



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN TECNO-ECONÓMICA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS
LIVIANOS EN COMPARACIÓN CON VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN
INTERNA EN SAN PEDRO SULA**

SUSTENTADO POR:

ÓSCAR EDUARDO MUNGUÍA GÓMEZ

21611075

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

INGENIERÍA EN ENERGÍA

SAN PEDRO SULA, CORTÉS

HONDURAS, C.A.

MAYO, 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de poder superarme cada día, por permitirme desarrollar mi carrera profesional brindándome motivación y fuerza para esforzarme durante todos estos años de crecimiento profesional y también como persona.

Agradezco a mi mamá y papá por el sacrificio que han hecho para permitirme estudiar, por brindarme todo el apoyo que necesitaba y creer en mí aun cuando yo dudaba. Agradezco a toda mi familia por darme ánimos y estar siempre disponibles para mí.

Agradezco a mis amigos de Emilio Leiva, Carlos Montoya, Iván Cárcamo y Jeffrey Ilias por haberme acompañado durante todos estos años con su buena amistad y todos los momentos compartidos. Agradezco a Diego Torres y Francisco Deras por compartir conmigo durante los últimos años en mis estudios.

Agradezco a todos mis profesores por haberme brindado atención y haber compartido sus enseñanzas conmigo, más que agradecido con la Ing. Alicia Reyes, la Ing. Vielka Barahona y el Ing. Franklin Martínez y especialmente agradecido con el Ing. Héctor Villatoro y la Ing. Claudia Paz por haber aportado de sus conocimientos en apoyo al desarrollo de esta investigación.

RESUMEN EJECUTIVO

Las exigencias sociales, tecnológicas y medioambientales actuales en el mundo provocan la fomentación del vehículo eléctrico por ser una alternativa a los vehículos de combustión interna y la sociedad local no tiene conocimiento acerca de los beneficios técnicos y económicas, por lo tanto, es necesario un análisis que describa detalladamente los beneficios que tiene la adquisición y uso de uno. En la presente investigación se recolectan las variables que son determinantes para la elección de un vehículo eléctrico o de combustión interna, las variables técnicas especifican el rendimiento del vehículo eléctrico en términos de autonomía y consumo energético para verificar el desempeño de esta tecnología y el análisis económico tiene como objetivo comparar todos los costes que conllevan los vehículos eléctricos y vehículos de combustión interna como el coste de operación, costes de mantenimiento, costos de adquisición y otros gastos, a fin de determinar la viabilidad económica del vehículo eléctrico. Se describe la autonomía que garantiza la capacidad de la batería de los vehículos eléctricos y el análisis económico compara y demuestra los diferentes costes que conlleva el uso y adquisición de un vehículo eléctrico y un vehículo convencional, utilizando factores que pueden impactar considerablemente el costo de un tipo de vehículo según su tecnología como el caso en el que se decide realizar un cambio de la batería a futuro para el vehículo eléctrico.

ABSTRACT

The current social, technological and environmental demands in the world cause the promotion of the electric vehicle as an alternative to internal combustion vehicles and in local society there is ignorance about the technical and economic benefits, therefore, an analysis is necessary that describes in detail the benefits of acquiring and using one. In the present investigation the variables that are determining for the choice of an electric vehicle or internal combustion are collected, the technical variables specify the performance of the electric vehicle in terms of autonomy and energy consumption to verify the performance of this technology and economic analysis aims to compare all the costs associated with electric vehicles and internal combustion vehicles such as the cost of operation, maintenance costs, acquisition costs and other expenses, in order to determine the economic viability of the electric vehicle. The autonomy that guarantees the battery capacity of electric vehicles is described and the economic analysis compares and demonstrates the different costs involved in the use and acquisition of an electric vehicle and a conventional vehicle, using factors that can significantly impact the cost of a type of vehicle according to its technology such as the case in which it is decided to carry out a future battery change for the electric vehicle.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
2.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	2
2.2.1 Formulación del problema.....	2
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	2
2.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.4.1 Objetivo General.....	3
2.4.2 Objetivos Específicos.....	3
2.5 JUSTIFICACIÓN	3
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1 Antecedentes Históricos	5
3.2 Vehículos eléctricos a nivel mundial.....	6
3.2.1 Actualidad del sector de Transporte.....	6
3.2.2 Vehículos eléctricos en la actualidad	10
3.2.3 Vehículos Eléctricos en Honduras	19
3.3 Teorías de sustento.....	19
3.3.1 Movilidad Sostenible.....	19
3.3.2 Movilidad Eléctrica	21
3.3.3 Vehículos de gasolina	21
3.3.4 Vehículo Eléctrico	24

3.3.5 Tipos de vehículos eléctricos	24
3.3.6 Ventajas y Desventajas del Vehículo Eléctrico (EV)	27
3.3.7 Partes del EV.....	28
3.3.8 Configuración de los EV.....	33
3.3.9 Funcionamiento de un EV	34
3.3.10 Infraestructura de recarga	35
3.3.11 Puntas de recarga.....	36
3.3.12 Tipos de carga.....	37
3.3.13 Conectores eléctricos.	38
3.3.14 Modos de carga.....	40
3.3.15 Normativa internacional del punto de recarga	42
3.4 Metodología técnica y económica del estudio	42
3.4.1 Análisis Técnico.....	42
3.4.2 Análisis económico	43
IV. METODOLOGÍA.....	45
4.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	45
4.1.1 MATRIZ METODOLOGICA.....	46
4.1.2 Definición operacional de las variables.....	47
4.1.3 HIPÓTESIS.....	50
4.2 Enfoque y Métodos.....	50
4.3 Diseño de la investigación.....	51
4.3.1 POBLACIÓN	51
4.3.2 MUESTRA.....	51

4.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	51
4.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA.....	51
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	52
4.4.1 TÉCNICAS.....	52
4.4.2 instrumentos.....	52
4.5 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	53
4.5.1 Fuentes primarias.....	53
4.5.2 Fuentes secundaria.....	53
4.6 Limitantes del estudio.....	54
4.7 Cronograma de actividades.....	54
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	55
5.1 ANÁLISIS TÉCNICO.....	55
5.1.1 Cálculo de la capacidad de la batería.....	56
5.1.2 Cálculo de la autonomía del vehículo.....	57
5.1.3 Cálculo de la energía requerida anual.....	58
5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	58
5.2.1 Costos de operación.....	58
5.2.2 Costos de mantenimiento.....	64
5.2.3 OTROS COSTOS.....	67
5.2.4 ANÁLISIS FINANCIERO.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	80
VII. RECOMENDACIONES.....	81
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Crecimiento demográfico en los países industrializados y no industrializados proyectado hasta el año 2050.....	7
Ilustración 2. Cantidad de vehículos pronosticados para 2030 con el escenario de nuevas políticas y el escenario de la campaña EV30@30 propuesto por la AIE.....	9
Ilustración 3. Países de Latinoamérica que cuentan con incentivos para los EV.	15
Ilustración 4. Escenario de uso de EV en Costa Rica.....	18
Ilustración 5. Esquema Presión-Volumen de Ciclo Otto.....	23
Ilustración 6. Fases de un motor de 4 tiempos.....	23
Ilustración 7. Clasificación de los vehículos eléctricos.	26
Ilustración 8. Esquema sistema de tracción del vehículo eléctrico.	28
Ilustración 9. (a) Curva de par y potencial ideal para la tracción de los vehículos, (b) Curva característica de un motor eléctrico.	29
Ilustración 10. Controlador electrónico.	30
Ilustración 11. Inversor trifásico CC/CA.	30
Ilustración 12. Conversor CC/CA.	31
Ilustración 13. Batería de un EV.....	31
Ilustración 14. Desarrollo tecnológico de las baterías en la actualidad.	32
Ilustración 15. Vehículo con (a) Motor único (b) Dos motores independientes.	34
Ilustración 16. Infraestructura de recarga donde el EV se conecta a la red mediante un cable a la estación de carga.	35
Ilustración 17. Conector y puerto estándar J1772.....	39
Ilustración 18. Modos de carga del EV.....	41

Ilustración 19. Identificación y dimensión de las variables	47
Ilustración 20. Enfoque y Métodos de la investigación	50
Ilustración 21. Tendencia del precio de la energía eléctrica en el sector Residencial en Honduras.	59
Ilustración 22. Proyección precio de la energía eléctrica residencial en Honduras.....	60
Ilustración 23. Tendencia tasa de cambio entre el lempira y el dólar estadounidense.....	60
Ilustración 24. Tendencia del precio del galón de la gasolina superior en Honduras.....	62
Ilustración 25. Proyección del precio del galón de gasolina en Honduras.....	63
Ilustración 26. Plan de mantenimiento de un vehículo eléctrico.....	66
Ilustración 27. Comparación de costo total entre EV y VCI del caso 1.....	74
Ilustración 28. Costos totales del caso 1.....	75
Ilustración 29. Comparación costo total entre EV y VCI del caso 2.....	77
Ilustración 30. Costos totales del caso 2.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Países que han anunciado un año para la prohibición de venta de VCI y prohibición de circulación de VCI. x=Prohibición de venta de VCI o=Prohibición total de VCI.....	11
Tabla 2. Parámetros eléctricos para infraestructura de recarga.....	39
Tabla 3. Matriz metodológica.....	46
Tabla 4. Operacionalización de las variables del vehículo eléctrico	48
Tabla 5. Operacionalización de las variables del vehículo de gasolina	49
Tabla 6. Cronograma de actividades.....	54
Tabla 7. Descripción de vehículos eléctricos.....	55
Tabla 8. Descripción de vehículos de combustible.....	56
Tabla 9. Capacidad de batería de los vehículos eléctricos.....	56
Tabla 10. Autonomía de los vehículos.....	57
Tabla 11. Energía requerida por el vehículo eléctrico anual y mensual.....	58
Tabla 12. Valores de costos de proyección de la tarifa eléctrica.....	61
Tabla 13. Costos de operación de los vehículos eléctricos.....	61
Tabla 14. Valores de coste de galón de gasolina proyectados.....	63
Tabla 15. Costo de operación de vehículos de combustión interna.....	64
Tabla 16. Plan de mantenimiento de vehículos de combustión interna.....	65
Tabla 17. Costes de mantenimiento de los vehículos convencionales y eléctricos.....	66
Tabla 18. Costos de flete e ingreso de Nissan Leaf.....	69
Tabla 19. Costos de flete e ingreso de VW e-Golf.....	69
Tabla 20. Costo de seguro anual por vehículo.....	70
Tabla 21. Financiamiento de los vehículos eléctricos y de combustión interna.....	71

Tabla 22. Flujo de caja de caso 1 de Nissan Leaf.....	72
Tabla 23. Resultados de flujo de caso 1 de VW e-Golf.....	72
Tabla 24. Flujo de caja de caso 1 de Toyota Yaris.	73
Tabla 25. Resultados de flujo de caso 1 de Toyota Agya.	73
Tabla 26. Comparación costos totales del caso 1.....	75
Tabla 27. Flujo de vehículos eléctricos para CASO 2.....	76
Tabla 28. Comparación costos totales del caso 2.....	78

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de la Capacidad del vehículo eléctrico.....	42
Ecuación 2. Autonomía del vehículo.....	43
Ecuación 3. Energía consumida por el vehículo.....	43
Ecuación 4. Costo del consumo energético del EV.....	43
Ecuación 5. Costo del consumo energético del VCI.....	44
Ecuación 6. Valor Actual Neto.....	44
Ecuación 7. Cálculo de costo de seguro del vehículo.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plan de mantenimiento vehículo de combustión interna parte 1.	88
Anexo 2. Plan de mantenimiento vehículo de combustión interna parte 2,	89
Anexo 3. Tabla de contenido de la Guía de Plan de mantenimiento y servicios del Nissan Leaf.	90
Anexo 4. Portada decreto 17-2010.	91
Anexo 5. Artículo 20 del Decreto 17-2010 el cual estipula que quedan exentos del pago al Impuesto Selectivo al Consumo los vehículos eléctricos.....	92
Anexo 6. Guía de Aduanas para las tarifas de fletes marítimos de vehículos automotores terrestres.	93
Anexo 7. Consumo energético de los vehículos eléctricos.	94
Anexo 8. Histórica tasa de cambio Lempira a Dólar estadounidense.....	95

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

Ah: Amperios Hora

AIE: Agencia Internacional de Energía

BEV: Battery Electric Vehicle; Vehículo Eléctrico de Batería

CA: Corriente Alterna

CC: Corriente Continua

CIF: Cost, Insurance and Freight; Costo, Seguro y Flete

CO: Monóxido de Carbono

CO2: Dióxido de Carbono

CPM: Caja General de Protección y Medida

CREE: Comisión Reguladora de Energía Eléctrica

DCR: Dispositivo de Corriente Residual

Electrolineras: Estaciones de Servicio Eléctricas

EPRI: Electric Power Research

EV: Electric Vehicle; Vehículo Eléctrico

EV30@30: Campaña de la AIE cuyo objetivo es que para el 2030 los EV representen el 30% de las ventas

FCEV: Full Cell Electric Vehicle ; Vehículo de celda de Combustible

GLP: Gas Licuado de Petróleo

GPRS: General Packet Radio Service

HEV: Hybrid Electric Vehicle; Vehículo híbrido

ICEV's: Internal Combustion Engine Vehicle; Vehículo de Combustión Interna

ICP: Interruptor de Control de Potencia

IRPF: Renta de Personas Físicas

IVA: Impuesto sobre el valor añadido

LCV's: Light Commercial Vehicle; Vehículos Livianos Comerciales

LGA: Línea General de Alimentación

Li-ion: Batería de Litio-ion

NEC: National Electric Code

Ni-MH: Batería de Níquel-Metal hidruro

Norma ITC-BT: Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión

Norma SAE J1172: Estandarización de conectores de EV de Estados Unidos

Norma UNE-EN 61851: Norma del sistema conductivo de carga para EV

Pb-acido: Batería de plomo-acido

PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle; Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable

PLC: Programmable Logic Controller

PLDV's: Passenger Light-Duty Vehicle; Vehículo Liviano de Pasajeros

SUV: Sport Utility Vehicle; Vehículo Utilitario Deportivo

TIR: Tasa Interna de Retorno

Trucks: Camiones

VAN: Valor Actual Neto

VCI: Vehículo de Combustión Interna

Vehículos Livianos: Vehículos de transporte de pasajeros que pesan menos de 4,500 kg.

ZEV: Zero Emission Vehicle ; Vehículo de cero emisiones (No emite ningún gas).

I. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo se trata de una sección introductoria al proyecto de investigación mediante la exposición de los elementos más importantes que representen cada sección del proyecto para dar un pronto entendimiento y una descripción sencilla al lector sobre la totalidad de la investigación para despertar la curiosidad y el interés.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe de proyecto de investigación se elaborará un análisis de los vehículos eléctricos livianos en términos técnicos y económicos sobre la adquisición y operación en San Pedro Sula con el propósito de verificar su factibilidad para los probables usuarios de esta tecnología en un futuro cercano. La evaluación técnica del vehículo eléctrico detallará características de operación como la autonomía y consumo energético para verificar las capacidades de esta tecnología. El análisis económico considera los diferentes costes que implica el vehículo eléctrico y el vehículo de combustión interna considerando costos de operación, mantenimiento, adquisición, financiamiento, matrícula y otros gastos.

El informe está dividido en cuatro partes principales, donde en la primera parte se encuentran los objetivos generales y específicos del proyecto de investigación. La segunda parte está constituida por información que esté relacionada a la temática del proyecto para describir la situación actual de esta tecnología en el mundo. La tercera parte abarca la descripción de la metodología para realizar las evaluaciones que se tienen como objetivo explicando cada uno conforme a las variables de entrada que se necesitan, las actividades a realizar y los resultados finales alcanzados. Para finalizar, la cuarta parte se compone de las conclusiones, recomendaciones sobre la investigación, el sustento obtenido de fuentes secundarias y anexos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el capítulo 2 se expone el problema del proyecto de investigación y se definen las preguntas principales a resolver y los objetivos.

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

El sector automovilístico mundial está evolucionando con la implementación de vehículos eléctricos de baterías por ser una alternativa a los vehículos de combustión interna para satisfacer las nuevas exigencias sociales, energéticas y medioambientales que se requieren en la actualidad, sin embargo, en la población local hay incertidumbre sobre los beneficios que tiene su adquisición y uso por parte del usuario.

2.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Es necesario realizar una evaluación técnica y económica de los vehículos eléctricos livianos que se están fomentando en el mercado automovilístico internacional por sus múltiples beneficios como la eficiencia energética o reducción de emisiones de gases, gradualmente para adaptarse el mercado automovilístico local introducirá estos vehículos y será una alternativa que compita a los vehículos de combustión interna, por lo tanto, es necesario que el usuario tenga conocimiento acerca del funcionamiento y los costos que implica esta tecnología.

2.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida es conveniente técnica y económicamente la compra y uso de un vehículo eléctrico liviano de baterías para el usuario en comparación a un vehículo de combustión interna?

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.- ¿Cómo sería el desempeño técnico del vehículo eléctrico en términos de autonomía y consumo energético?

2.- ¿Cuáles son los costos para tomar en consideración que conllevan adquirir y usar un vehículo eléctrico?

3.- ¿Es viable el uso y adquisición de un vehículo eléctrico en comparación a un vehículo de combustión interna?

2.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnica y económicamente los vehículos eléctricos livianos con el propósito de realizar una comparación con el vehículo de combustión interna.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una evaluación técnica que describa la autonomía y consumo energético del vehículo eléctrico.
2. Efectuar un análisis económico que detallará el costo que conlleva el mantenimiento, operación, adquisición y otros costos del vehículo eléctrico.
3. Realizar una comparación económica en las que se verifica la viabilidad para el usuario del vehículo eléctrico la adquisición y uso sobre el vehículo de combustión interna.

2.5 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación nace con la iniciativa de reducir la incertidumbre que existe por falta de conocimiento general sobre el potencial de los vehículos eléctricos ya que es una tecnología muy reciente y que hasta hace poco entro en auge en los países desarrollados. Por lo tanto, en San Pedro Sula ante la inminente evolución que habrá en los mercados automovilísticos internacionales, es de suma importancia que los potenciales usuarios conozcan las ventajas y desventajas que conlleva la adquisición de uno para que entiendan la naturaleza y el desempeño del vehículo, factores como la autonomía, consumo energético o mantenimiento son características que son determinantes para la decisión de compra y es importante la comparación con los vehículos convencionales para observar el grado de competitividad que tienen con las condiciones que existen en la actualidad. De la misma manera, es de interés para el gobierno por la demanda que estos vehículos generara en el futuro cercano del país, además, de las diferentes exigencias globales que buscan mayor eficiencia energética y reducción de emisiones de efecto

invernadero por lo cual el país en un futuro cercano tendrá que aplicar medidas fiscales para facilitar la introducción y uso de los vehículos eléctricos como lo hacen diferentes países del mundo.

III. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo de la investigación se centra en la fundamentación conceptual de los temas principales siendo estos: Las características de los vehículos eléctricos y la implementación de los vehículos eléctricos en la actualidad. Ambos temas están relacionados ya que la implementación de los vehículos eléctricos depende directamente de las características de los vehículos eléctricos por lo cual es fundamental la explicación de ambos temas. En este segmento se detallará la información necesaria que permita describir las características de los vehículos eléctricos además de la situación actual que conlleva su implementación en varias regiones del mundo.

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En los últimos años se ha incrementado el uso e implementación de los vehículos eléctricos como una alternativa a los vehículos de combustión interna debido a las emisiones de gases de efecto invernadero que representa un problema para el medioambiente debido al aceleramiento del calentamiento global. Los vehículos eléctricos tienen como principal objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero además de mejorar la eficiencia energética en el sector automovilístico promoviendo el uso de tecnología más limpias y eficientes como las energías renovables.

El primer vehículo eléctrico apareció en el año de 1834, mientras que el de combustión interna apareció hasta el año 1861. Los vehículos eléctricos comenzaron a comercializarse en el año de 1852 sin baterías recargables, porque en ese entonces no existía la tecnología necesaria que permitiera su uso en los vehículos eléctricos. (Murias, 2019).

En el año 1799, Alessandro Volta publicó sus investigaciones e inventó su pila eléctrica llamada "La Pila de Volta" la cual dio inicio al desarrollo de esta tecnología de almacenamiento la cual logró importantes avances que permitieron su uso y comercialización en el año 1881 cuando Camille Fauré mejoró significativamente la batería de plomo y ácido que Gastón Plante había diseñado 15 años atrás. (Hoffman, 2014)

A principios del siglo XX los vehículos eléctricos tenían mucha demanda debido a que los vehículos de combustión interna de la época que estaban en etapa de crecimiento e investigación

tenían varios inconvenientes que no gustaban a muchos clientes potenciales como la emisión de gases o el ruido del motor, además de que las baterías recargables de plomo y ácido eran fabricadas a nivel industrial lo cual permitía una gran capacidad de comercialización. (Murias, 2019).

En esa época el 28% de la producción de vehículos en Estados Unidos correspondía a vehículos eléctricos y en algunas ciudades mayores representaban más del 30% del parque vehicular, la tecnología en ese entonces se iba desarrollando, hay que destacar el caso de la Oliver P. Fritchle Company en 1908 que dio a conocer el primer vehículo eléctrico comerciable que lograba recorrer hasta 160 km. (Murias, 2019).

Sin embargo el 7 de octubre de 1913 Ford comenzó a producir su nuevo vehículo el Ford Model T en su fábrica en Detroit implementando un nuevo método de ensamblaje y la estandarización de componentes que revolucionó la industria automotriz por siempre el cual consistía en una cadena de montaje y el empleo de mano de obra no cualificada que permitió una mayor eficiencia y capacidad de producción además de abaratar muchos los costos lo cual era una gran ventaja para los motores de combustión interna que de por sí eran más económicos que los vehículos eléctricos de baterías recargables. (Camós, 2019).

La diferencia en costos entre vehículos eléctricos y vehículos de combustión interna era abismal donde un vehículo eléctrico de Oliver P. Fritchle Company costaba \$ 105,000 USD actuales mientras que uno de combustión interna de Ford costaba \$ 14,000 USD actuales por lo que eran más demandados además en la década de 1910 se descubrieron yacimientos de petróleo en Texas lo cual disminuyó el costo de la gasolina por lo tanto el motor de combustión interna se convirtió en la tecnología preferida en la sociedad. (Murias, 2019).

3.2 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS A NIVEL MUNDIAL

3.2.1 ACTUALIDAD DEL SECTOR DE TRANSPORTE

Se proyecta que en los próximos años los países en vías de desarrollo por el crecimiento demográfico y económico incrementen el número de vehículos livianos a nivel mundial mientras

que los países desarrollados mantendrán o disminuirán su uso por las políticas que castigan el uso del vehículo para disminuir la contaminación y el congestionamiento vehicular.

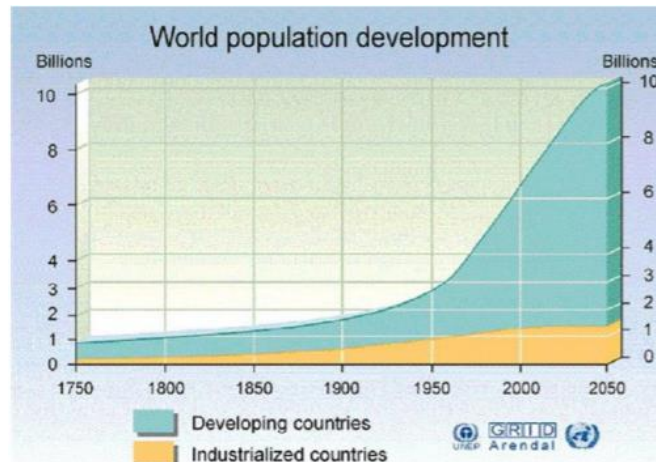


Ilustración 1. Crecimiento demográfico en los países industrializados y no industrializados proyectado hasta el año 2050.

(Moreno, 2016, pág. 134)

En países desarrollados como Japón, Estados Unidos, Portugal, Países Bajos, España, Reino Unido, Irlanda, etc. Se tienen indicios que la comercialización de EV avanza gracias a los incentivos fiscales y subsidios que se dan para quienes deseen disponer de un EV, es por ello que grandes constructores de automotores ya han incluido en su producción una gama de EV, como es el caso de Nissan que ha lanzado al mercado su primer EV de producción masiva (Nissan Leaf), la primera ciudad latinoamericana donde se empezó a circular este vehículo es Ciudad de México en 2006 donde Nissan . (Vélez, 2017, pág. 43).

El precio de este vehículo en Estados Unidos es de alrededor de \$ 33,000 USD, el mismo que cuenta con un motor de 80 kW (107 hp) y un par de 280 Nm (lo que implica mayor arrastre que un vehículo convencional). La velocidad máxima del vehículo es de 140 km/h, y tienen una autonomía de 160 km, La energía se obtiene de un pack de 48 baterías de Li-ion, con capacidad de 24 kWh las mismas que son recargadas a un voltaje de 220 V y tienen una carga rápida de 80% de su capacidad en 30 minutos y del 100% en menos de 8 horas. (Chancusig, 2014, pág. 76).

El número de vehículos en 2010 era de 75 millones, y se espera que en 2050 sea de 2,500 millones. Si todos estos vehículos son propulsados por motores de explosión y de combustión interna, no hay suficientes reservas de combustibles fósiles en nuestro planeta. Pero mucho antes de agotar las reservas, debido a la diseminación de los gases resultantes de quemar ese combustible la Tierra sería inhabitable por el efecto invernadero. (Moreno, 2016, pág. 133).

En 2015 el sector del transporte mundial represento el 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial y alrededor del 92% de la energía utilizada para el transporte proviene del petróleo por lo cual en la actualidad los vehículos eléctricos son una alternativa para lograr cumplir las nuevas exigencias globales y medioambientales que se deben adoptar para desacelerar el calentamiento global (Khalili, 2019) I.

Las políticas y normas anticontaminación mundiales además del avance tecnológico han provocado el resurgimiento de los vehículos eléctricos en los últimos años en varios países que lo implementan como una alternativa a considerar para lograr cumplir las nuevas exigencias ambientales y las necesidades tecnológicas de los usuarios.

Los acuerdos de París es un acuerdo firmado por la mayor parte de las naciones de mundo dentro de las convenciones sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas y que tiene como objetivo principal no subir en 2°C o menos la temperatura del planeta mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Se prevé que las emisiones de gases de efecto invernadero incrementen en un 20% para 2030 y aproximadamente un 50% para el año 2050 si no se toman medidas de prevención. Algunas acciones para implementar son en los vehículos de transporte por carretera deberán ser impulsados eléctricamente por lo menos el 20% para el año 2030; deberán de haber más de 400 millones de vehículos eléctricos de dos o tres ruedas para el año 2030 y más de 100 millones de automóviles para 2030. (Naciones Unidas, 2015, pág. 1).

“Los vehículos impulsados por electricidad (híbridos, baterías, enchufables y de pila de combustible) deberán superar el 35% de las ventas a nivel mundial para el año 2030 si se quiere lograr este objetivo.” (AIE, 2019, pág. 114).

3.2.1.1 Campaña EV30@30

La campaña EV30@30 es un plan que inicio la Agencia Internacional de Energía (AIE) el cual tiene como objetivo principal que para el año 2030 el 30% de la venta de vehículos sean eléctricos. Entre los países participantes se encuentran Canadá, China, Finlandia, Francia, India, Japón, México, los Países Bajos, Noruega, Suecia y el Reino Unido.

La AIE plantea dos escenarios que busca determinar la cantidad de EV en el planeta el cual podría variar entre los 125 millones con el escenario de nuevas políticas que se basa en las políticas, compromisos y objetivos que existen actualmente y 220 millones con base a la campaña EV 30@30 para 2030. En la ilustración 2 se puede observar la evolución de la cantidad de EV hasta 2030 según el escenario.

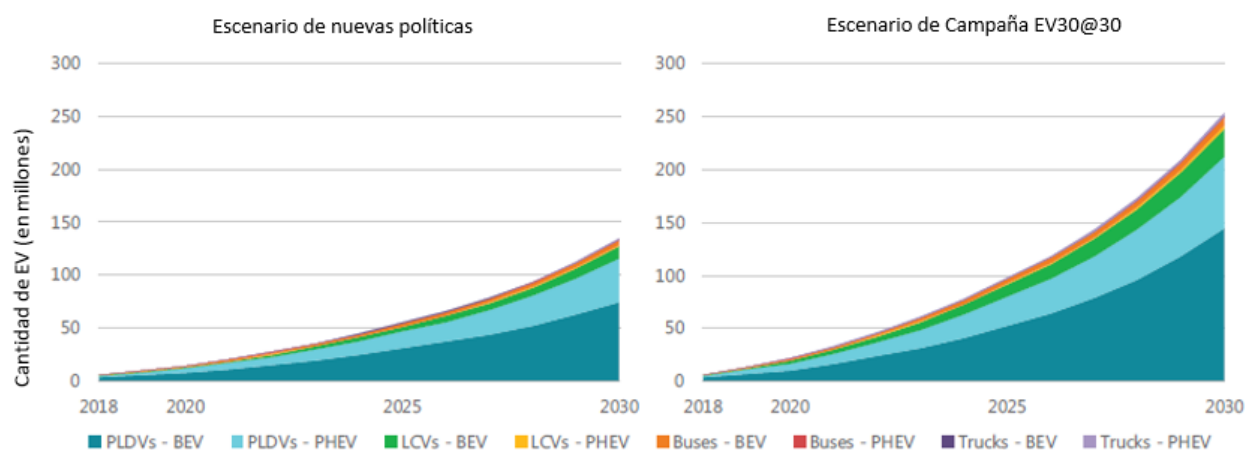


Ilustración 2. Cantidad de vehículos pronosticados para 2030 con el escenario de nuevas políticas y el escenario de la campaña EV30@30 propuesto por la AIE.

Fuente: AIE. (2019). Global EV Outlook 2019. Pagina 16

Los planteamientos del programa abarcan el mercado para vehículos de dos y tres ruedas, autos eléctricos de pasajeros, vans comerciales, buses y camiones. Asimismo, se contabilizan los vehículos de batería eléctrica e híbridos enchufables y en base a hidrógeno de acuerdo con las prioridades de cada nación. La EV30@30 cuenta además con empresas privadas que apoyan en la campaña. ChargePoint, Enel X, E.On, Fortum, Iberdrola, la alianza Renault-Nissan-Mitsubishi y Vattenfall están involucradas en la consecución de los objetivos. (ElectroMOV, 2019, pág. 1).

Los compromisos establecidos por los firmantes actuales son (ElectroMOV, 2019, pág. 1):

- Apoyar al desarrollo de cargadores y hacer seguimiento de su proceso.
- Estimular el sector público y privado en los objetivos de los autos eléctricos.
- Estimular políticas de intercambio en investigación e información.
- Apoyar gobiernos en las necesidades de asistencia técnica, políticas públicas e infraestructura.
- Establecer el Programa Piloto Global de Ciudad para VE en orden de lograr 100 ciudades amigables con vehículos eléctricos en un plazo de cinco años.

3.2.2 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA ACTUALIDAD

Varios países han empezado a desarrollar planes para la implementación de vehículos de cero emisiones “ZEV” para sustituir los VCI con el propósito de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual cada vez se proporcionan más ayuda para que las personas los adquieran. A continuación, la tabla 1 en el que se muestran los países que han anunciado como el año en el que prohibirán la venta de VCI y también la prohibición de circulación de VCI.

Los beneficios que reciben los usuarios de ZEV alrededor del mundo se basan en ayudas fiscales mediante incentivos y subsidios por la compra, sin embargo, también se exoneran de impuestos y reciben otro tipo de beneficios como disponibilidad y reserva de parqueos. Entre los beneficios se pueden más comunes se pueden mencionar las siguientes (Chancusig, 2014) :

- Exoneración de impuestos aduaneros
- Reducción de impuestos sobre la venta y circulación
- Subsidios para la compra de EV.
- Reducción de costo de la energía eléctrica para uso exclusivo de EV.
- Infraestructura de recarga accesible.
- Descuentos en las matricula.
- Estacionamientos especiales.
- Descuentos en peajes.
- Circulación por carriles exclusivos

Tabla 1. Países que han anunciado un año para la prohibición de venta de VCI y prohibición de circulación de VCI. x=Prohibición de venta de VCI o=Prohibición total de VCI

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Costa Rica						x
Dinamarca		x				
Francia				x		
Islandia		x				
Irlanda		x				
Israel		x		o		
Países Bajos		x			o	
Noruega	x					
Portugal				x		
Eslovenia	x					
España				x		o
Sri Lanka				o		
Reino Unido				x		

Fuente: AIE. (2019). Global EV Outlook 2019. Página 60.

A continuación, se describirá la situación con respecto a la implementación de los EV en ciertos países y regiones del mundo:

3.2.2.1 España

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo español, por decreto, regulo la concesión directa de subvenciones para la adquisición de EV en el marco del Plan 2010-2012 (Proyecto movilidad eléctrica Movele) del plan integral de impulso al vehículo eléctrico en España 2010-2014. El desarrollo del plan de acción ha evolucionado favorablemente, ya que la industria española ha puesto en marcha planes de fabricación y desarrollo de vehículos

eléctricos. La financiación de las ayudas se realiza con el presupuesto de gastos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. (Chancusig, 2014, pág. 100).

- Ayudas para comprar vehículos.

Se subvencionan tanto los coches eléctricos puros como los de autonomía extendida, híbridos enchufables y de pila de combustible (se quedan fuera los de gas natural y GLP a menos que sean camiones y furgonetas). Dicho esto, el comprador de una moto eléctrica recibirá 750 euros, hasta 5.500 euros (en función de la autonomía) para vehículos ligeros y hasta 15,000 euros si son camiones y autobuses. A esto hay que sumar los 1,000 euros que descontará el fabricante cuando se trate de turismos y furgonetas. El precio de compra no puede superar los 40,000 euros antes de IVA en turismos o 45,000 euros si el comprador es una persona con discapacidad o familia numerosa quienes reciben una ayuda extra de 750 y 500 euros, respectivamente. (Bordona, 2019).

- Impuesto de matriculación

Debido a las nulas emisiones de dióxido de carbono, este tipo de vehículos no pagan impuesto ya que se calcula en función de las emisiones de CO₂. (Bordona, 2019).

En 2018 el mercado español terminó con más de 21,181 vehículos eléctricos matriculados que comprenden vehículos de baterías e híbridos lo que significó un aumento de 60% con respecto al año anterior en el cual cerró con un total de 13,021 vehículos eléctricos matriculados. (HYE, 2019).

3.2.2.2 Alemania

El objetivo del Gobierno Alemán es contar con un millón de EV circulando en 2020 y un total de seis millones para el año 2030. En mayo de 2011 se aprobaron una serie de incentivos a la demanda, entre los cuales se contempla la exención fiscal para quienes compren vehículos con emisiones inferiores a 50 gramos de CO₂ por kilómetro. Además, los EV que emitan menos de 50 g de CO₂ por kilómetro podrán aparcar en zonas especiales de estacionamiento y podrán circular por áreas restringidas para otros vehículos. (Chancusig, 2014). Además, se implementará un nuevo paquete de medidas climáticas con un fondo presupuestario de 54,000 millones de euros, a partir

del 2023, incluirá un nuevo incremento en los incentivos para la compra de EV de menos de 40,000 euros. (HYE, 2019).

3.2.2.3 Noruega

Aclamado como uno de los hitos más importantes en la transición de los vehículos eléctricos, la decisión unánime de los Parlamentos de Noruega representa el fuerte compromiso de los países en la lucha contra el cambio climático y su posición como el "país EV" líder en el mundo. Con una población de solo 5 millones, el país escandinavo tiene más de 7,000 autos eléctricos en la carretera, lo que lo convierte en el líder mundial y el mercado de vehículos eléctricos. Oslo también es reconocida como la 'capital EV del mundo', con la mayor densidad EV de cualquier ciudad capital. (AVERE, 2012).

