

Evaluación de los Costos-beneficios de los autos eléctricos

Orlando Montiel Tadeo¹
Emmanuel Morales Fuentes²
Nahum Nolasco Caba³

RESUMEN

Un vehículo eléctrico es aquel que usa energía almacenada en forma química en una o varias baterías que alimentan un motor, para transformar la energía eléctrica en mecánica, para dar tracción a las ruedas del vehículo y este se pueda desplazar. Aunque en la actualidad existe una mayor oferta de coches impulsados por energía eléctrica en relación con años anteriores, se desconocen las ventajas y desventajas que ofrecen estos coches comparados con los de combustión interna. El presente trabajo propone evaluar los costos-beneficios de los autos eléctricos frente a los coches de combustión interna. Para ello se consultaron los sitios oficiales de las concesionarias de los coches eléctricos y de combustión interna de mayores ventas en los últimos años. Los vehículos eléctricos cuentan con costos de ventas más elevados que sus contrapartes de combustión interna. Sin embargo, presentan ventajas como una menor necesidad de mantenimiento, así como una mayor eficiencia en el combustible y una

menor o nula emisión de gases de efecto invernadero. Por ello, los coches eléctricos son una excelente opción para quienes desean adquirir un coche nuevo.

Palabras clave: Autos eléctricos, costo-beneficio, combustión interna, economía, transporte.

INTRODUCCIÓN

Un vehículo eléctrico es aquel que usa energía almacenada en forma química en una o varias baterías que alimentan un motor, el cual transforma la energía eléctrica en mecánica para dar tracción a las ruedas del vehículo y este se pueda desplazar. La energía cinética de las ruedas en movimiento es usada a través de un sistema regenerativo, para cargar la batería. De otra manera es posible conectar el vehículo a la red eléctrica para recargar en forma total la batería. Estos vehículos son considerados por parte del sector del transporte como una tecnología prometedora para la reducción del consumo de energía, de emisiones de

¹ Alumno de primer semestre de la Licenciatura en Ingeniería en Diseño Automotriz. Universidad Olmeca. Correo electrónico: uo20415003@olmeca.edu.mx

² Alumno de primer semestre de la Licenciatura en Ingeniería en Diseño Automotriz. Universidad Olmeca. Correo electrónico: uo20415006@olmeca.edu.mx

³ Asesor del texto y docente de la Licenciatura en Ingeniería en Diseño Automotriz. Universidad Olmeca. Correo electrónico: uo18017@olmeca.edu.mx

gases de efecto invernadero y de contaminación del aire local. Dentro del paradigma actual del transporte sostenible, los vehículos eléctricos se encuentran entre las acciones que incrementan la eficiencia tecnológica de los sistemas de transporte (Gómez y colaboradores, 2016).

El uso de vehículos eléctricos se sugiere para entornos urbanos en los que, a causa del tráfico, continuamente se acelera y desacelera. Gracias al freno regenerativo se recupera más de la mitad de la energía que se invierte en superar los efectos de inercia. Cabe destacar el alto rendimiento del motor eléctrico (60-85 %) frente al del motor de combustión interna (15-20 %). Esto, unido a la reducción de emisiones consagra al vehículo eléctrico como la forma de movilidad futura (Fernández, 2013).

Los vehículos eléctricos presentan ciertos obstáculos lo cual frena sus ventas como un precio elevado, además que en la mayoría de las ciudades de México no existen las condiciones de infraestructura para tener un vehículo de este tipo para su uso diario, la autonomía y/o el tiempo de recarga no satisfacen a los compradores, además que para muchas personas no les transmite ese sentimiento de manejar un auto convencional.

Según cifras del INEGI, en México existen alrededor de 30 millones 89 mil 169 automóviles de los cuales solo 13 925 unidades híbridas o eléctricas. Por ello, es importante conocer las ventajas y desventajas del uso de autos eléctricos comparados con los coches de combustión eléctrica.

ANTECEDENTES

En 1828 Ányos Jedik desarrolló el primer motor eléctrico formado por un estator, un rotor y un conmutador. El norteamericano Thomas Davenport construyó el que se dice que es el primer vehículo eléctrico de la historia, en 1834 y aunque se trataba de un vehículo en miniatura se convirtió en el primer prototipo equipado con motor eléctrico. Davenport

también inventó el primer motor eléctrico de corriente continua.

