la falta de conciencia pública, aún representan obstáculos importantes que deben abordarse para lograr una transición exitosa hacia la movilidad eléctrica en Colombia.

Por otro lado, se puede concluir que la adopción de vehículos eléctricos está creciendo a nivel mundial, con Latinoamérica mostrando avances prometedores, y con países como Noruega y China marcando un ejemplo sobre la producción y adopción de VE. Pero, aunque muchos países han adoptado políticas y se han comprometido a crear iniciativas para dejar la compra de vehículos a base de gasolina, aún queda un largo camino por recorrer, en términos de infraestructura y producción, para alcanzar la adopción masiva necesaria para combatir el cambio climático y reducir los gases de efecto invernadero que provocan los combustibles fósiles.

La implementación efectiva de estas estrategias no solo contribuirá a la protección del medio ambiente, sino que también fomentará la innovación tecnológica, creará nuevos empleos y requerirá de profesionales capacitados en este emergente campo. En resumen, la transición hacia una infraestructura de carga más robusta y accesible es esencial para el futuro de la movilidad sostenible en Colombia, y este proyecto ofrece un camino claro para alcanzar estos objetivos.

Referencias

- Acevedo-Navas, C., & Morales-Nieto, A. (2020). Proceso de decisión de compra de vehículos eléctricos en Bogotá (Colombia). *Pensamiento & Gestión*. 49, 244–275. [https://search-ebscohost-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=146985414&lang=es&site=ehost-live&scope=site](https://search.ebscohost.com/bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=146985414&lang=es&site=ehost-live&scope=site)
- Álvarez, D., Saavedra, M. y Sánchez, E. (2018). Diseño, construcción y puesta en marcha de eco-electrolineras (Tesis de maestría). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia.
- ANAC. (2024). Noruega tiene la tasa de adopción de vehículos eléctricos más alta del mundo. Recuperado de: <https://www.anac.cl/noruega-tiene-la-tasa-de-adopcion-de-vehiculos-electricos-mas-alta-del-mundo/#:~:text=Alrededor%20del%2082%25%20de%20las,la%20adopci%C3%B3n%20de%20veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos>
- Ángel Reinemer, J. M. (2018). Evaluación de factores socioeconómicos y técnicos que afectan la aplicación del vehículo eléctrico en Colombia (Master's thesis, Universidad de La Sabana).
- ANDI-Fenalco (2023). Informe de Registro de Vehículos Eléctricos e Híbridos a julio de 2023. Recuperado de: <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17494-informe-de-registro-de-vehiculos-electr>
- Cepal, N. U. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

Cita, C., & Cita, C. (s. f.). *Panorama de los vehículos eléctricos en Colombia*.

<https://www.radionacional.co/actualidad/mundo/panorama-de-los-vehiculos-electricos-en-colombia>

Constitución Política 1 de 1991 Asamblea Nacional Constituyente - Gestor Normativo. (s. f.).
Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

Decreto 003. (6 de enero de 2023). Por medio del cual se dictan disposiciones para el mejor ordenamiento del tránsito de vehículos automotores de servicio particular dentro del perímetro urbano de Bogotá y se dictan otras disposiciones. Obtenido de Alcaldía Mayor de Bogotá: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=132580>

Electromaps. (2024). Listado de puntos de recarga para vehículos eléctricos en Colombia.

Recuperado de: <https://www.electromaps.com/es/puntos-carga/colombia>

es.movilidad. (2023). La infraestructura de recarga eléctrica en Noruega, en tensión por tanta demanda. Recuperado de: <https://esmovilidad.transportes.gob.es/noticias/la-infraestructura-de-recarga-electrica-en-noruega-en-tension-por-tanta-demanda>

Foro Económico Mundial. (2023). Las ventas de vehículos eléctricos subieron un 55% en 2022.

Aquí es donde más han crecido. Recuperado de:

<https://es.weforum.org/agenda/2023/05/las-ventas-de-vehiculos-electricos-se-dispararon-un-55-en-2022-aqui-es-donde-ese-crecimiento-fue-mas-fuerte/>

García-Oliveros, J. (2018). *El Vehículo Eléctrico: Análisis, Evolución y Perspectivas de Futuro* (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.

<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/18889/TFG%20-%20Garcia-Oliveros%20Serrano%2c%20Jaime.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gobierno de Colombia. (2018). CONPES 3934. Política de Crecimiento Verde. 10 de julio de 2018. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3934.pdf>

Gobierno de Colombia. (2018). Ley 1955 de 2018. Por El Cual Se Expide El Plan Nacional De Desarrollo 2018-2022 Pacto Por Colombia, Pacto Por La Equidad.

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=93970

Hernández, R., Fernández, C.P. y Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación. Capítulo 12. Mc Graw-Hill, sexta edición.

Hoyos Rengifo, A (2023). *Políticas para mitigar el impacto de la entrada de vehículos eléctricos en el sector eléctrico colombiano* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

IRENA. (2019). Perspectivas de innovación: Carga inteligente para vehículos eléctricos, Agencia Internacional de Energías Renovables. Recuperado de: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Innovation_Outlook_EV_smart_charging_2019_ES.pdf

Joya Arboleda, L. Y., Solano Sanabria, E. A., González Cepeda, M., & Lozano Bonilla, S. C. (2023). Factores de decisión que influyen en la adquisición de vehículos eléctricos en Bogotá (Bachelor's thesis, Universidad EAN).