Los incentivos EV noruegos (Norsk elbilforening, 2019, pág. 1):

- Sin impuestos de compra / importación (1990-).
- Exención del 25% de IVA en la compra (2001-).
- Sin impuesto anual de circulación (1996-).
- Sin cargos en autopistas o transbordadores (1997-2017).
- Máximo 50% del monto total en tarifas de ferry para vehículos eléctricos (2018-).
- Máximo 50% del monto total en autopistas (2019).
- Aparcamiento municipal gratuito (1999-2017).
- La tarifa de estacionamiento para vehículos eléctricos se introdujo localmente con un límite superior de un máximo del 50% del precio total (2018-).
- Acceso a carriles de autobús (2005-).
- Las nuevas reglas permiten a las autoridades locales limitar el acceso para incluir solo vehículos eléctricos que transporten a uno o más pasajeros (2016).
- Reducción del 50% del impuesto sobre el automóvil de la empresa (2000-2018).
- Reducción de impuestos de automóviles de la compañía reducida al 40% (2018-).
- Exención del 25% de IVA en leasing (2015).
- Compensación fiscal por el desguace de camionetas fósiles cuando se convierte en una camioneta de cero emisiones (2018).

- Permitir a los titulares de la licencia de conducir clase B conducir camionetas eléctricas clase C1 (camiones ligeros) hasta 4250 kg (2019).

3.2.2.4 Suecia

Para EV el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) se reduce en un 40% en comparación con un vehículo de VCI. La reducción máxima del valor imponible es de \$ 1600 USD por año. El objetivo del gobierno sueco es contar con 40,000 vehículos EV en el año 2020. (Chancusig, 2014, pág. 105).

3.2.2.5 Bélgica

Las personas que adquieran un vehículo particular que funcione exclusivamente con un motor eléctrico, reciben una reducción del IRPF del 30% del precio de compra. Los vehículos que no califican para la reducción del impuesto de sociedades del 30% pueden beneficiarse de los incentivos de compra federales (15% del precio de compra con un máximo de 4,464 Euros para los vehículos que emitan menos de 105 gramos de CO2 por kilómetro y el 3% del precio de compra con un máximo de 870 Euros para los vehículos que emitan entre 105 y 115 gramos de CO2 por kilómetro). (Chancusig, 2014, pág. 105).

3.2.2.6 Reino Unido

El gobierno inglés anunció en el 2009 que los británicos tendrán unas ayudas económicas de entre 2,000 y 5,000 libras para comprar un EV a partir de 2011. Este programa reduce el precio eléctrico en un 25%, respecto al costo inicial. Los compradores de flotas públicas como privadas también pueden solicitar estas ayudas. Reino Unido, es uno de los estados europeos que más apoyan el desarrollo del EV. El alcalde de Londres presentó el proyecto "Electric Delivery Plan for London" en mayo de 2009, con el que se planea instalar 25,000 puntos de recarga en Londres para el año 2015; de los cuales 500 estarán en las calles 2,000 en estacionamientos y 22,500 en ubicaciones privadas. (Chancusig, 2014, pág. 106).

3.2.2.7 Estados Unidos

El gobierno de los Estados Unidos considera al EV un componente ideal para eliminar la dependencia del petróleo extranjero. La secretaria de los EEUU anunció, una línea de

financiación para la implantación de EV, alineada con el objetivo estadounidense de tener un millón de EV en el año 2015. Dichas ayudas, enmarcadas en el programa Ciudades Limpias del Departamento de Energía de EEUU (DOE's Clean Cities), incluyen cinco millones de dólares para implementar el EV, la infraestructura y los puntos de recarga. (Chancusig, 2014, pág. 86).

Al ser un país desarrollado, donde se encuentran los grandes fabricantes automotores y las ventas de los EV son sustanciales, la comercialización de EV no solo depende de los incentivos gubernamentales que se puedan ofrecer, sino de las estrategias de competencia de cada constructor, por mencionar un ejemplo, el constructor automotor estadounidense Tesla, especializado en EV, dispone de una red de estaciones de servicio que suministra carga solar gratuita para sus vehículos, con el fin de incrementar el egreso de estos. La compañía dispone de varias estaciones Supercharger en California, con planes de incrementar más estaciones localizadas en corredores de alto tráfico en todo el territorio estadounidense. (Chancusig, 2014, pág. 86).

3.2.2.8 Latinoamérica

Muchos de los países de la región cuentan con estrategias que permiten la implementación de los EV mediante incentivos, subsidios y otros beneficios, a continuación, en la ilustración 3 se puede observar los países de la región y el tipo de incentivo que otorgan. (López & Galarza, 2015).

INCENTIVO /PAÍS	ARGENTINA	BRASIL*	COLOMBIA	COSTA RICA**	CHILE	ECUADOR	MÉXICO	URUGUAY
Exención de IVA		●	●			●		
Exención de permiso de circulación		●		●			●	
Exención de programas de restricción vehicular			●	●	●		●	
Exención de impuestos aduaneros			●	●		●		●
Exención de impuesto a consumos especiales				●		●		
Tarifa eléctrica diferenciada					●	●	●	
Exención de impuesto ambiental					●	●		

** En el caso de Brasil, los incentivos son a nivel estatal, no federal.
 ** Basado en actual propuesta de ley sobre movilidad eléctrica en Costa Rica.

Ilustración 3. Países de Latinoamérica que cuentan con incentivos para los EV.

Fuente: López, G., & Galarza, S. (2015). Movilidad Eléctrica Oportunidades para Latinoamérica

A continuación, se detallará el estado actual de normas, planificación e incentivos fiscales para los EV que otorgan Colombia, Costa Rica y Chile.

- Colombia

En el año 2012 se reglamentó el otorgamiento de incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) a vehículos de tecnologías limpias, dentro de las cuales se encuentran la eléctrica e híbrida, y que se incorporen a sistemas de transporte público ya sea de pasajeros o carga. Estos incentivos ya han sido solicitados por importantes organizaciones del transporte en varias ciudades del país, con beneficios que superan los \$ 47 millones USD por concepto de exclusión de IVA (para todas las tecnologías limpias), y se esperan nuevos proyectos lo que traerá un gran impacto positivo de la demanda nacional de energía y sus emisiones asociadas. Por otra parte, desde finales del 2013, el gobierno de Colombia a través del Decreto 2909 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo introdujo un tratamiento preferencial, temporal, para vehículos eléctricos (MINCIT 2013). Durante 3 años se reduce el arancel para un lote de 750 vehículos eléctricos anuales de 35% a cero. En esta medida entran todo tipo de vehículos eléctricos, incluyen buses, taxis y automóviles particulares. Este incentivo también se extendió a 750 vehículos híbridos enchufables de menos de 3 litros anuales, reduciendo el arancel a 5% del precio FOB. Los beneficios arancelarios se aplican para ambos grupos de vehículos, siempre y cuando estos vehículos junto con cargador no superen un monto de \$ 52,000 USD. Además, se aprobó la importación de 100 estaciones de carga pública y 1.500 sistemas de carga domiciliaria para hogar con cero aranceles durante el mismo tiempo. Estos beneficios son válidos hasta finales del año 2016, cuando serán evaluados por las entidades pertinentes. Adicionalmente, los vehículos eléctricos están exonerados de medidas de restricción vehicular - pico y placa - en las principales ciudades del país. (López & Galarza, 2015, pág. 34).

- Costa Rica.

Actualmente en Costa Rica los vehículos eléctricos no pagan un impuesto selectivo de consumo (que representa entre el 30% y el 53% del valor total del vehículo).(El Financiero,

2016). En 2015 el país continuó con sus acciones para promover la movilidad eléctrica y, se presentó el Proyecto de Ley N°19.495, denominado: "Incentivo a la Importación y Uso de Vehículos Híbridos y Eléctricos Nuevos". Este Proyecto de Ley busca "promover el desarrollo y la implementación del transporte eléctrico, tanto en su modalidad pública como privada". Las medidas propuestas aplicarían a todos los vehículos híbridos recargables y eléctricos nuevos importados. El Proyecto de Ley también propone la exoneración del pago del impuesto selectivo de consumo, del impuesto de ventas y el impuesto sobre el valor aduanero. Igualmente son exonerados las partes reemplazables y los repuestos de los vehículos eléctricos. Además, también establece que el Gobierno Central y las instituciones del Estado renueven sus flotas en un 10% con vehículos eléctricos, en un plazo no mayor de 5 años a partir de la vigencia de la Ley. De acuerdo con este Proyecto de Ley las empresas importadoras de automóviles deberán ofrecer obligatoriamente el servicio de reparación y revisión de los vehículos híbridos y eléctricos al igual que hacerse responsables del reciclaje y el manejo de las baterías eléctricas que deban ser desechadas de los vehículos que vendan. Toda casa importadora cuyas marcas tengan vehículos eléctricos en su inventario a nivel mundial, deberán ofrecer estos modelos en Costa Rica con un plazo de 12 meses a partir de la vigencia de la Ley. En cuanto a estaciones de recarga, el Proyecto de Ley establece que deberá haber por lo menos un centro de recarga cada 80 km y 120 km en caminos cantonales. También, las empresas distribuidoras de electricidad tendrán la obligación de instalar un centro de carga rápida en cada cabecera de provincia al igual que otros centros de interés incluidos en el Proyecto de Ley. Igualmente se establece que la administración pública, como parqueos públicos nuevos y centros comerciales cuentan con puntos de recarga para vehículos eléctricos. (López & Galarza, 2015, pág. 33).

Además de los incentivos, Costa Rica es el primer país Latinoamericano en anunciar un Plan de Descarbonización que planifica la implantación masiva de los EV mediante estrategias de incentivos y la prohibición de los VCI en el año 2050.

Algunas metas del Plan de Descarbonización con respecto a los EV consideran:

- 2025: Se estabilizará el crecimiento de las compras de motocicletas y se adoptarán estándares para favorecer las ventas de motos cero emisiones

- 2035: 25% de la flota vehicular será eléctrica
- 2050: 100% de las ventas de vehículos ligeros nuevos será de vehículos cero emisiones y el 60% de la flota de vehículos ligeros -privados y públicos- será cero emisiones.

En la siguiente ilustración 4 se puede observar el escenario para el año 2030 donde podría haber aproximadamente 410,000 vehículos eléctricos entre BEV y PHEV. (Utgard, 2017).

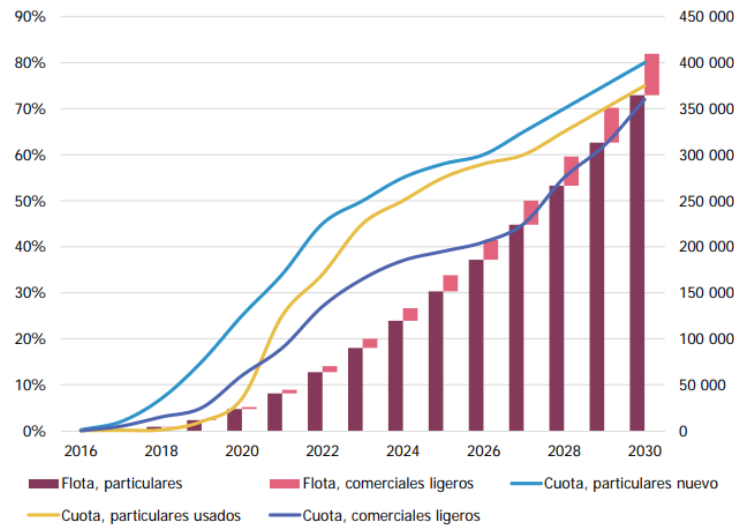


Ilustración 4. Escenario de uso de EV en Costa Rica.

Fuente: Utgard, B. (2017). Electrifying emerging markets: the case of Costa Rica. Stuttgart.

- Chile

En Chile se aplica un impuesto ambiental a la compra de los vehículos nuevos desde octubre de 2014, asociado directamente al nivel de emisiones de óxidos de nitrógeno y consumo de combustibles, y a partir de la información obtenida en el proceso de homologación vehicular y presentada en el sistema de etiquetado de eficiencia energética mandatorio que existe en el país desde febrero de 2013. La compañía Chilectra, a cargo de la distribución eléctrica en Santiago ha estado promoviendo la movilidad eléctrica desde 2010, y cuenta con una tarifa especial para propietarios de vehículos eléctricos para que carguen durante la noche, con un 30% de descuento. Chilectra además ha desarrollado una primera red de recarga pública con más de diez estaciones operando en la ciudad de Santiago, más de la mitad de ellas de carga rápida. Un VEB puede obtener un subsidio aproximado de \$ 8,000 USD. (López & Galarza, 2015, pág. 35).

3.2.3 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN HONDURAS

Actualmente en Honduras no existen muchos beneficios que facilite la implementación de EV al país solamente la exención a pagar el Impuesto Selectivo de Consumo en las importaciones de estos según el decreto 17-2010 el cual se observa en anexo (5), sin embargo, ya se han propuesto algunos proyectos y planes que vendrían a empezar una nueva etapa de desarrollo que beneficie al usuario para la adquisición de un EV, entre los posibles proyectos a desarrollar se encuentran:

1. Plan Nacional de Descarbonización 2020-2050. El cual se plante sea similar al plan de descarbonización de Costa Rica, el cual tiene beneficios en varios sectores como la agricultura, la energía o el transporte. Costa Rica tiene planificado una serie de estrategias que facilitara la sustitución de los VCI por EV las cuales podrían aplicarse en el país si se desarrolla el plan. (La Prensa, 2019).
2. La empresa Green4U anunció en el año 2018 una inversión de 720 millones de lempiras para construir una fábrica en la zona norte del país, pero en la actualidad aún no se ha empezado a construir dicha fabrica. (La Tribuna, 2020).
3. Se tiene previsto que en un futuro próximo de eliminen los aranceles a los EV importados. (Orellana, 2020).
4. Algunas concesionarias como Toyota ya empezaron a traer vehículos híbridos los cuales son variantes de los modelos de VCI, Rav-4 y Corolla.

3.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

3.3.1 MOVILIDAD SOSTENIBLE

La actual política de transporte es dada como única herramienta que tiene la capacidad de solventar los problemas de movilidad que existen, sin embargo, la movilidad sostenible surge como una alternativa con la capacidad de establece nuevos fundamentos que permitan mermar los problemas medioambientales que actualmente produce el sector de transporte. (Guillamón & Hoyos, 2005).

La contaminación vehicular se da principalmente por la conglomeración de muchos vehículos en una zona urbana incluye diferentes agentes contaminantes que diariamente afectan

el medio ambiente y a los seres vivos. Los problemas de contaminación afectan el aire, suelo y agua desprendiendo principalmente los vehículos convencionales varios gases como (Fernández, 2019):

1. Óxidos nitrosos.
2. Monóxido de carbono (CO).
3. Dióxido de carbono (CO₂).
4. Compuestos de plomo.
5. Pequeñas cantidades de dióxido de azufre, sulfuro de hidrogeno y amianto.

Todos estos gases son productos de los motores de combustión interna que usa cualquier tipo de combustibles fósiles (gasoil, gasolina y sus impurezas), además los vehículos convencionales también tienen fugas de aceites y más líquidos. (Fernández, 2019).

El principal problema que tienen las actuales políticas del transporte es que normalmente los vehículos livianos de pasajeros que constituyen la mayoría del parque vehicular mundial transportan a una persona lo cual es ineficiente porque desaprovecha la cantidad de personas que se pueden transportar con la capacidad del vehículo generando más contaminación y ocupando más espacio.

La movilidad sostenible en si pretende aplicar acciones que generen prácticas y usos de movilidad responsables que beneficien al medioambiente mediante el uso eficiente del espacio y los medios de transporte no contaminantes, así como el desarrollo tecnológico que lo fomente. La movilidad sostenible tiene como objetivo disminuir la congestión vial impulsando prácticas y nuevas tecnologías como el vehículo eléctrico. (Vélez, 2017).

Algunos principios que caracterizan la movilidad urbana son (GIZ, 2016):

1. Planear ciudades densas a escala humana.
2. Crear ciudades orientadas al transporte público.
3. Optimizar la malla vial y su uso.
4. Implementar mejoras en el transporte público.
5. Promover vehículos limpios.
6. Fomentar la caminata y el uso de la bicicleta.

7. Controlar el uso de vehículos motorizados.
8. Gestión de estacionamientos.
9. Comunicar soluciones.
10. Abordar los desafíos de manera exhaustiva.

Además de la combinación de diferentes medios de transporte disponibles para garantizar el desplazamiento de las personas.

3.3.2 MOVILIDAD ELÉCTRICA

Es el medio de transporte propulsado mediante el uso de la electricidad como los motores eléctricos en vez del uso de un motor de combustión interna el cual tiene múltiples ventajas como la nula emisión de algún tipo de gas por ende no contamina el aire en las áreas donde circulan resulta beneficioso para la salud de las personas en especial en las áreas urbanas y ayuda a la desaceleración del calentamiento global.

El motor eléctrico se caracteriza por ser muy silencioso a comparación de un motor de combustión interna que permite mantener niveles de decibeles en especial cuando se encuentran en zonas muy concurridas.

3.3.3 VEHÍCULOS DE GASOLINA

Lafayette (2019) afirma:

El motor de combustión interna más común es el motor de cuatro tiempos, de gasolina, de carga homogénea, de encendido por chispa. Esto se debe a su desempeño sobresaliente como motor principal en la industria del transporte terrestre. (p.1)

Por lo tanto se describirá el funcionamiento del motor de cuatro tiempos a continuación:

El motor de gasolina es un motor alternativo, de combustión interna, con encendido por chispa, de cuatro tiempos, que convierte la energía química que contiene el combustible en energía cinética. (Facundo, 2018)

El proceso se inicia con la mezcla homogénea de gasolina y aire fuera de la cámara de combustión en un elemento llamado carburador. La mezcla obtenida se hace llegar a dicha

cámara, donde es comprimida. La combustión se inicia por un sistema de encendido externo al motor (bujía) de control temporizado. En el interior del cilindro se inflama y quema la mezcla de aire y gasolina. El calor generado por la combustión provoca un incremento en la presión de los gases, previamente comprimidos originando un trabajo mecánico a través del pistón, la biela y el cigüeñal. Los gases quemados son expulsados por el tubo de escape y son sustituidos por una nueva porción de mezcla tras cada carrera de combustión, todo ello se produce según el principio de los cuatro tiempos. (Facundo, 2018)

Un ciclo Otto es una aproximación teórica al comportamiento de un motor de encendido por bujía o de explosión. Se representa en un diagrama p-V, siendo sus fases las siguientes. (Facundo, 2018):

- Admisión (1). El pistón desciende con la válvula de admisión abierta, aumentando la cantidad de mezcla (aire y combustible) en la cámara. (Expansión a presión constante puesto que al estar la válvula abierta la presión es igual a la exterior). E-A.
- Compresión (2). El pistón asciende comprimiendo la mezcla, ambas válvulas permanecen cerradas (Compresión adiabática). A-B.
- Combustión. Con el pistón en el punto muerto superior, salta la chispa de la bujía, que inicia la combustión de la mezcla a volumen prácticamente constante (ya que al pistón no le ha dado tiempo a bajar). B-C.
- Expansión (3). Debido a la combustión se produce un ascenso brusco de temperatura que empuja al pistón hacia abajo, realizando trabajo sobre él, las válvulas continúan cerradas. (Expansión adiabática). C-D.
- Escape (4). Se abre la válvula de escape y el gas sale al exterior, empujado por el pistón a una temperatura mayor que la inicial, siendo sustituido por la misma cantidad de mezcla fría en la siguiente admisión. El sistema es realmente abierto, pues intercambia masa con el exterior. No obstante, dado que la cantidad de aire que sale y la que entra es la misma podemos, desde el punto de vista del balance energético, suponer que es el mismo aire, que se ha enfriado. Este enfriamiento ocurre en dos fases. Cuando el pistón se encuentra en el punto muerto inferior, el volumen permanece aproximadamente constante D-A.