Entre 1832 y 1839 el escocés Robert Anderson construyó el primer coche movido por electricidad, con una batería no recargable como fuente de energía. En 1835 el holandés Sibrandus Stratingh y su ayudante Cristófer Becker desarrollaron un vehículo accionado por baterías no recargables, que es el precedente de los actuales coches eléctricos. Davidson construyó en 1842 un vehículo eléctrico con cuatro ruedas al que llamó Galvani, que usaba como fuente de energía baterías de zinc ácido y que alcanzaba una velocidad de 4 mph, aunque no podía transportar pasajeros. En 1850 Gastón Planté inventó la batería recargable de ácido-plomo, que todavía se usa en la actualidad para alimentar el motor de arranque de los coches. Su principal ventaja es mantener una corriente eléctrica durante un largo periodo de tiempo, aunque en sus primeras versiones era pesada y voluminosa (Moreno, 2016).

El austriaco Franz Kravogel ideó un ciclo de dos ruedas con motor eléctrico que mostró en la Exposición Mundial de París en 1867. En 1881, el ingeniero químico francés Camille Alphonse Fauré, a partir de los avances de Planté, evolucionó la batería plomo-ácido añadiéndole unas placas formadas por una rejilla de plomo con pasta de dióxido de plomo. Esta mejora incrementó la capacidad de las baterías y permitió iniciar su fabricación industrial a escala mundial. En Manchester, Gran Bretaña, el ingeniero Thomas Parker diseñó en 1884 el automóvil eléctrico más práctico hasta ese momento, con un gran éxito entre la clase alta británica (Catalá, 2013).

En 1888 el ingeniero alemán Andreas Flocken construye el primer coche eléctrico con cuatro ruedas. Un poco antes, en la Exposición Internacional de la Electricidad de París en 1881 se había presentado el primer automóvil eléctrico de tres ruedas. En el año 1897 aparecen los taxis eléctricos en ciudades como Nueva York o Filadelfia (Arnaiz, 2015).

Peugeot desarrolló, en 1984 un prototipo del Peugeot 205 eléctrico. Estaba equipado con baterías de níquel-hierro y tenía una autonomía de 140 km. Su velocidad máxima era de 100 km/h. General Motors empezó en 1990 un ambicioso programa de desarrollo del coche eléctrico basado en el prototipo GM Impact, presentado ese mismo año en el Los Ángeles Auto Show el mítico EV1 (Arnaiz, 2015).

En 1990 favorecida por la nueva ley «Zero Emission Mandate» dictada por la CARB californiana que imponía que para 1998 al menos el 2 % de las ventas en California de un gran fabricante debían realizarse con coches de emisiones cero hasta llegar a una cuota de 10 % en 2003. La intención de la Administración californiana de que para el año 1998 los coches no emitieran contaminantes, además, muchos usuarios modificaron sus vehículos habituales, adaptándolos a funcionar con electricidad.

Toyota lanza en 1997 la primera generación del Toyota Prius, el primer coche híbrido de producción en serie. En 2006 una pequeña empresa nace en Silicon Valley, llamada Tesla Motors, comenzó la producción de un coche deportivo 100 % eléctrico que con una sola carga llegaría a las 200 millas. En 2010 nace el Chevrolet Volt (Híbrido enchufable) y el Nissan Leaf (100 % eléctrico). En el año 2017 nace Zacua, la primera marca de autos eléctricos mexicanos (Zacua, 2019).

JUSTIFICACIÓN

Aunque los beneficios de los coches eléctricos son claros como las mínimas o nulas emisiones de gases de efecto de invernadero, el costo y las deficientes condiciones de la mayoría de las vialidades en México hace que muchas personas prefieran no usarlos y/o recurrir a los autos convencionales.

Por ello este trabajo propone evaluar los costos y beneficios en el uso de vehículos eléctricos en México entre diferentes aspectos como el costo total de coche, costos de mantenimiento así como los cos-

tos de los combustibles para establecer qué tipo de auto resulta mejor para realizar una inversión.

OBJETIVO

Evaluar el costo-beneficio de los autos eléctricos con base en el mantenimiento de la unidad, el costo del combustible así como la depreciación de la unidad.