La República. (2022). Terpel, Primax y Texaco, las que lideran la venta de gasolina en Colombia. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/empresas/terpel-primax-y-texaco-las-empresas-que-lideran-la-venta-de-gasolina-en-colombia-3445688>

Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. 27 de julio de 2018.

Ley 1964 de 2019. Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. 11 de julio de 2019.

Marín, E. A. S. (2022). Vehículos eléctricos, una opción viable para Colombia. *Universidad Tecnológica de Pereira, 1*, 14-15.

Martín, F. (2016). Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual Y Retos Futuros. *2nd Pan-American Interdisciplinary Conference, PIC 2016, 24-26 February, Buenos Aires, Argentina*. 12(10), 129-142. doi: 10.19044/esj.2016p1.

https://www.researchgate.net/profile/Silvina-Elias/publication/305046323_Internationalization_of_Higher_Education_in_the_light_of_some_indicators/links/59073f2b4585152d2e98e92a/Internationalization-of-Higher-Education-in-the-light-of-some-indicators.pdf#page=139

Michelena, G., Iannuzzi, P., Barafani, M. (2023). Hacia una integración sostenible: el potencial de la electromovilidad en América Latina y el Caribe. Recuperado de:
<http://dx.doi.org/10.18235/0005179>

Miranda Hernández, J. M. y Iglesias González, N. (2015). Las infraestructuras de recarga y el despegue del vehículo eléctrico. *Observatorio Medioambiental*, 18, 57-85.
https://doi.org/10.5209/rev_OBMD.2015.v18.51285

Montalvo Bonilla, V. (2016). Suministro de energía para las zonas rurales de Colombia.

Moran, M. (2024, 26 enero). Energía - Desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Naciones Unidas (s. f.). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París:

https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Organización Mundial de la salud [OMS] (2021, 2 de marzo). La OMS advierte que, según las previsiones, una de cada cuatro personas presentará problemas auditivos en 2050. OMS.

<https://www.who.int/es/news/item/02-03-2021-who-1-in-4-people-projected-to-have-hearing-problems-by-2050>

Palacio, D. L. Y., & Hernández, J. G. V. 4. La eficiencia energética como mecanismo para disminuir gases de efecto invernadero generados por el transporte urbano: Caso Colombia. *Texto y Contexto en el Desarrollo Sostenible*, 59. (2018)

Palacios, R. M. (2006). Investigación cualitativa y cuantitativa Diferencias y limitaciones. *Piura Perú*.

Restrepo Laverde, J. V. A., & Ramírez, D. A. T. (2018). Desarrollo de estación de carga de vehículos eléctricos. *Lámpsakos*. 19, 22–29.

<https://doi.org/bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.21501/21454086.2532>

Rietmann, N., & Lieven, T. (2019). How policy measures succeeded to promote electric mobility – Worldwide review and outlook. *Journal of Cleaner Production*, 206, 66–75.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.121>

Roás, L. (2011). Los Vehículos Eléctricos.

https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligue/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf

Ros, J. y Barrera, O. (2017). Vehículos eléctricos e híbridos. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3LwrDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=veh%C3%ADculos+electricos&ots=oC2zZxjLqI&sig=p9Uw71bqiCy7I4kCIyYABe-1eDg#v=onepage&q&f=false>

RUNT (2023). Balance del sector tránsito y transporte 2023. Recuperado de:

<https://www.runt.gov.co/sites/default/files/documentos/Balance%20de%20cifras%20del%20sector%202023%20RUNT.pdf>

Salmerón, J. (2012). Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera (Tesis de pregrado). Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, España.

Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer análisis de discurso. Cinta de moebio, (41), 207-224.

The Guardian. (2016). Air Pollution Rising at an 'Alarming Rate' in World's Cities. Behind Energy.

Theran, S. (2023). Estrategias Para Gestionar El Crecimiento De La Infraestructura De Recarga Para Vehículos Eléctricos En Colombia (Tesis de maestría). Universidad de la Costa, Villavicencio, Colombia. Recuperado de:

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/10685/Estrategias%20para%20gestionar%20el%20crecimiento%20de%20la%20infraestructura%20de%20recarga%20para%20veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Theran Orozco, S. (2024). Estrategias para gestionar el crecimiento de la infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en Colombia (Doctoral dissertation, Corporación Universidad de la Costa).

Trashorras, J. (2019). Vehículos eléctricos. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FMqwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq>

=veh%C3%ADculos+electricos&ots=sJ1FBFB65P&sig=CFHVl1xEmR_ExUyG0JDEF
W3NO4Y#v=onepage&q&f=false

UPME - Usaene (2019). Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT. Recuperado de:

https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/Consortio_Usaene_sumatoria_producto_3_estaciones_de_cargaVF.pdf

Vega-Malagón, G., Ávila-Morales, J., Vega-Malagón, A. J., Camacho-Calderón, N., Becerril-Santos, A., & Leo-Amador, G. E. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15).