- Cuando el pistón empuja el aire hacia el exterior, con la válvula abierta, A-E, cerrando el ciclo.

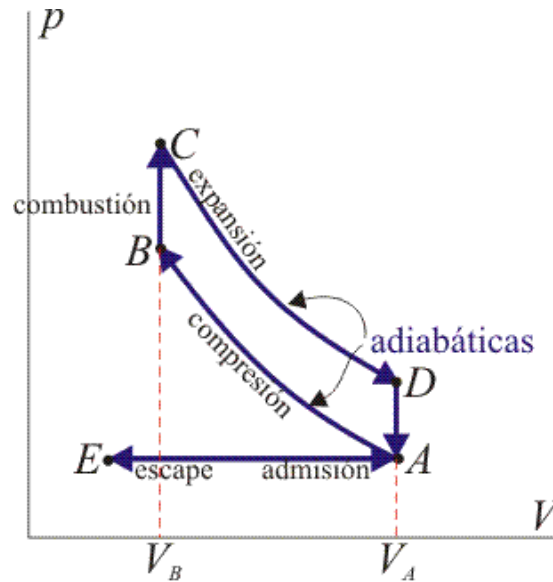


Ilustración 5. Esquema Presión-Volumen de Ciclo Otto.

Fuente: Facundo, G. (31 de 12 de 2018). *La Gaceta Científica*. Obtenido de <https://gacetacientifica.wordpress.com/2018/12/31/el-motor-de-ciclo-otto/>

Para que se produzca un ciclo ha debido haber dos subidas y dos bajadas del pistón, por lo que recibe el nombre de motor de cuatro tiempos y el cigüeñal ha necesitado dar dos vueltas para completar un ciclo. (Facundo, 2018)

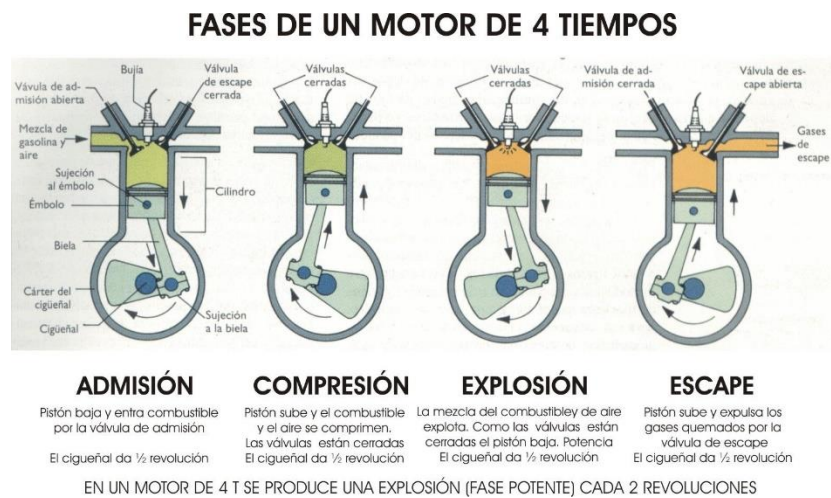


Ilustración 6. Fases de un motor de 4 tiempos.

Fuente: *Mecanismos y Maquinas*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/lasmaquinas3oeso/home/lasmaquinas-termicas/combustion-interna-motor-de-4-y-2-tiempos>

Los motores Diesel alcanzan un rendimiento que en ningún caso supera el 45% en condiciones de trabajo óptimas, mientras que los de gasolina tienen un rendimiento aún más pobre, no alcanzando valores del 35%. (Facundo, 2018)

3.3.4 VEHÍCULO ELÉCTRICO

El vehículo eléctrico se define como el automotor que mediante la liberación de energía eléctrica almacenada por medio de motores eléctricos produce movimiento. Generalmente la energía almacenada es utilizada por medio de baterías, pero también existen otros tipos de almacenadores de energía. (Rios, 2017).

En varios países se han implementado beneficios fiscales como los incentivos o subsidios para las personas adquieran y utilizan un EV.

Los EV pueden contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero solamente si la fuente de la cual es generada la energía eléctrica que utiliza son provenientes de energías renovables. Es decir que si se pretende reducir las emisiones de CO₂ es importante tomar en cuenta el tipo de tecnología utilizada para la generación de energía eléctrica con la cual se recargara el EV. (Vélez, 2017).

3.3.5 TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Existen varios tipos de vehículos que se denominan eléctricos en el mercado, sin embargo, hay diferencias que son determinantes entre cada uno de los tipos impactando directamente en los beneficios que generan en base a su forma de funcionamiento que pueden o no aprovechar el potencial que tiene la propulsión eléctrica.

A continuación, se describirá el funcionamiento básico de los diferentes tipos de vehículos eléctricos.

3.3.5.1 Vehículo eléctrico puro (EV)

Son los vehículos que obtienen su capacidad de movimiento mediante el uso de uno o varios motores eléctricos con controladores que son alimentados exclusivamente mediante baterías recargables, también son llamados vehículos eléctricos a baterías (BEV). (Rios, 2017)

Las diferentes políticas fiscales y exigencias medioambientales destacan el importante uso e implementación que necesariamente se tiene que dar a los BEV, el cual deberá ser el mayor tipo de vehículo que se tendrá que usar a mediano y corto plazo si se quiere reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los actuales modelos de BEV que hay en el mercado se caracterizan por ser más costosos que un VCI de la misma gama, esto es principalmente por el alto costo de las baterías eléctricas.

3.3.5.2 Vehículo eléctrico híbrido (HEV)

Es un vehículo que utiliza el motor eléctrico y el motor de combustión interna como fuentes de propulsión variando entre el uso de uno u otro motor según sea más conveniente para el uso eficiente de energía. La batería y el motor eléctrico son utilizados como un complemento agregado al vehículo convencional para mejorar el rendimiento y economía logrando reducir hasta en un 40% el consumo de combustible.

Durante la desaceleración, los frenos regenerativos son componentes que permiten generación de energía mediante el aprovechamiento de la energía cinética durante la reducción de velocidad que permiten. Utiliza los motores eléctricos que usa para impulsar el vehículo en reversa comportándose como un generador causando la desaceleración auxiliando y reemplazando a los frenos mecánicos por fricción siendo así beneficioso por el poco desgaste que provoca. Así, durante cada proceso de desaceleración, el motor eléctrico genera energía eléctrica, cargando las baterías del vehículo. Los frenos regenerativos también pueden ser utilizados en los demás tipos de vehículos eléctricos, sin embargo, en los HEV son una de las principales fuentes de energía por no contar con un enchufe para conectarse a la red eléctrica. (Rios, 2017).

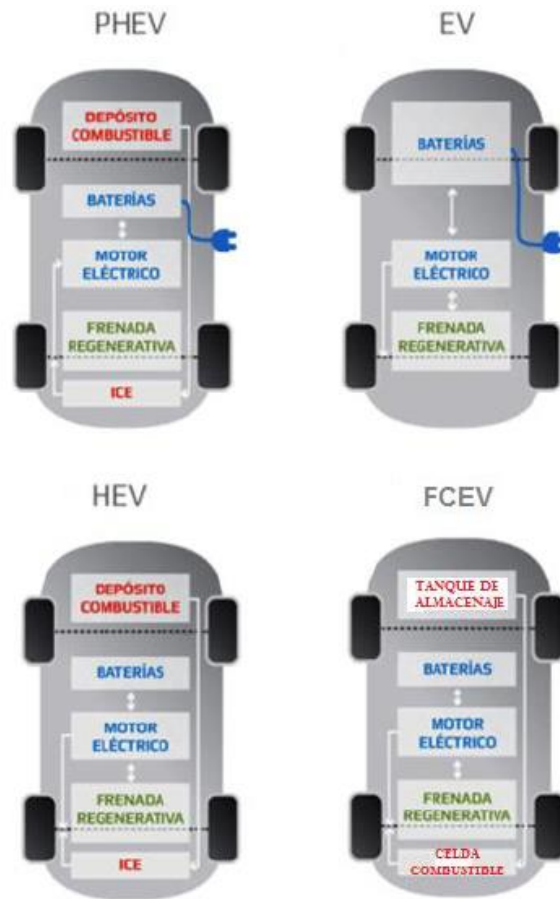


Ilustración 7. Clasificación de los vehículos eléctricos.

Fuente: Ocampo, V. E. (2017). Estado del arte de los vehículos eléctricos y su posible implementación en Colombia.

3.3.5.3 Vehículo eléctrico enchufable (PHEV)

Este tipo de vehículo tiene un mecanismo similar al HEV, sin embargo, la diferencia principal es la forma en cómo se recargan las baterías ya que la fuente principal proviene de la conexión a la red eléctrica en puntos domésticos o públicos, siendo opcional el uso de los frenos regenerativos. Estos vehículos son capaces de funcionar con el motor de combustión interna o el motor eléctrico a conveniencia del usuario por la sencillez en la que se puede abastecer de combustibles fósiles o electricidad permitiendo así la reducción a la dependencia del petróleo con lo cual se aprovecharía más la reducción de costos de operación, la reducción de emisiones de gases y la eficiencia del motor eléctrico. (Rios, 2017).

3.3.5.4 Vehículos eléctricos de celda de combustible (FCEV)

Este tipo de vehículos son esencialmente EV con la característica de que la fuente de energía eléctrica es mediante el hidrogeno almacenado en un tanque presurizado y una pila de combustible para la generación que deben ir a bordo. (Rios, 2017). Este tipo de vehículos están en investigación y desarrollo en la actualidad principalmente por Toyota que ha lanzado al mercado modelos que se basan en este funcionamiento.

3.3.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO (EV)

Ventajas:

- No emiten ningún tipo de gas al no usar combustibles fósiles.
- El motor genera poco ruido.
- El EV tiene por tener menos partes móviles y tener una tracción eléctrica no necesita tanto mantenimiento.
- Costos de mantenimiento más bajos al no necesitar de lubricantes, refrigerantes y silenciadores, además de necesitar menos los frenos tradicionales al tener frenos regenerativos.
- El motor eléctrico es mucho más eficiente que uno de combustión interna que incluso aun utilizando energía eléctrica proveniente del carbón o petróleo, contamina menos. (Rios, 2017).
- En varias regiones del mundo se están implementando incentivos y subsidios a la adquisición de un EV. (Pérez, 2016).

Desventajas:

- En la actualidad los EV tienen un alto costo de adquisición.
- Poca oferta de EV al ser una tecnología que se está desarrollando últimamente como una alternativa a los vehículos convencionales.
- Poca infraestructura de recarga para las baterías.
- Recorrido limitado por la capacidad de la batería a comparación de un VCI.
- La capacidad de las baterías se degrada con el tiempo.

- El proceso de recarga de la batería es lento con respecto al abastecimiento de un tanque de combustible de un VCI.

3.3.7 PARTES DEL EV

El EV tiene menos parte mecánicas a comparación de un vehículo convencional apoyándose de la electrónica principalmente que permite utilizar componentes que ocupan menos espacio. Básicamente se compone del motor/generador eléctrico de alto rendimiento con flexibilidad para el control de velocidad y el par mediante un controlador que obtienen la energía por medio de una batería mediante un inversor CC/CA. (Chancusig, 2014).

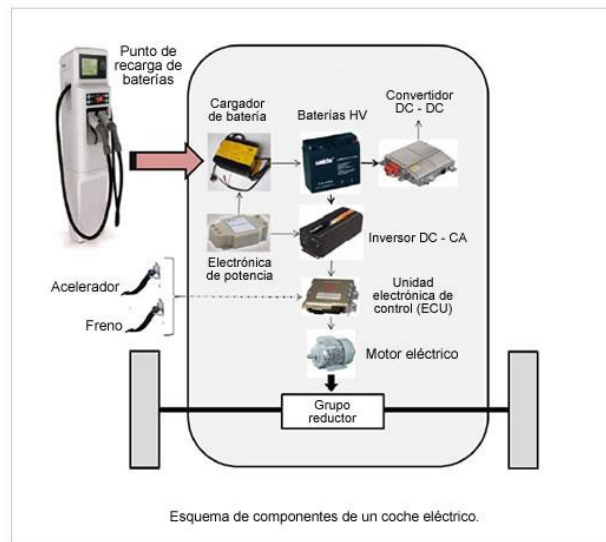


Ilustración 8. Esquema sistema de tracción del vehículo eléctrico.

Fuente: Aficionados a la mecánica. *Coche Eléctrico*.

1. Motor eléctrico: Se encarga de transformar la energía eléctrica a energía mecánica produciendo movimiento en las ruedas, en un EV puede haber uno o más motores eléctricos según la configuración.

Los motores eléctricos presentan curvas características ideales (Ilustración 9) para la tracción de vehículos, es decir, potencia constante en todo el rango de velocidades lo que proporciona un par elevado a baja velocidad y un par reducido a elevada velocidad, motivo por el cual prescinde de la caja de cambios. (Chancusig, 2014, pág. 17).

La máquina eléctrica tiene la ventaja de que puede funcionar como motor y como generador por lo que puede ser aprovechado para generar movimiento y para recuperación de energía. (Chancusig, 2014).

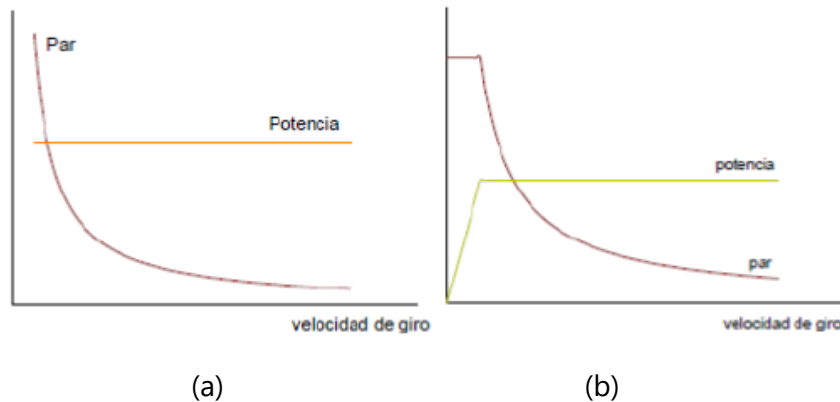


Ilustración 9. (a) Curva de par y potencial ideal para la tracción de los vehículos, (b) Curva característica de un motor eléctrico.

Fuente: Chancusig, F. D. (2014). Análisis técnico-económico para la inserción de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico ecuatoriano. Quito.

2. Ultracondensadores: Son condensadores de alta densidad que tienen la función de suplir potencia instantánea cuando es necesario y solo lo reemplaza a la batería cuando se necesitan de las siguientes aplicaciones (Chancusig, 2014):

- Freno regenerativo: Absorbe la energía generada por la desaceleración.
- Encendido/Apagado: Permiten que el motor se encienda luego de haber estado detenido.
- Soporte al consumo de potencia: Se refiere al suplemento de energía a aplicaciones secundarias como el aire acondicionado.
- Estabilización de la red interna: Es necesario para estabilizar la red interna en caso de sobrecargas o caídas de voltaje.

3. Controlador electrónico: Es el componente el cual determina la cantidad de energía que deberá entregar la batería al motor eléctrico y viceversa. Por el avance de la tecnología los controladores de potencia se han desarrollado utilizando la electrónica reduciendo los costos

y ocupando poco espacio a comparación a los primeros controladores que existían en la época de los primeros vehículos eléctricos. (Rios, 2017).



Ilustración 10. Controlador electrónico.

Fuente: Rios, V. E. (2017). Estado del arte de los vehículos eléctricos y su posible implementación en Colombia.

4. Inversor CC/CA: Se encarga de transformar la corriente continua de la batería a corriente alterna para los motores eléctricos, y la corriente alterna del generador a continua para la recarga de las baterías. (Rios, 2017).

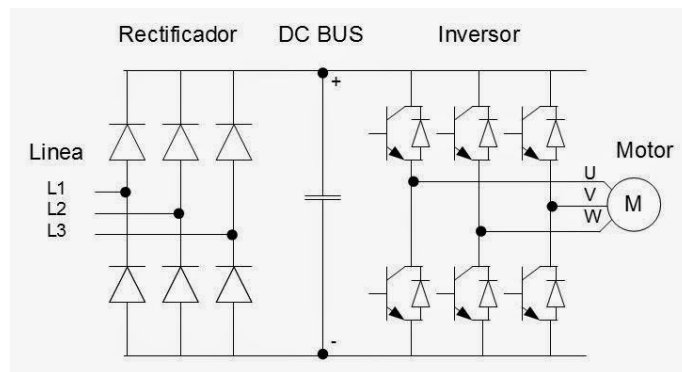


Ilustración 11. Inversor trifásico CC/CA.

Fuente: Graff, D. (s.f.). LEIFRA. Obtenido de <https://leifrautn.blogspot.com/2014/10/inversor-trifasico-dcac.html>

5. Conversor: Este elemento se encarga de bajar el voltaje de alta tensión a baja tensión para funcionar con la batería que es de 12 V, que se usa para los componentes auxiliares como la que poseen los vehículos convencionales. (Rios, 2017).



Ilustración 12. Conversor CC/CA.

Fuente: Rios, V. E. (2017). Estado del arte de los vehículos eléctricos y su posible implementación en Colombia.