METODOLOGÍA

Se utilizaron datos e información de las páginas oficiales de las marcas de autos así como los sitios del INEGI y la Secretaría de Hacienda. Se evaluaron vehículos eléctricos y de combustión interna de mayores ventas en territorio nacional en los últimos dos años (2018-2019).

Con base en la información obtenida, se obtuvo la cantidad de gasto económico que genera cada tipo de vehículo, el precio de venta, la depreciación del vehículo a 10 años, autonomía y consumo anual de gasolina o electricidad de ambos tipos de vehículos.

Para determinar la depreciación se usó como base 10 años ya que es el tiempo máximo promedio que una persona conserva su vehículo antes de cambiarlo (Mapfre, s.f. y Gobierno de México, s.f.). La autonomía se determinó por medio de las páginas oficiales de cada marca al igual que el consumo de kilómetros por litro (Km/L). De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático en México se tomó como referencia que un vehículo recorre 15 000 km anuales. Al ser un vehículo de combustión interna se anexó el dato de emisiones de CO₂ que genera, dato obtenido de las páginas oficiales de cada marca de vehículo.

El costo del consumo de electricidad a 10 años se calculó a partir del consumo anual de electricidad multiplicado por el precio del KW/h de referencia (\$2.85 según la Comisión Federal de Electricidad).

Una vez completada la información, se procedió a concentrar la información en Tablas para una interpretación más fácil de la misma.

AUTOMOVIL	PRECIO DE VENTA (VERSIÓN 2020)	DEPRECIACIÓN A 10 AÑOS	AUTONOMIA (CARGA COMPLETA)	CONSUMO ANUAL DE ELECTRICIDAD
BMW 13	\$1'165 000.00	\$943 650.00	380 km solo batería	1965 KW/h
NISSAN LEAF	\$705 900 00	\$571 779.00	241 km solo batería	2220 KW/h
CHEVROLET BOLT EV	\$873 800.00	\$707 778.00	383 km solo batería	1935 KW/h
TOYOTA PRIUS	\$362 900.00	\$293 949.00	970 km solo batería	1707 KW/h

Tabla 1. Autos eléctricos más vendidos en México (2018-2019).

RESULTADOS

En la **Tabla 1** se muestran los cuatro modelos más vendidos de autos eléctricos en México. Para determinar la depreciación de las unidades, se usó como base 10 años ya que es el tiempo máximo promedio que una persona conserva un vehículo antes de cambiarlo (Mapfre, s.f.). Además, de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México, se tomó como referencia que un vehículo

recorre 15 000 km anuales. Con el consumo de KW/h y los km recorridos aproximados en un año, se determinó el consumo anual de electricidad.

En la **Tabla 2** se muestra el costo en mantenimiento de un auto eléctrico a 10 años. Los montos se determinaron por los precios de las refacciones como el filtro de polen, líquido de frenos, inspección de batería, revisión o cambio de llantas, con el cambio de las mismas según las revisiones y cambios re-

VEHÍCULO	MANTENIMIENTO A 10 AÑOS	COSTO DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD A 10 AÑOS	INVERSIÓN TOTAL DURANTE 10 AÑOS
BMW 13	\$20 080.00	\$56 002.50	\$1'241 082.50
NISSAN LEAF	\$22 105.00	\$63 270.00	\$791 275.00
CHEVROLET BOLT EV	\$22 030.00	\$55 147.50	\$950 977.50
TOYOTA PRIUS	\$19 330.00	\$48 649.50	\$430 879.50

Tabla 2. Costo de mantenimiento de los autos eléctricos.

AUTOMOVIL	PRECIO DE VENTA (VERSIÓN 2020)	DEPRECIACIÓN A 10 AÑOS	AUTONOMIA Km/L	CONSUMO ANUAL DE GASOLINA	EMISIONES CO ₂ COMBINADO
NISSAN VERSA	\$262 900.00	\$212 949.00	20	750L	157 g/Km
CHEVROLET AVEO	\$208 600.00	\$168 966.00	19	790L	160 g/Km
NISSAN MARCH	\$165 000.00	\$133 650.00	17	883L	162 g/Km
VOLKSWAGEN VENTO	\$232 990.00	\$188 649.00	17	883L	141 g/Km

Tabla 3. Autos de combustión interna más vendidos en México (2018-2019).

comendados por cada marca de vehículo. La inversión total a 3 años fue la suma del precio del auto, el mantenimiento y el costo de consumo de electricidad a 10 años.