6. Batería: Es un componente de almacenamiento de energía que mediante las células electroquímicas convierte la energía química almacenada en energía eléctrica. Se debe tener en cuenta a las características de la batería más conveniente para un EV, como la capacidad de la batería que es lo más importante el cual se mide en Amperes-hora (Ah). Las baterías de litio son las más prácticas y utilizadas por su peso liviano, además no tiene efecto memoria y tampoco metales tóxicos como el plomo y el mercurio, también existen baterías de plomo y níquel, pero son menos convenientes. El tiempo de recarga y el costo son otros factores relevantes de la batería. (Rios, 2017).



Ilustración 13. Batería de un EV.

Fuente: Rios, V. E. (2017). Estado del arte de los vehículos eléctricos y su posible implementación en Colombia.

El tiempo de recarga promedio de un EV es de 30 min para el 80% de la capacidad nominal y tienen una vida útil aproximada de 10 a 12 años, sin embargo, aun después de cumplida su vida útil podrían conservar el 70% de su capacidad original. Los avances tecnológicos han permitido

el desarrollo de una batería con la capacidad de recarga del 70% su capacidad nominal de almacenamiento en 2 minutos y con una vida útil de hasta 20 años, además se mediante la sustitución del grafito usado en las baterías de litio convencionales por un gel de dióxido de titanio, se reducen los tiempos de carga lo que podrá prolongar la vida útil de la batería. (Castellanos, 2015).

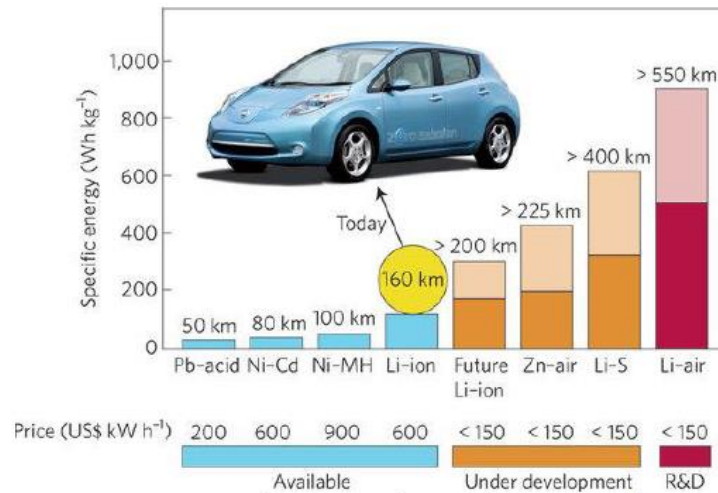


Ilustración 14. Desarrollo tecnológico de las baterías en la actualidad.

Fuente: Castellanos, D. (2015). Viabilidad económica de implementación de carros eléctricos como generadores distribuidos en Bogotá. Bogotá.

Ríos (2017) afirma:

Lo más complicado de estas baterías es competir con la elevada densidad de energía que tiene el petróleo, por ello, es que el tamaño de la batería es tan grande. Comparativamente, hoy en día, la densidad energética de las baterías de litio es aproximadamente de 0.16 kWh/kg frente a los 13 kWh/kg en la gasolina. Con estos datos parece que todavía existe un largo camino entre el EV y el vehículo convencional. No obstante, esta impresión es errónea, ya que, considerando la mayor eficiencia del EV y la tecnología actual, es posible incrementar el uso de estos vehículos.

Cuando las baterías se degradan al punto en que ya no son practicas por la poca autonomía que proveen se tienen que reemplazar, cuando la batería llega a su vida útil las compañías o concesionarias de EV buscan una forma de reciclar para la recuperación de

materiales. Ya que, las baterías que no se desechan de la manera apropiada producen un impacto negativo al estar en contacto con el medio ambiente. Existen dos procesos principales utilizados para el reciclaje de las materias (Rios, 2017):

- Pirometalúrgico: Busca recuperar metales valiosos como el Cobalto y el Níquel.
- Hidrometalúrgico: Busca recuperar el Litio.

Existen varios tipos de baterías que utilizan los EV los cuales se diferencia principalmente por los tipos de materiales de los que se componen, entre las cuales podemos mencionar los siguientes (Chancusig, 2014):

1. Baterías de Plomo ácido (Pb-ácido): Esta compuesta por plomo y ácido sulfúrico con electrolito líquido. Son los tipos de baterías más usados actualmente debido a su bajo costo, larga duración, funcionamiento a un amplio rango de temperaturas y resistencia a los impactos producidos por las vibraciones del automóvil.
2. Baterías de Níquel-Metal Hidruro (Ni-MH): Están formados por oxihidróxido de níquel y una aleación de hidruro metálico, separados por un electrolito de hidróxido potásico. Su costo puede llegar a ser cuatro veces mayor que las baterías de Pb-ácido.
3. Baterías de Litio-ion (Li-ion): Este tipo de batería presenta una elevada capacidad y densidad de energía (105 Ah/kg y 425 Wh/kg respectivamente); Están compuestos por un ánodo de grafito y un cátodo de óxido misto laminar de litio y cobalto, trifilina u óxido de manganeso. Este tipo de baterías ha sido utilizado en vehículos eléctricos conocidos como el Tesla Roadster o el Nissan Leaf.

3.3.8 CONFIGURACIÓN DE LOS EV.

Los vehículos eléctricos tienen diferentes configuraciones según la cantidad de motores:

- Vehículos con un motor: Son motores más potentes que se conectan al eje de las ruedas, sin embargo, sufren algunas pérdidas de eficiencia por la fricción. (Viera & Arévalo, 2017).
- Vehículos con dos motores: Evitan pérdidas de transmisión y son apropiados para autos pequeños que no ocupan mucha potencia. Generalmente los motores cada motor este acoplado a una rueda. (Viera & Arévalo, 2017).

Una ventaja del motor eléctrico es que puede ocupar poco espacio y de bajo costo, por lo tanto, es posible acoplar un motor independiente a todas las ruedas de un vehículo y en la actualidad existen prototipos y modelos vehiculares que usan motores en cada rueda por motivos de investigación y desarrollo con el fin de que en un futuro sea comerciable. Sin embargo, tener el uso de un solo motor es más conveniente porque se adapta al diseño tradicional o convencional.

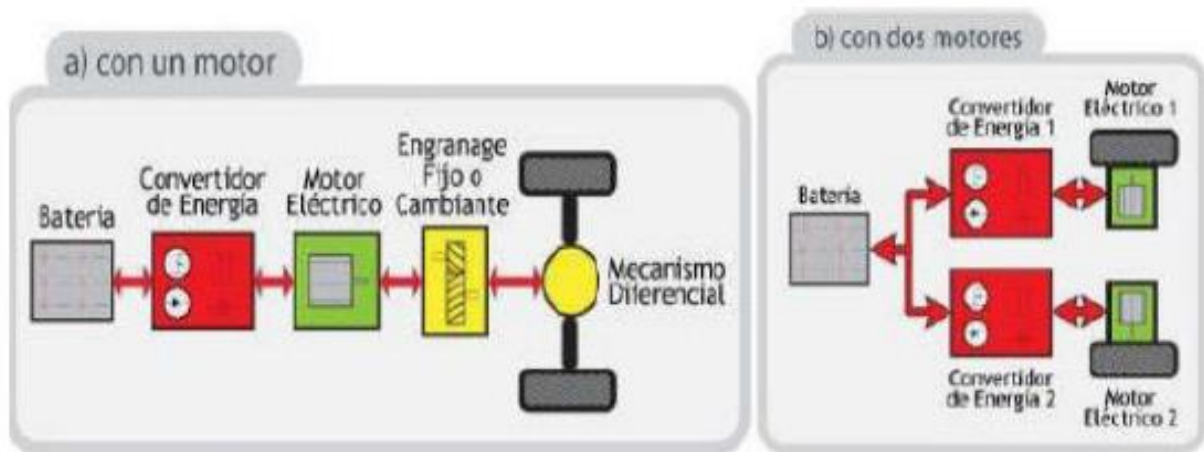


Ilustración 15. Vehículo con (a) Motor único (b) Dos motores independientes.

Fuente: Viera, D., & Arévalo, D. (2017). Estudio y Normativas para la implementación de Automóviles Eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito. Quito.

3.3.9 FUNCIONAMIENTO DE UN EV

Los EV cuenta un sistema de propulsión que utiliza uno o más motores eléctricos que están acoplado a las ruedas directamente con motores independientes o con un motor acoplado al eje de las ruedas para dar movimiento a las mismas o aprovechar los procesos de desaceleración para convertir la energía cinética de las ruedas a energía eléctrica y así cargar las baterías a través del freno regenerativo, la batería proporciona la energía eléctrica para el movimiento del vehículo sin depender de ningún tipo de combustible fósil. (Viera & Arévalo, 2017).

La fuente principal para la carga de la batería interna se obtiene enchufando el vehículo a la red eléctrica, la conexión entre el sistema de almacenamiento y la red eléctrica es imprescindible. El sistema de tracción eléctrico cuenta con un controlador que es operado por medio del acelerador para generar la velocidad del vehículo mediante la proporción de energía

que se transmite al motor eléctrico. El EV esta especialmente dado para el uso en áreas urbanas porque es más concurrente usar el acelerador y desacelerar lo cual aprovecha más el freno regenerativo que una carretera. (Torres, 2015).

3.3.10 INFRAESTRUCTURA DE RECARGA

Una infraestructura de recarga es un conjunto de componentes que se encargan de gestionar el suministro de energía a uno o varios puntos de carga. Los EV al igual que cualquier otro medio de transporte necesita de infraestructura que permita el abastecimiento de energía que necesita el vehículo, en este caso dicha fuente de energía es la electricidad. Los EV tienen la ventaja que pueden cargarse en cualquier lugar donde exista red en cualquier hora y debe ser mediante una infraestructura que garantice la seguridad de las personas, el sistema eléctrico y el vehículo. (Chancusig, 2014).

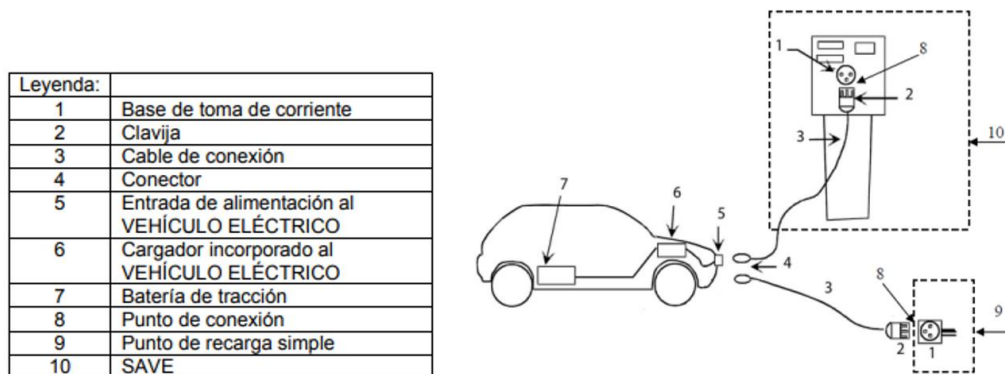


Ilustración 16. Infraestructura de recarga donde el EV se conecta a la red mediante un cable a la estación de carga.

Fuente: MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO. (2014). Instalaciones con fines especiales.

Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

Una infraestructura de recarga está compuesta de varios elementos que se detallan a continuación (Chancusig, 2014, pág. 53):

1. Instalación de enlace: Es aquella que une la CPM con las instalaciones interiores o receptoras, es decir, desde el final de la acometida hasta los dispositivos generales de mando y protección.
2. Acometida: Es la instalación eléctrica comprendida entre la red de distribución y la CPM.

3. CPM: Es la caja donde encontramos los elementos de protección y medida de la línea general de alimentación (LGA) y el contador.
4. Estación de recarga: La estación de recarga es el conjunto de equipos destinados a suministrar corriente alterna a los EV. Está compuesto por tomas de corriente o puntos de alimentación.
5. Centro de adquisición de datos: Es un sistema centralizado para gestionar datos estadísticos e incidencias de todas las estaciones de recarga para EV.
6. Cables:
 - Enlace – Estación de carga: Cable que une la instalación de enlace con la estación de recarga.
 - Estación de recarga – Vehículo: Cable que enlaza el tomacorriente de la estación de recarga con el vehículo eléctrico.
 - Centro de adquisición de datos local – Toma corriente individual: Cable que une el centro de adquisición de datos local con el tomacorriente individual:
 - Toma de corriente individual – Vehículo: Cable que enlaza el tomacorriente individual con el EV:
7. Instalaciones del cliente: Son las instalaciones privadas, destinadas al consumo de energía eléctrica.
8. Comunicaciones: Transmisión de datos mediante Wifi, PLC, Fibra Óptica o GPRS.
9. Interruptor de Control de Potencia (ICP): Es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada, Se utiliza par suministros de baja voltaje y hasta una corriente de 63 A.

3.3.11 PUNTAS DE RECARGA

La potencia disponible para cada punto de recarga deberá ser variable dependiendo de varios parámetros (potencia de la acometida, franja horaria de recarga, incidencias en la red, perfiles de recarga del usuario, etc.). Dadas las características de los diferentes perfiles de los usuarios se podría clasificar los puntos de recarga en los siguientes (Chancusig, 2014, pág. 57):

- Vías públicas: La recarga en vías públicas debe ser concebida como un complemento al punto de carga completa, es decir, en caso de necesidad. Teniendo en cuenta que un EV tarda en cargarse aproximadamente 8 horas y que habrá más de un usuario que requiera cargar sus baterías.
- Parqueadores eléctricos: La necesidad de una movilidad sostenible y considerando que los medios transporte masivo crecen de manera satisfactoria ofreciendo a los usuarios comodidad y rapidez, una opción de recarga en estacionamientos eléctricos públicos y privados sería la adecuada mientras los vehículos no están siendo usados.
- Residencias privadas o colectivas: Constituyen uno de los aspectos más importantes ya que la mayoría de los usuarios de los EV guardarán el vehículo en su residencia, especialmente por las noches donde permanecerá el vehículo aproximadamente 10 horas y es cuando la opción de recargar su vehículo completamente es la mejor.
- Estaciones de servicio eléctricas (electrolineras): Una infraestructura de este tipo debe contar con, al menos, dos estaciones de carga, que permitan la recarga simultánea de vehículos. La autonomía de los EV ha sido uno de los impedimentos para su comercialización masiva. Considerando que la autonomía promedio de un EV es de aproximadamente 200 a 300 km es indispensable para un propietario de este tipo de vehículo acceder a una recarga en un plazo de tiempo asumible.

3.3.12 TIPOS DE CARGA

Los tipos de carga se diferencian en función de la cantidad de potencia que se le proporciona al vehículo.

Tomando como referencia los tres niveles de carga definidos por el Electric Power Research Institute (EPRI) y codificados en el National Electric Code (NEC) se clasifican los diferentes sistemas de recarga descritos a continuación. (Álvarez, 2012, pág. 6):

1. *Carga lenta*

Voltaje estándar de 120 Vca, comúnmente se encuentra disponible a nivel residencial o comercial, debido a que a este nivel de voltaje se proveen potencias bajas (Máxima de 1.44 kW), los tiempos de carga son prolongados.

2. *Carga semi-rápida*

Este nivel de carga utiliza una tensión de 240 Vca monofásico, es utilizado con mayor facilidad en el sector privado y público. El nivel de carga semi-rápida requiere de un equipo especial con lo cual se garantiza un nivel de seguridad alto.

3. *Carga rápida*

El nivel de carga rápida es implementado en aplicaciones comerciales y públicas, y es semejante una estación comercial de gasolina. Este tipo de sistema de carga utiliza un nivel de tensión de 80 Vca trifásicos. En la práctica, los equipos de potencias varían en un rango entre 60 y 150 kW.

3.3.13 CONECTORES ELÉCTRICOS.

También se presenta la norma SAE J 1172 de octubre de 2009, la cual es un estándar norteamericano y hace referencia a los conectores eléctricos para vehículos eléctricos. Su principal finalidad es precisar un conductor estándar de carga para vehículos eléctricos que incluya las características físicas y eléctricas del conector, los requisitos de funcionamiento, requisitos dimensionales de la entrada del vehículo y el conector de acoplamiento. Esta norma se basa en un conector diseñado por Yazaki, el cual soporta una potencia de hasta 16.8 kW, inyectados mediante corriente monofásica (120-240 Vca y 70 A). El conector tiene forma redonda, con un diámetro de 43 mm, posee 5 pines y contempla un canal de comunicaciones a través de la línea eléctrica para identificar al vehículo y controlar su carga. Este conector está diseñado y permitido por la norma para ser utilizado en lugares públicos como estaciones de recarga, residencialmente o en los centros de oficinas. Cumple con las siguientes características (Álvarez, 2012):

Nivel 1: 120 Vca, 1 fase, hasta 16 A

Nivel 2: 240 Vca, 1 fase, hasta 80 A



Ilustración 17. Conector y puerto estándar J1772.

Fuente: MARCUCCI, T. (Septiembre de 2013). *EDN*. Obtenido de <https://www.edn.com/how-the-j1772-charging-standard-for-plug-in-vehicles-works/>

En la tabla 2 se muestran los parámetros eléctricos para una infraestructura de recarga dependiendo el tipo de carga adaptado a las características de la red eléctrica de España. (Chancusig, 2014).

Tabla 2. Parámetros eléctricos para infraestructura de recarga.

Tipos de carga	Potencia (kW)	Voltaje (V), Amperios (A)	Tipo	Tiempo de recarga
Carga lenta	3.7	230 V, 16 A monofásica	CA	5 h – 8 h
Carga semi-rápida	Hasta 22	400 V, hasta 68 A	CA	2 h – 4 h
Carga rápida	Hasta 80	400 V, hasta 200 A	CC	15 – 30 min

Fuente: CONAMA10. (s.f.). Desarrollo de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

3.3.14 MODOS DE CARGA

La norma española UNE-EN 61851 (Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos) define los tipos y requisitos de modelos de carga que emplearían los EV (Chancusig, 2014, pág. 63):

1. Carga en base de tomacorriente de uso no exclusivo (Modo 1): Carga lenta utilizando un tomacorriente común.
 - Empleo de un tomacorriente normalizado, pero no exclusivo para EV.
 - Conexión del EV a la red de corriente alterna con una corriente máxima permitida de hasta 16 A y 250 VCA monofásica o 480 VCA trifásica, utilizando conductores de potencia y de tierra de protección.
 - Se considera un modo de carga a nivel privado; aunque en algunos países, como EEUU, está prohibido, debido a que no se puede descartar su uso en instalaciones que no estén provistas de un Dispositivo de Corriente Residual (DCR), lo que implicaría un riesgo en el caso de que hubiera una fuga de corriente desde el chasis del vehículo a través de una persona que hiciera contacto con el mismo.
 - Este modo de carga se contempla únicamente para motocicletas, cuadriciclos y vehículos pequeños dotados con sistemas de protección adicionales.
2. Base de tomacorriente estándar de uso no exclusivo con protección incluida en el cable (Modo 2): Carga lenta utilizando un conector normal, con un equipo específico de conexión.
 - Conexión del EV a una base de tomacorriente normalizada, mediante un cable especial que cuente con un conductor piloto de control (entre EV y la clavija) y un sistema de protección diferencial (DCR) para las personas contra descargas eléctricas.
 - Intensidad máxima de recarga permitida de hasta 32 A y 250 Vca monofásica o 480 VCA trifásica, utilizando conductores de potencia y tierra de protección.
3. Tomacorriente especial para uso exclusivo a la recarga del vehículo eléctrico (Modo 3): Carga lenta o rápida usando un conector específico multipines con funciones de control y protección.

- Estación de recarga para uso exclusivo del EV, permite la comunicación inteligente entre el vehículo y el operador del sistema eléctrico, diseñados para mejorar la gestión y seguridad de operación y la interoperabilidad entre distintos fabricantes y países.
 - Base de tomacorriente provista de 5 o 7 hilos conductores, las funciones de control y protección se encuentran en la instalación fija.
 - Intensidad máxima de recarga permitida de hasta 32 A, con la posibilidad de ampliarla a 64 A por fase.
4. Tomacorriente de CC (Modo 4): Carga rápida usando una tecnología de carga especial.
- El EV se conecta a la red de baja tensión a través de un SAVE dedicado, dentro de la estación de recarga se realiza la conversión CA/CC, Las funciones de control y protección están en el lado de la instalación fija.
 - Este modelo está pensado para la recarga rápida, con intensidades de corriente de hasta 400 A.

En la siguiente figura se pueden observar los cuatro diferentes modos de carga definidos previamente.

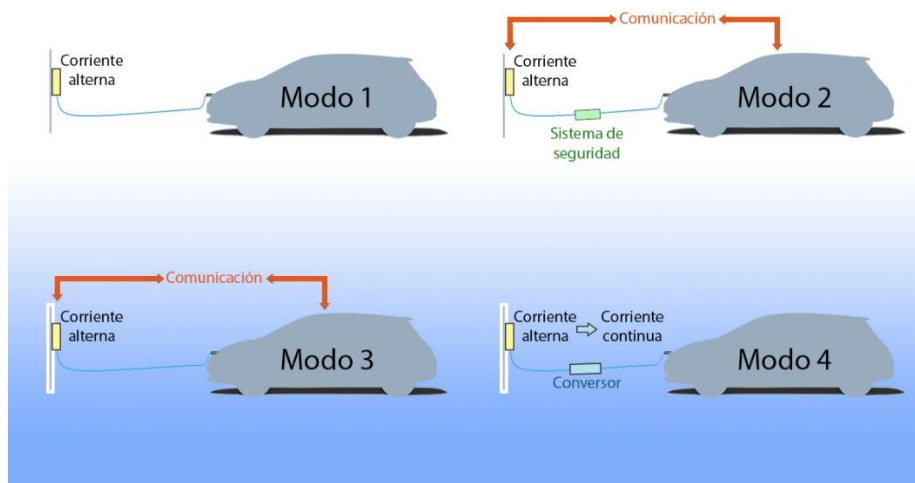


Ilustración 18. Modos de carga del EV.

Fuente: Baena, Á. (10 de Noviembre de 2013). *Motor3punto0*. Obtenido de <http://www.motor3punto0.com/guia-de-coches-electricos-iv-los-modos-de-recarga/>

3.3.15 NORMATIVA INTERNACIONAL DEL PUNTO DE RECARGA

Todos los componentes de la infraestructura de recarga para EV deben cumplir con la normativa recomendada a continuación (Chancusig, 2014, pág. 67):

- UNE-EN 61851-1 (Sistema conductivo de carga para EV. Conexión de un EV a la red de CA utilizando un cable de carga desmontable con un conductor del vehículo y un equipo de alimentación de CA).
- UNE-EN 61851-22 (Sistema conductivo para carga de EV).
- UNE-EN 50438 (Requisitos para la conexión de micro generadores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión).
- Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT-23: Instalaciones interiores o receptora. Protección contra sobretensiones).
- ITC-BT-18 (Instalaciones de puesta a tierra).

3.4 METODOLOGÍA TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL ESTUDIO

3.4.1 ANÁLISIS TÉCNICO

Tiene como objetivo evaluar como sería el desempeño de un vehículo eléctrico en términos de autonomía y capacidad de la batería.

De la ficha técnica del vehículo eléctrico seleccionado es necesario conocer la eficiencia del vehículo para conocer la capacidad de la batería del vehículo.

$$Capacidad(Wh) = Eficiencia \left(\frac{Wh}{km} \right) * recorrido\ diario(km)$$

Ecuación 1. Cálculo de la Capacidad del vehículo eléctrico.

Fuente: Torres, J. (2015). Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Cuenca.

El recorrido diario es un parámetro que se definirá de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes los cuales utilizan generalmente periodos de un año o un recorrido de 20,000 km para definir planes de mantenimientos, revisiones y garantías.

Luego se procede a comparar todos los resultados y se calcula la autonomía en kilómetros que tendría de capacidad el vehículo eléctrico. Se realiza dividiendo la capacidad de la batería con la eficiencia o consumo energético.

$$Autonomia(km) = \frac{Capacidad\ de\ la\ batería\ (Wh)}{Consumo\ Energético\ (\frac{Wh}{km})}$$

Ecuación 2. Autonomía del vehículo.

Fuente: Torres, J. (2015). Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Cuenca.

La autonomía define la cantidad de distancia que puede recorrer el vehículo sin repostar o recargar. Es un factor importante que los usuarios de un vehículo eléctrico toman en cuenta a la hora de seleccionar un vehículo, ya que es el punto débil de los mismos porque están limitados a la cantidad de energía que las baterías pueden almacenar.

Para determinar la energía que consumirá el EV al año se utiliza la capacidad del batería multiplicado por el recorrido anual entre la autonomía del vehículo.

$$E(\frac{kWh}{año}) = \frac{consumo\ energético\ del\ vehículo(kWh)}{capacidad\ de\ recorrido(km)} * \frac{recorrido\ promedio\ anual(km)}{año}$$

Ecuación 3. Energía consumida por el vehículo.

Fuente: Torres, J. (2015). Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Cuenca.

3.4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para realizar este punto es necesario tomar en consideración los planes de mantenimiento recomendados por el fabricante, generalmente el plan se rige hasta los 100,000 km o a los 5 años de uso, permitiendo proyecciones. (Torres, 2015). Los costos del consumo energético del vehículo eléctrico dependen de la tarifa de energía eléctrica que aplica.

$$Costo\ del\ consumo\ energético\ (\frac{USD}{km}) = Costo\ energía\ Eléctrica\ (\frac{USD}{kWh}) * Rendimiento(\frac{kWh}{km})$$

Ecuación 4. Costo del consumo energético del EV.

Fuente: Torres, J. (2015). Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Cuenca.

Para realizar una comparación también se necesita calcular el costo del consumo energético de un vehículo convencional por lo que se realiza el mismo proceso que el del vehículo eléctrico. Para los vehículos de combustión interna seleccionados se necesitará el dato del rendimiento que debe ser de distancia sobre unidad de volumen de gasolina.

$$\text{Costo del consumo energético} \left(\frac{USD}{km} \right) = \text{Costo galón de gasolina} \left(\frac{USD}{GLN} \right) * \text{Rendimiento} \left(\frac{GLN}{km} \right)$$

Ecuación 5. Costo del consumo energético del VCI.

Fuente: Torres, J. (2015). Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Cuenca.

Del vehículo de gasolina también es necesario contar con un plan de mantenimiento con el cual se realizará la proyección de los costos de mantenimiento. También es necesario considerar los costos de adquisición y otros costos de ambos vehículos para realizar el análisis económico. Para el vehículo eléctrico también se puede incluir la instalación eléctrica necesaria si se plantea instalar una estación de carga doméstica. Luego de tener todos los costos se realiza un flujo análisis a un plazo de 10 años para cada vehículo considerado.

El Valor Actual Neto (VAN), permite calcular el valor actual de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión. (Torres, 2015).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

De donde:

V_t : Representa el flujo de caja.

I_0 : Es el valor adicional de la inversión.

n : Es el número de periodos considerados.

k : Es la tasa de descuento.

Ecuación 6. Valor Actual Neto.

Fuente: Torres, J. (2015). Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Cuenca.

IV. METODOLOGÍA

Una vez concluida los capítulos II y III, se procede a explicar la metodología de la investigación la cual se divide en secciones que describen la congruencia metodológica, enfoque y métodos, diseño de la investigación, técnicas e instrumentos aplicados y fuentes de información además de las limitantes del estudio. La metodología de la investigación es el estudio formal de los procedimientos que se requieren para la resolución de los problemas científicos y la aplicación del método científico. (Dominguez, 2015).

4.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En esta sección se realiza una relación entre el planteamiento del problema y la metodología que se aplicara para realizar el análisis y elegir entre las dos opciones que se plantean dentro de esta investigación. De igual forma, la relación entre los objetivos y las preguntas del planteamiento del problema debe ser conocida, además de las variables del estudio deben ser detalladas de la mejor forma, para que se puedan validar los resultados obtenidos. También se detallarán instrumentos eficaces para garantizar la coherencia entre las variables y la hipótesis planteada. (Mario Ramirez, 2018).

4.1.1 MATRIZ METODOLOGICA

Tabla 3. Matriz metodológica

Titulo	Evaluación tecno-económica de vehículos eléctricos livianos en comparación con vehículos de combustión interna en San Pedro Sula				
Problema	Objetivo		Preguntas de Investigación	Variable	
	General	Específico		Dependiente	Independiente
¿En qué medida es conveniente técnica y económicamente la compra y uso de un vehículo eléctrico liviano de baterías para el usuario en comparación a un vehículo de combustión interna?	Evaluar técnica y económica mente los vehículos eléctricos livianos con el propósito de realizar una comparación con el vehículo de combustión interna.	1.Realizar una evaluación técnica que describa la autonomía y consumo energético del vehículo eléctrico.	¿Cómo es el desempeño técnico del vehículo eléctrico en términos de autonomía y consumo energético?	Técnico	1.Consumo energético 2.Autonomía
		2.Efectuar un análisis económico que detallará el costo que conlleva el mantenimiento, operación, adquisición y otros costos del vehículo eléctrico.	¿Cuáles son los costos para tomar en consideración que conllevan adquirir y usar un vehículo eléctrico?		
	3.Realizar una comparación económica en las que se verifica la viabilidad para el usuario del vehículo eléctrico la adquisición y uso sobre el vehículo de combustión interna.	¿Es viable el uso y adquisición de un vehículo eléctrico en comparación a un vehículo de combustión interna?	Económico		

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Una vez logrado las variables, en la siguiente figura se muestran las diferentes variables que constituyen las variables independientes que rodean la variable dependiente en el centro. "Cuya propiedad puede fluctuar por lo que la variación es susceptible de medirse y observarse." (Hernandez Sampieri, 2010).

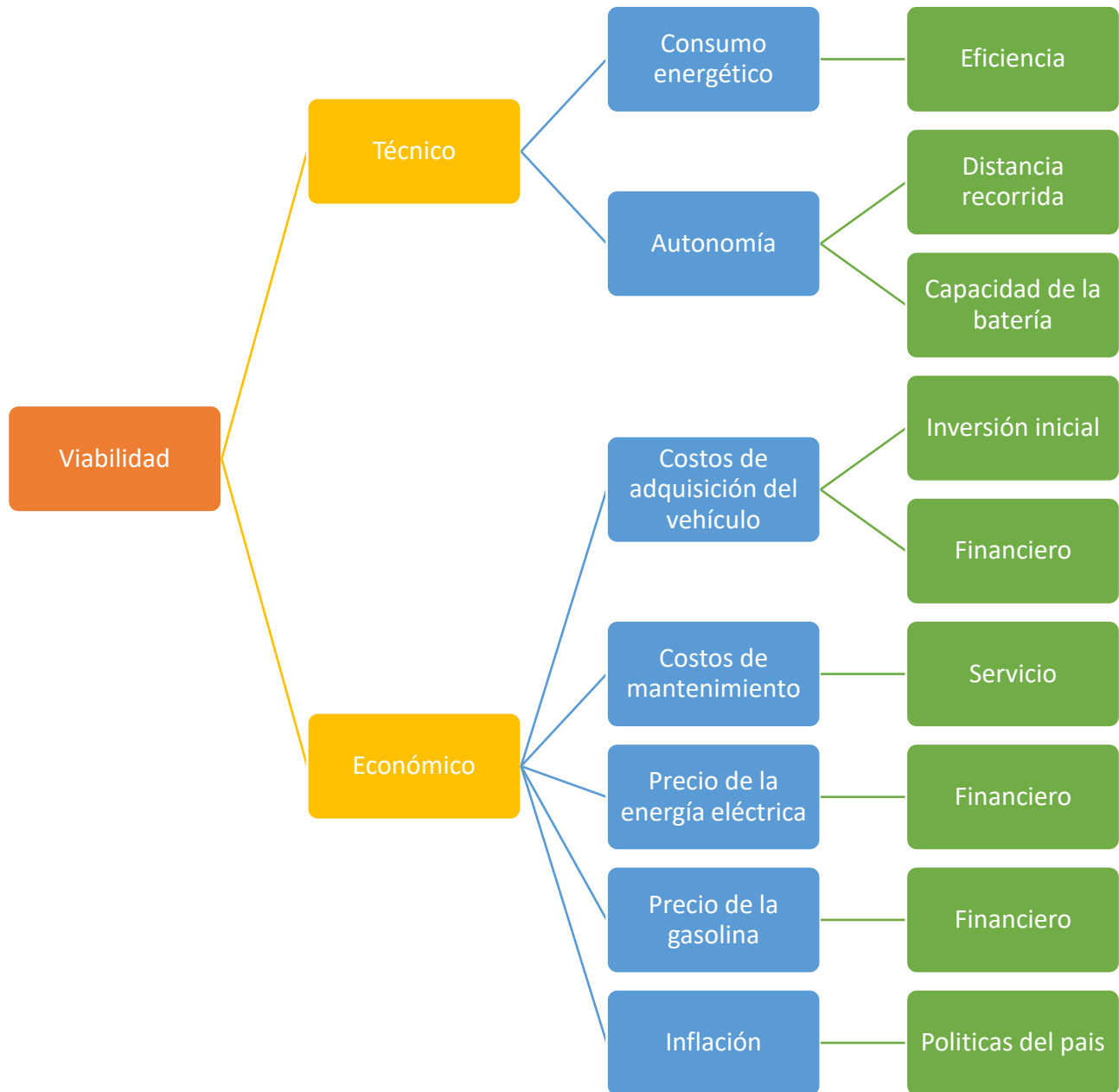


Ilustración 19. Identificación y dimensión de las variables

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Operacionalización de las variables del vehículo eléctrico

Variables	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Escala	Técnicas
	Conceptual	Operacional						
Consumo energético	Es la acción y efecto de consumir o gastar, bien sean productos, bienes o servicios	El vehículo consumirá energía eléctrica por distancia	Energía consumida por distancia recorrida	Wh/km	¿Existe un ahorro energético con el uso del vehículo eléctrico?		Razón	Teoría fundamentada
Costo del vehículo	Es el valor que se le da a la unidad automotora		Financiera	Dólares	N/A	N/A		
Autonomía vehicular	Distancia máxima que puede recorrer el automotor sin necesidad de recargar	Capacidad de suministro de la batería hasta el punto de recorrido máximo con la sola unidad	Distancia recorrida	km	¿La autonomía del vehículo eléctrico se adapta a las necesidades de uso que tienen los usuarios en el país?	Capacidad de autonomía del vehículo	Razón	Teoría fundamentada
Mantenimiento	Proceso en el cual se trabaja para mantener un funcionamiento seguro y adecuado para el vehículo	Costos requeridos para mantener el vehículo en óptimas condiciones	Financiera	Dólares	¿El vehículo eléctrico tiene menos costos de mantenimiento que los vehículos convencionales?	Costo de mantenimiento	Razón	Teoría fundamentada
Precio de la energía eléctrica	Es el valor monetario por el consumo de energía eléctrica	Valor de consumo de energía eléctrica para el vehículo eléctrico	Financiera	Dólares/kWh	N/A	N/A		
Inflación	Es el crecimiento continuo y generalizado de los precios de los bienes y servicios y factores productivos de una economía a lo largo del tiempo	Es un reflejo de que el dinero pierde valor, por lo que para adquirir un bien habrá que entregar cada vez una mayor cantidad de dinero	Financiera	Porcentaje	N/A	N/A	Razón	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Operacionalización de las variables del vehículo de gasolina

Variables	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Escala	Técnicas
	Conceptual	Operacional						
Consumo vehicular	Es la acción y efecto de consumir o gastar, bien sean productos, bienes o servicios	El vehículo consumirá gasolina	Combustible consumido por distancia recorrida	litro/km	¿Existe un ahorro energético con el uso del vehículo convencional?		Razón	Teoría fundamentada
Costo del vehículo	Es el valor que se le da a la unidad automotora		Financiera	Dólares	N/A	N/A		
Autonomía vehicular	Distancia máxima que puede recorrer el automotor sin necesidad de repostar	Capacidad de suministro del tanque de gasolina hasta el punto de recorrido máximo con la sola unidad	Distancia recorrida	km	¿La autonomía del vehículo eléctrico se adapta a las necesidades de uso que tienen los usuarios en el país?	Capacidad de autonomía del vehículo	Razón	Teoría fundamentada
Mantenimiento	Proceso en el cual se trabaja para mantener un funcionamiento seguro y adecuado para el vehículo	Costos requeridos para mantener el vehículo en óptimas condiciones	Financiera	Dólares	¿El vehículo eléctrico tiene menos costos de mantenimiento que los vehículos convencionales?	Costo de mantenimiento	Razón	Teoría fundamentada
Precio de la gasolina	Es el valor monetario por combustible	Valor de consumo de combustible	Financiera	Dólares/litros	N/A	N/A		
Inflación	Es el crecimiento continuo y generalizado de los precios de los bienes y servicios y factores productivos de una economía a lo largo del tiempo	Es un reflejo de que el dinero pierde valor, por lo que para adquirir un bien habrá que entregar cada vez una mayor cantidad de dinero	Financiera	Porcentaje	N/A	N/A	Razón	

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 HIPÓTESIS

La hipótesis indica lo que tratamos de probar y definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado (Hernandez Sampieri, 2010)

H1: El vehículo eléctrico resulta más factible para el usuario económicamente en 10 años en comparación al vehículo de combustión interna.