En la **Tabla 3** se muestran los cuatro modelos más vendidos de autos de combustión interna de México (portal electrónico del INEGI). Se determinó el precio de venta con base en los modelos 2020.

En la **Tabla 4** se muestra el costo de mantenimiento del automóvil a 10 años con los precios de las refacciones más comunes de recambio (cambio de bujías, cambio de filtro de polvo y polen, cambio de filtro de aceite, cambio de filtro de aire, cambio de líquido de frenos), con el cambio de las mismas según las revisiones y cambios proporcionados por cada marca de los vehículos. El costo del consumo de

AUTOMOVIL	MANTENIMIENTO A 10 AÑOS	COSTO DEL CONSUMO DE GASOLINA A 10 AÑOS	INVERSIÓN TOTAL DURANTE 10 AÑOS
NISSAN VERSA	\$22 505.00	\$130 575.00	\$414 980.00
CHEVROLET AVEO	\$19 900.00	\$137 530.00	\$365 130.00
NISSAN MARCH	\$20 419.00	\$153 730.00	\$339 149.00
VOLKSWAGEN VENTO	\$26 000.00	\$153 730.00	\$412 720.00

Tabla 4. Costo de mantenimiento de los autos de combustión interna.

combustible anual se calculó a partir del consumo anual de gasolina de la **Tabla 3** por el precio de la gasolina en Villahermosa Tabasco –\$17.41– (Gobierno de México, s.f.). La inversión total a 10 años fue la suma del precio del auto, el mantenimiento y el costo de consumo a 10 años de gasolina.

En la **Tabla 5** se comparan los costos de un auto eléctrico y uno de combustión interna. Los precios de los modelos eléctricos incrementan casi un 45 % frente a los de combustión interna. De igual forma se muestra la inversión a 10 años que genera cada tipo de vehículo, además del modelo y en el caso de los vehículos de combustión la inversión necesaria, incluyendo el precio del vehículo es de casi el doble del precio del auto, debido a los altos precios de las refacciones y de la gasolina.

DISCUSIÓN

Los vehículos de combustión interna al utilizar combustibles fósiles generan contaminantes como el CO₂ que dañan al ambiente frente a su contraparte eléctrica, de ahí que los coches eléctricos sean reconocidos

por emitir cero gases contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera (Salgado, 2017).

Además, los vehículos eléctricos presentan otras ventajas frente a los de gasolina, como una menor necesidad de mantenimiento, ya que hay menos elementos expuestos al desgaste. El coste de la energía eléctrica equivale a un tercio del valor del combustible lo que favorece el ahorro y la eficiencia de este tipo de motores es casi del 90 % frente a un 25 % de los vehículos tradicionales (González, 2019).

Sin embargo, este tipo de autos necesita tiempos entre 2 y 5 horas para recargar sus baterías (ORBIS, 2019) y la capacidad de almacenamiento de estas baterías no es suficiente como para ofrecer la autonomía similar al de un motor convencional, sin contar que la vida útil de las baterías ronda los 180 000 km (González, 2019).

Otro inconveniente es el precio de venta, el cual por lo general es elevado. Sin embargo, este gasto se compensa con menores costos en el mantenimiento y reposición de las refacciones. En cuanto a la eficiencia del combustible, la electricidad, ésta es mejor que la gasolina ya que no consume (Valera, 2011).

AUTOMOVILES ELÉCTRICOS	PRECIO DE VENTA (VERSIÓN BASE) 2020	INVERSIÓN TOTAL DURANTE 10 AÑOS
BMW13	\$1'165 000.00	\$1'241 082.50
NISSAN LEAF	\$705 900.00	\$791 275.00
CHEVROLET BOLT EV	\$873 800.00	\$950 977.50
TOYOTA PRIUS	\$362 900.00	\$430 879.50
AUTOMOVILES DE COMBUSTIBLE	PRECIO DE VENTA (VERSIÓN BASE) 2020	INVERSIÓN TOTAL DURANTE 10 AÑOS
NISSAN VERSA	\$262 900.00	\$414 980.00
CHEVROLET AVEO	\$208 600.00	\$365 130.00
VOLKSWAGEN VENTO	\$232 990.00	\$412 720.00
NISSAN MARCH	\$165 000.00	\$339 149.00

Tabla 5. Costo total de los vehículos e inversión durante 10 años.

En cuanto a los vehículos de combustión interna, estos cuentan con ventajas como la autonomía, ya que se pueden recargar combustible en cualquier gasolinera (Parera, 2010), además que los costos de servicios y mantenimiento de estos vehículos son mayores y prolongados ya que sus diversas piezas y componentes sufren un mayor desgaste con el tiempo.

CONCLUSIONES

Los vehículos eléctricos suelen tener un costo de venta más elevado que un coche de combustión. Sin embargo, al tener que afrontar los costos de mantenimiento de ambas contrapartes, resulta más rentable mantener un vehículo eléctrico sobre uno de gasolina.

La depreciación, la autonomía de ambos tipos de vehículos que hacen que a largo plazo el vehículo pierda gran parte de su valor comercial y en transcurso de trayectos largos los vehículos eléctricos pierdan versatilidad ya que estos al tener un tiempo de carga más lentos en la mayoría de los casos hace que sea más difícil intentar viajes largos por los sitios de carga que existan en el trayecto.

El impacto ambiental que generan los vehículos eléctricos es menor ya que genera una nueva iniciativa de movilidad que, basándose en las iniciativas ambientales a nivel mundial, esta busca disminuir la contaminación y los gases de efecto invernadero. Ante esto el que sea poseedor de un vehículo eléctrico tendrá beneficios ante el pago de tenencia vehicular.

Si se es una persona con un poder adquisitivo alto que busca un vehículo seguro, que ahorre energía, no emita contaminantes y para recorrer distancias de ciudad, es conveniente optar por un vehículo eléctrico.

Por otro lado, si se busca un vehículo para viajar distancias largas y con mayor autonomía, es recomendable un vehículo de combustión, aunque los precios de los combustibles sean elevados y las consecuentes emisiones de gases de efecto de invernadero contribuyan a deteriorar el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnaiz Sanz I.** Análisis y evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea [Internet] 2015 [citado 25 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/3803/TFG001112.pdf>
- AMIS.** (s.f.). Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros. Obtenido de <https://sitio.amis.com.mx/>
- Catalá P.** Historia de los Vehículos Eléctricos y Alternativos [Internet] Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos. 2013 [citado 26 septiembre 2020]. Disponible en: <https://aavea.org/historia-de-los-vehiculos-electricos-y-alternativos/#comments>
- CFE.** (s.f.). Comisión Federal de Electricidad. Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Tarifas/Tarifa1F.aspx>
- Gómez Gélvez J, Hernán Mojica C, Kaul V, Isla L.** Inter-American Development Bank [Internet]. La incorporación de vehículos eléctricos en América Latina. 2016 [citado 26 septiembre 2020]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-incorporaci%C3%B3n-de-los-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>
- Gobierno de México.** (s.f.). Secretaria de Hacienda. Obtenido de <https://www.gob.mx/shcp>
- INEGI.** (s.f.). Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iav/>
- Moreno FM.** Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual Y Retos Futuros. ESJ [Internet]. 2016 May23 [citado 26 septiembre 2020]; 12(10). Disponible en: <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/7393>
- Mapfre.** (s.f.). Mapfre. Obtenido de <https://www.mapfre.es/seguros/particulares/coche/articulos/cuando-cambiar-de-coche.jsp#:~:text=Aunque%20existen%20diferentes%20motivos%20que,tenga%20%20a%20los%20de%20antig%C3%BCedad>

ORBIS (2019). Manual de introducción para la recarga de vehículos eléctricos. ORBIS Energía Inteligente, 24.

Parera, A. M. (27 de febrero de 2010). Obtenido de https://www.acta.es/medios/articulos/automocion_y_transporte/003061.pdf

Salgado, L. S. (27 de Julio de 2019). Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos como tpi. Obtenido de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00051269.pdf>

Valera, L. I. (25 de noviembre de 2011). Universidad Antonio de Nebrija. Obtenido de https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf

Zacua. [Internet]. Cronología de la historia de los autos eléctricos – MLRH. 2019 [citado 27 septiembre 2020]. Disponible en: <https://zacua.com/cronologia-de-la-historia-de-los-autos-electricos-mlrh/>