H0: El vehículo de combustión interna resulta más factible para el usuario económicamente en 10 años en comparación al vehículo eléctrico.

4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

La presente investigación tendrá un enfoque metodológico cuantitativo debido a que todos los procedimientos a realizar serán medibles y tienen como objetivo dar resultados que permitirán un análisis descriptivo del análisis técnico y económico todo en mediante la recolección de una base de datos. Es del tipo no experimental ya que no se manipulan las variables independientes con un tipo de diseño transversal.

Enfoque	• Cuantitativo
Tipo de estudio	• No experimental
Tipo de diseño	• Transversal
Alcance	• Descriptivo
Método	• Análisis Técnico/Económico
Tipo de muestra	• No probabilística
Técnica	• Simulaciones/Proyecciones financieras

Ilustración 20. Enfoque y Métodos de la investigación

Fuente: Hernandez Sampieri, F. C. (2010). Metodología de la investigación. En H. Sampieri. Mexico D.F.: McGrawHill.

4.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Hernandez Sampieri (2010) afirma: "El término diseño se refiere a un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en la investigación y responder al planteamiento" p.128. Como la teoría nos enseña el diseño de la investigación es la forma en que vamos a obtener la información sobre nuestro tema de estudio, la recolección de datos nos dará un mayor sustento para evaluar la viabilidad del proyecto, asimismo, los elementos de mayor importancia para verificar nuestra hipótesis.

4.3.1 POBLACIÓN

En el presente estudio se utilizarán vehículos que cuentan con características similares en la forma y en tamaño entre vehículos eléctricos y vehículos de combustión interna.

4.3.2 MUESTRA

En el presente estudio se tomará en cuenta vehículos eléctricos y vehículos de gasolina similares en características de tamaño, en ambos casos vehículos turismos en el caso de los vehículos eléctricos se utilizará el Nissan Leaf y el Volkswagen e-Golf, para los vehículos de gasolina se utilizarán el Toyota Yaris y el Toyota Aygo.

4.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis indica quienes van a ser medidos, es decir, los participantes o casos a quienes en última instancia vamos a aplicar el instrumento de medición (Hernandez Sampieri, 2010). En esta investigación es el vehículo eléctrico principalmente y el vehículo de combustión interna.

4.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta en el estudio técnico está conformada por el consumo energético (capacidad de la batería), autonomía y energía consumida al año mientras que el

estudio económico está conformado por costo de unidad, costo de operación, costos de mantenimiento y otros costos.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

La investigación implica la búsqueda y recolección de datos, los cuales serán recolectados en base a diferentes fuentes y evaluadas según las técnicas utilizadas.

4.4.1 TÉCNICAS

4.4.1.1 Análisis de Datos

Revisión de la recopilación de datos y su contenido para poder determinar la viabilidad técnica y económico.

4.4.1.2 Regresión Lineal

La regresión nos permite determinar el grado de dependencia de las series de valores X e Y, prediciendo el valor y estimado que se obtendría para un valor x que no esté en la distribución. (Universidad del país Vasco, 2008).

4.4.1.3 Valor Presente

El valor presente busca reflejar que siempre es mejor tener un monto de dinero hoy que recibirlo en el futuro. En efecto, si contamos con el dinero hoy podemos hacer algo para que este sea productivo, como por ejemplo invertirlo en una empresa, comprar acciones o dejarlo en el banco que nos pague intereses, entre otras opciones. Además, incluso si no contamos con un plan determinado para invertir el dinero simplemente podemos gastarlos para satisfacer nuestros gustos y no tenemos que esperar para recibir el dinero en el futuro. (Roldan, 2010).

4.4.2 INSTRUMENTOS

En este apartado se describirán las herramientas utilizadas para la investigación detallando su funcionalidad y las ventajas que otorgaron al proyecto.

4.4.2.1 Análisis de Datos

Consistió en la clasificación y distinción de la información obtenida a través de la recolección de datos de los cuales dependen la función técnica de los vehículos eléctricos en términos de autonomía y las diferentes variables que impactan económicamente el costo total que implica usar y adquirir un vehículo eléctrico y un vehículo de gasolina.

4.4.2.2 Análisis Financiero

Se realizará un análisis financiero el cual describirá la conveniencia entre los diferentes tipos de vehículos que se compararan en esta investigación. Se puede definir como un proceso que comprende la recopilación, interpretación, comparación y estudio de los estados financieros y datos operacionales de un negocio. Esto implica el cálculo e interpretación de porcentajes, tasas, tendencias, indicadores y estados financieros complementarios o auxiliares, los cuales sirven para evaluar el desempeño financiero y operacional de la firma. (Hurtado, 2000).

4.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación, se detallarán todas aquellas fuentes primarias y secundarias de donde se obtuvieron todos los datos históricos y actuales utilizados en el marco teórico y análisis de resultados.

4.5.1 FUENTES PRIMARIAS

La presente investigación utiliza en su mayoría tesis y estudios técnicos sobre la implementación de vehículos eléctricos en cierto lugar o sector, reportes mundiales de la situación actual como el GLOBAL EV OUTLOOK de la AIE que detalla todo cambio, implementación y evolución del sector automovilístico y para el análisis a realizar se utilizó información recolectada en establecimientos que brindan servicios de mantenimiento a automotores y concesionarias locales e internacionales.

4.5.2 FUENTES SECUNDARIA

Algunas otras fuentes fueron evaluaciones de proyectos similares, máquinas eléctricas y reportes web que describen el marco teórico de esta investigación.

4.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO

La principal limitante es la crisis sanitaria que ocurrió en la realización de este proyecto, obligando el confinamiento de las personas, cierre de varias empresas y el hecho de que esto causo una gran dificultad de adquirir información entre otros problemas que genera.

La falta de información que describa el sector automovilístico actual en Honduras con datos estadísticos o censos completos y la falta de actualización en la poca información existente.

El tiempo otorgado para la realización del proyecto es una de las principales limitantes ya que no permite realizar un análisis más extensivo.

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la tabla 6 se detallan todas las actividades a realizar ordenadas cronológicamente.

Tabla 6. Cronograma de actividades.

Actividad	Tiempo [semanas]										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Introducción a la clase	x										
Definición del tema de investigación	x										
Título, introducción y estructura del informe		x									
Planteamiento del problema y objetivos de la investigación		x	x								
Elaboración de marco teórico			x	x							
Desarrollo de metodología de estudio					x	x	x				
Resultados y análisis								x	x		
Conclusiones y recomendaciones									x		
Resumen ejecutivo											
Informe y presentación										x	
Paper científico										x	
Pre-defensa											x

Fuente: Elaboración propia.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se brindarán los diferentes resultados obtenidos a partir del análisis técnico el cual detallara información para conocer el consumo energético que tendrá el vehículo eléctrico junto a la descripción de su autonomía para determinar si la batería tendrá la capacidad necesaria para garantizar la movilidad por varios días y el análisis económico con el cual se investigaran los diferentes tipos de costos que requiere un vehículo tanto eléctrico como convencional.

Se utilizará en ambos análisis un recorrido anual de 20,000 km ya que los manuales de los vehículos, planes de mantenimientos, servicios y garantías generalmente utilizan periodos de un año o 20,000 km.

Para la investigación se utilizarán 2 modelos de vehículos eléctricos los cuales son el Nissan Leaf y el Volkswagen e-Golf, de misma manera se utilizarán 2 vehículos de gasolina los cuales son el Toyota Yaris y Toyota Agya.

5.1 ANÁLISIS TÉCNICO

En la presente sección se definirán los diferentes parámetros que permiten entender el rendimiento que tendrá el vehículo eléctrico como la capacidad de la batería, la autonomía y la energía consumida usando como base un recorrido anual de 20,000 km. A continuación, se presentan la descripción de los vehículos eléctricos que se utilizaran:

Tabla 7. Descripción de vehículos eléctricos.

Vehículos eléctricos		
Descripción:	Nissan Leaf	VW e-Golf
Costo de unidad (USD):	\$ 29,990.00	\$ 32,000.00
Tipo:	Sedan	Compacto
Batería:	Ion litio	
Consumo eléctrico (Wh/km):	169	166
Capacidad de la batería (kWh):	40	35.8
Peso del vehículo (kg):	1,544	1,615

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción de los vehículos de combustión interna que se utilizarán:

Tabla 8. Descripción de vehículos de combustible.

Vehículos de gasolina		
Descripción:	Yaris	Agya
Costo de unidad (USD):	\$ 21,400.00	\$ 15,300.00
Tipo:	Sedan	Compacto
Motor (litros):	1.5	1
Consumo de combustible (km/galón):	52	80
Capacidad tanque de combustible (galones):	11.1	8.72
Peso del vehículo (kg):	1,080	865

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA BATERÍA.

Para comprobar si la capacidad del vehículo eléctrico garantiza un recorrido diario sin necesidad de tener que recargar la batería se comprueba el consumo energético que tendría en un día y se le comparara con la capacidad de almacenaje que tiene la batería usando la ecuación 1.

Un recorrido de 20,000 km anuales significa realizar 54.76 km diarios.

Tabla 9. Capacidad de batería de los vehículos eléctricos.

Vehículo:	Rendimiento (Wh/km):	Capacidad de batería (kWh):	Capacidad requerida por recorrido diario (kWh):	% de batería utilizada diaria
Nissan LEAF	169	40	9.25	23.13%
VW e-Golf	166	35.8	9.10	25.43%

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar la cantidad de energía que requieren los vehículos para realizar un recorrido diario de 54.76 km comparándolo con la capacidad de almacenaje que tiene cada batería. Se observa que para el Nissan Leaf un recorrido diario requiere utilizar el 23.13% de la capacidad de su batería lo que significa que puede recorrer sin necesidad de recargar hasta 4 días, el Volkswagen e-Golf utiliza el 25.43% de su batería para un recorrido diario lo que es una cuarta parte de su capacidad, lo que significa que puede estar hasta 4 días sin necesidad de recargar, con lo cual se puede determinar que es un buen valor el que garantizan los vehículos eléctricos de capacidad de almacenaje de energía para durar varios días.

5.1.2 CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA DEL VEHÍCULO.

La autonomía es el valor que define la cantidad de distancia que puede realizar el vehículo dependiendo de la cantidad de energía que obtiene según sea su forma de almacenamiento, mediante la ecuación 2 se puede determinar la cantidad de kilómetros que puede recorrer con una sola carga cada vehículo. A continuación, se observa en la tabla la autonomía de cada vehículo.

Tabla 10. Autonomía de los vehículos.

Autonomía del EV		Autonomía del VCI	
Vehículo:	Autonomía (km):	Vehículo:	Autonomía (km):
Nissan LEAF	236.93	Yaris	571.69
VW e-Golf	215.47	Agua	697.49
Promedio:	226.20	Promedio:	634.59

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 se observa la comparación entre los vehículos eléctricos y vehículos de gasolina, en donde se detalla la diferencia que hay entre los dos tipos de tecnología en términos de autonomía, en promedio los vehículos eléctricos analizados tienen una autonomía 226.20 km mientras que los vehículos de gasolina de este análisis tienen una autonomía de 634.59 km.

5.1.3 CÁLCULO DE LA ENERGÍA REQUERIDA ANUAL

Con la capacidad de la batería del vehículo eléctrico y la cantidad de demanda que ocupa según el recorrido anual utilizado se puede calcular la energía eléctrica que requerirá la batería para mantener el vehículo en circulación. Mediante la ecuación 3 a continuación se determinará la cantidad de energía que consumirá el vehículo eléctrico de forma anual y mensual.

Tabla 11. Energía requerida por el vehículo eléctrico anual y mensual.

Vehículo:	Anual (kWh):	Mensual (kWh):
Nissan LEAF	3,376.58	277.53
VW e-Golf	3,322.98	273.12

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 11 que la energía que los 2 vehículos analizados requieren son muy similares, en promedio siendo 3,376.58 kWh de energía eléctrica anualmente requerida por el Nissan Leaf y 3,322.98 kWh requerido para el VW e-Golf de energía eléctrica necesaria para la batería para realizar los 20,000 km anuales y mensualmente en promedio consumen 277.53 kWh el Nissan Leaf y 273.12 kWh el VW e-Golf.

5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el presente análisis se presentarán todos los costos que conlleva un vehículo eléctrico y el vehículo convencional con el objetivo de obtener un comparativo entre ambos tipos de vehículos para realizar un análisis que permita definir la viabilidad económica para cada uno en un periodo de 10 años.

5.2.1 COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación están especialmente enfocados en el consumo energético de ambos tipos de vehículos, por lo que para realizar una comparación se necesitarán los costos de la energía eléctrica y el costo de la gasolina.

5.2.1.1 Vehículo eléctrico

Para las estimaciones del precio de la energía eléctrica se considerará el precio a nivel residencial, mediante una base de datos que registra la tarifa eléctrica desde julio de 2016 se realizó una proyección lineal.

Para realizar la proyección se tomaron los valores de la base de datos de la CREE.

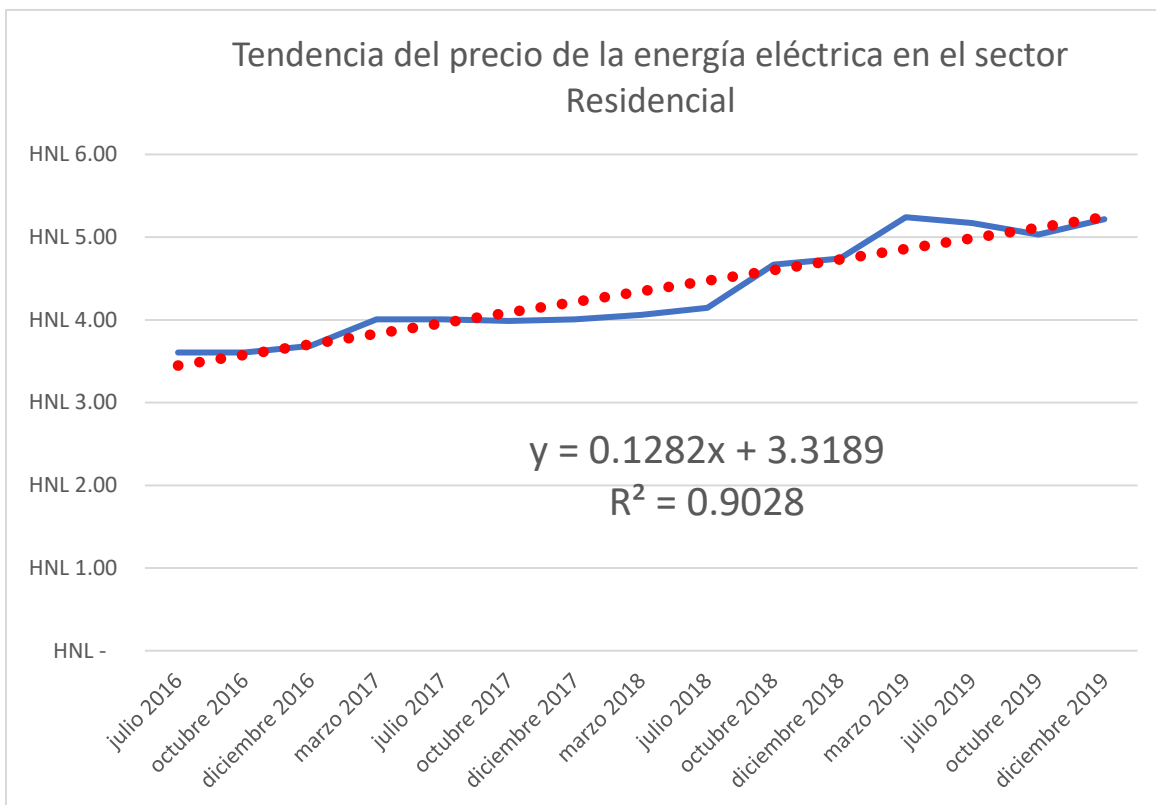


Ilustración 21. Tendencia del precio de la energía eléctrica en el sector Residencial en Honduras.

Fuente: Elaboración propia.

Se le agrego una línea de tendencia para visualizar de manera más sencilla la proyección que se realizará utilizando la ecuación que EXCEL define.

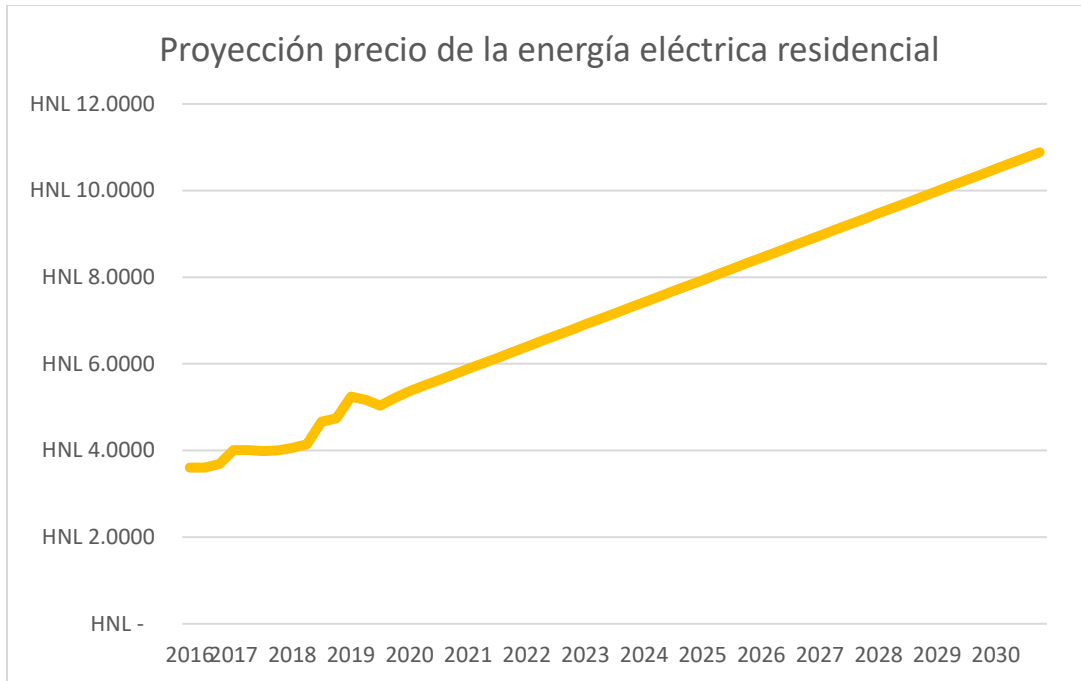


Ilustración 22. Proyección precio de la energía eléctrica residencial en Honduras.

Fuente: Elaboración propia.

También se realizó una proyección del cambio entre el lempira y el dólar estadounidense utilizando valores para definir la tendencia desde el 2010 (ver anexo #8) se puede ver a continuación:

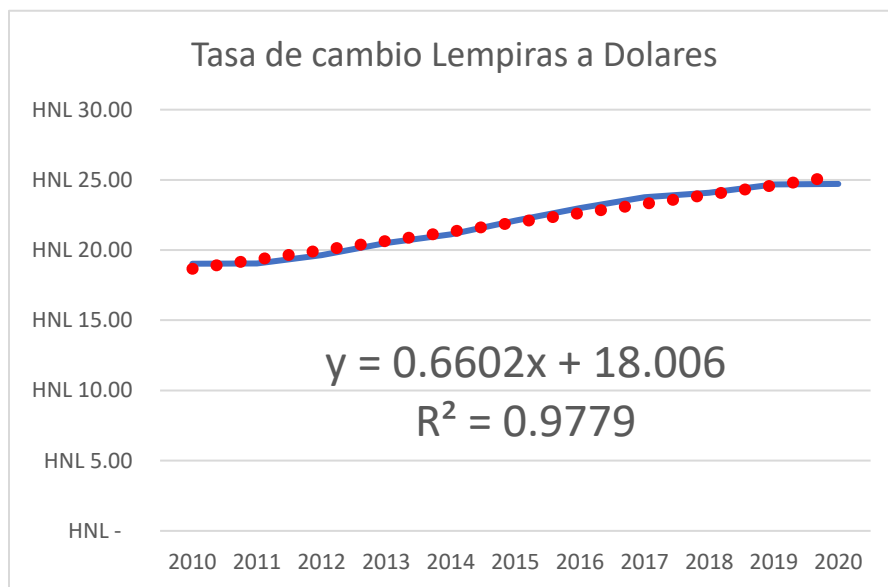


Ilustración 23. Tendencia tasa de cambio entre el lempira y el dólar estadounidense.

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos en EXCEL con la proyección de la energía eléctrica residencial se obtuvieron los siguientes costos promedios por año hasta 2029 visualizados la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores de costos de proyección de la tarifa eléctrica.

Año	TARIFA RESIDENCIAL (HNL/kWh):	TARIFA RESIDENCIAL (USD/kWh):
2020	HNL 5.56	\$ 0.2252
2021	HNL 6.08	\$ 0.2344
2022	HNL 6.59	\$ 0.2479
2023	HNL 7.10	\$ 0.2607
2024	HNL 7.62	\$ 0.2729
2025	HNL 8.13	\$ 0.2846
2026	HNL 8.64	\$ 0.2957
2027	HNL 9.16	\$ 0.3063
2028	HNL 9.67	\$ 0.3165
2029	HNL 10.18	\$ 0.3263

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la ecuación 4 con los datos de costo de la tarifa eléctrica de la tabla 12 y los rendimientos de los vehículos de la tabla 7, obtenemos los siguientes costes de operación de los vehículos eléctricos hasta el año 2029 o hasta los 200,000 km.

Tabla 13. Costos de operación de los vehículos eléctricos.

Año	Kilometraje	Nissan Leaf	VW e-Golf
2020	20,000.00	\$ 760.33	\$ 748.26
2021	40,000.00	\$ 791.44	\$ 778.87
2022	60,000.00	\$ 836.96	\$ 823.67
2023	80,000.00	\$ 880.27	\$ 866.30
2024	100,000.00	\$ 921.54	\$ 906.91
2025	120,000.00	\$ 960.90	\$ 945.65
2026	140,000.00	\$ 998.48	\$ 982.63
2027	160,000.00	\$ 1,034.40	\$ 1,017.98
2028	180,000.00	\$ 1,068.77	\$ 1,051.80
2029	200,000.00	\$ 1,101.68	\$ 1,084.20

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.2 Vehículo de combustión interna

El combustible utilizado que utilizan los vehículos convencionales que se analizarán en esta investigación es la gasolina, por lo que es necesario recolectar información que nos permita realizar una proyección a 10 años.

Se obtuvieron datos con históricos del precio del galón de combustible superior desde el año 1997 con el cual se obtuvo una línea de tendencia, la cual se puede observar en la siguiente ilustración:

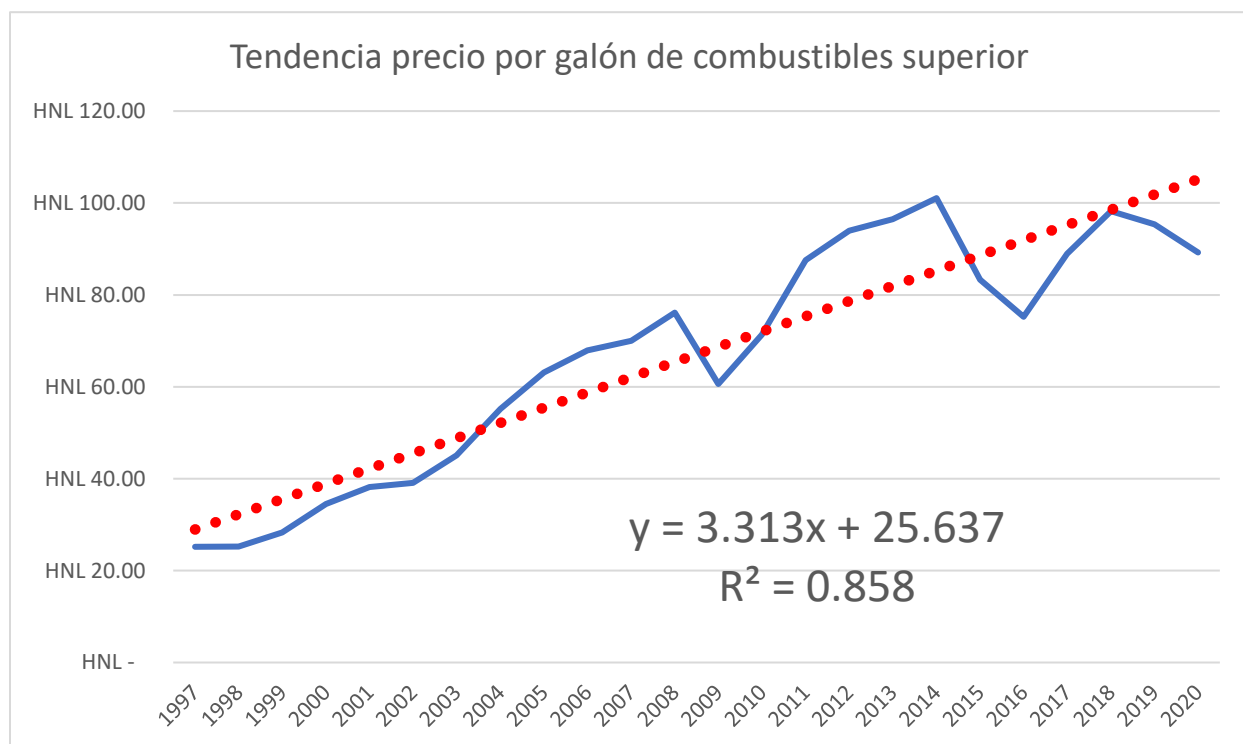


Ilustración 24. Tendencia del precio del galón de la gasolina superior en Honduras

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la proyección utilizando la ecuación que se observa en la ilustración 24 para obtener los precios del galón hasta el año 2029, el cual se puede observar en la siguiente ilustración:

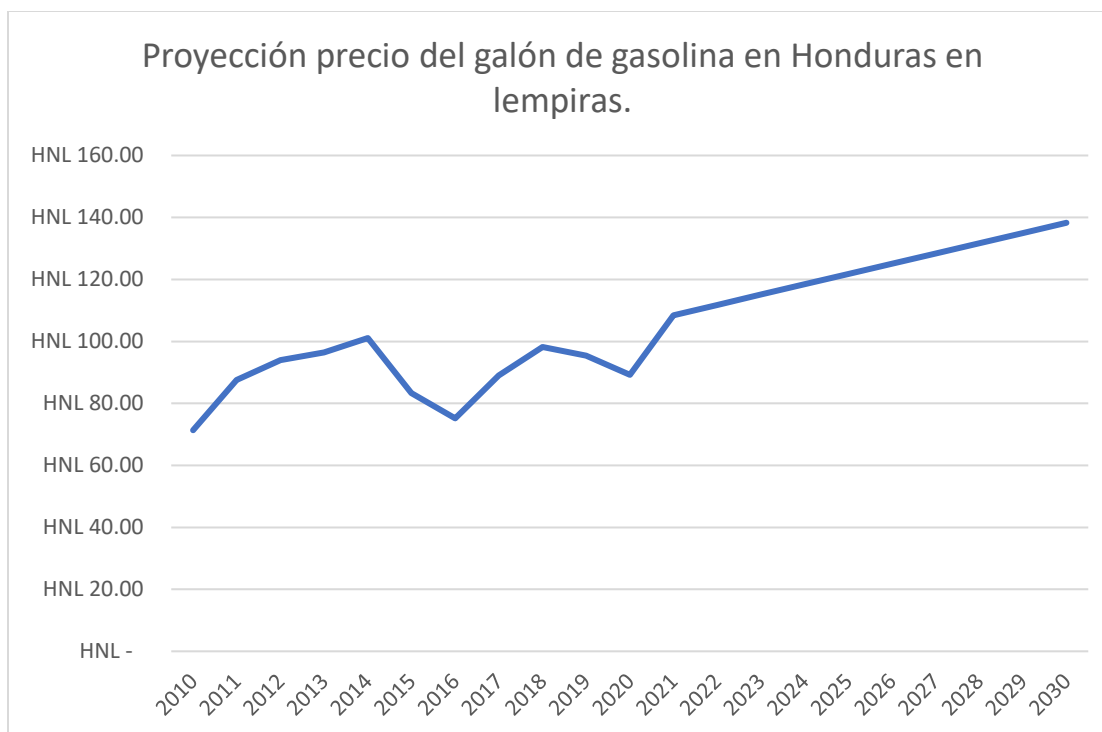


Ilustración 25. Proyección del precio del galón de gasolina en Honduras.

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos en EXCEL y utilizando la proyección de la tasa de cambio observado en la ilustración 23, se obtuvieron los siguientes costos promedios anuales en dólares del galón de gasolina hasta el año 2029 visualizados la siguiente tabla:

Tabla 14. Valores de coste de galón de gasolina proyectados.

Año	Costo galón de gasolina (HNL/GLN):	Costo galón de gasolina (USD/GLN):
2020	HNL 89.24	\$ 3.61
2021	HNL 108.46	\$ 4.18
2022	HNL 111.78	\$ 4.20
2023	HNL 115.09	\$ 4.22
2024	HNL 118.40	\$ 4.24
2025	HNL 121.71	\$ 4.26
2026	HNL 125.03	\$ 4.28
2027	HNL 128.34	\$ 4.29
2028	HNL 131.65	\$ 4.31
2029	HNL 134.97	\$ 4.32

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la ecuación 5 con los datos de costo del galón de gasolina de la tabla 14 y los rendimientos de los vehículos de la tabla 8 obtenemos los siguientes costes de operación de los vehículos de combustión interna hasta el año 2029 o hasta los 200,000 km.

Tabla 15. Costo de operación de vehículos de combustión interna.

Año	Kilometraje	Toyota Yaris	Toyota Agya
2020	20,000.00	\$ 1,401.98	\$ 902.87
2021	40,000.00	\$ 1,623.89	\$ 1,045.78
2022	60,000.00	\$ 1,631.94	\$ 1,050.97
2023	80,000.00	\$ 1,639.60	\$ 1,055.90
2024	100,000.00	\$ 1,646.89	\$ 1,060.60
2025	120,000.00	\$ 1,653.85	\$ 1,065.08
2026	140,000.00	\$ 1,660.50	\$ 1,069.36
2027	160,000.00	\$ 1,666.85	\$ 1,073.45
2028	180,000.00	\$ 1,672.93	\$ 1,077.36
2029	200,000.00	\$ 1,678.75	\$ 1,081.11

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Para realizar este punto se tomó en consideración los diferentes tipos de mantenimientos recomendados que se dividen en revisiones, inspecciones y cambios de líquidos o piezas. Los costos de los vehículos convencionales dependen de la concesionaria local.

Para los vehículos de combustión interna se consultó con la concesionaria, se utilizará el plan preventivo el cual brinda la concesionaria local con un costo total de 83,515.00 HNL o 3,379.81 USD que requiere mantenimiento cada 5,000 km hasta los 100,000 km a continuación se presenta el plan en la tabla 16.

Tabla 16. Plan de mantenimiento de vehículos de combustión interna.

Plan De Mantenimiento Preventivo	Distancia recorrida (x 1000km)																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
FILTRO DE ACEITE								1								1				
GRASA LIQUIDA BLANCA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LIJA #36		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
PESA ADHESIVA		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
PROTECTOR DE BATERÍA EN SPRAY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FILTRO DE ACEITE	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
FILTRO AIRE								1								1				
FILTRO DE A/C								1								1				
EMPAQUE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FILTRO ACEITE YZZJ1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
LIQUIDO DE FRENO								1								1				
ACEITE TIPO TIV								1								1				
FULL SINTETIC 10W30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GRASA LITHIUN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LIMPIADOR DE FRENOS		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
ALINEAMIENTO		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
BALANCEO 4 LLANTAS		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
ORIGINAL LAVADO DE CARROCERÍA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SERVICIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Los vehículos eléctricos se caracterizan por no necesitar mucho mantenimiento lo cual representa una ventaja con respecto al vehículo de convencional.

El plan de mantenimiento correctivo de los vehículos eléctricos es muy diferente al de cualquier vehículo de combustión interna por el hecho de que tiene menos partes móviles al utilizar un sistema de propulsión eléctrica además de utilizar componentes más tecnológicos requiere menos mantenimientos. En la ilustración 26 se observa que se limitan prácticamente a inspecciones y cambios de piezas en caso de ser necesario lo que hace que sean más económicos que los mantenimientos más profundos que requieren los vehículos de combustión interna.

Para los costos de mantenimiento de los vehículos eléctricos se consiguieron mediante la investigación de varios sitios y foros dedicados a la revisión de vehículos eléctricos, además de sitios de concesionarias y empresas que ofrecen el servicio.

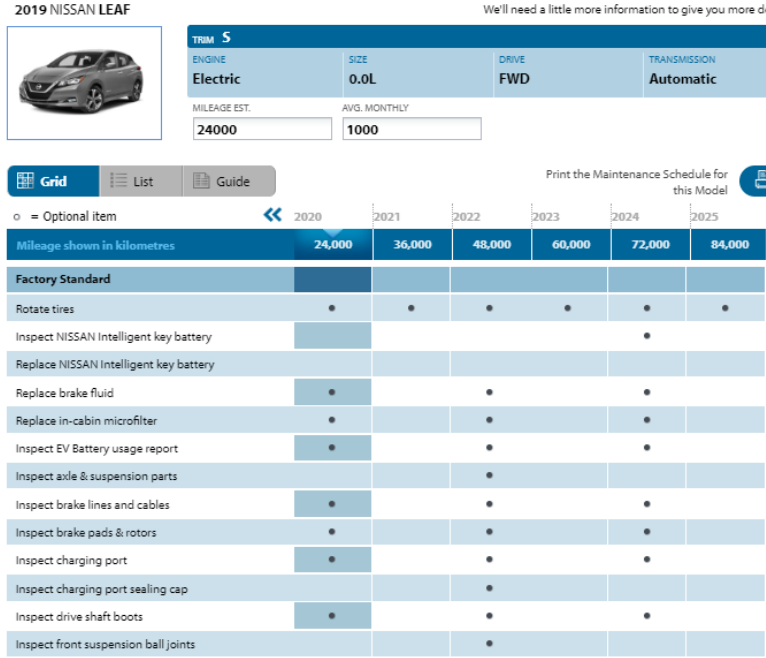


Ilustración 26. Plan de mantenimiento de un vehículo eléctrico.

Fuente: Concesionaria

A continuación, se puede observar una comparación por los costos de mantenimiento que tiene cada plan según el vehículo obtenido dividiendo el coste total de mantenimiento por cada 20,000 km utilizando una inflación de 2.5%.

Tabla 17. Costes de mantenimiento de los vehículos convencionales y eléctricos.

Año	Kilometraje	Convencional (USD/20,000 km):	Eléctrico (USD/20,000 km):
2020	20,000	\$ 675.96	\$ 166.66
2021	40,000	\$ 692.86	\$ 170.83
2022	60,000	\$ 710.18	\$ 175.10
2023	80,000	\$ 727.94	\$ 179.47
2024	100,000	\$ 746.14	\$ 183.96
2025	120,000	\$ 764.79	\$ 188.56
2026	140,000	\$ 783.91	\$ 193.27
2027	160,000	\$ 803.51	\$ 198.11
2028	180,000	\$ 823.59	\$ 203.06
2029	200,000	\$ 844.18	\$ 208.14

Fuente: Elaboración propia.

Para los costos de mantenimiento de los vehículos eléctricos hay que considerar el reemplazo del pack de baterías el cual la mayoría de los fabricantes otorgan una garantía hasta los 8 años o 160,000 km de recorrido, lo que se cumpla primero, los fabricantes garantizan que cuando se cumpla ese recorrido o edad la batería deberá tener aun una capacidad del 70% de su capacidad inicial. Para el reemplazo la batería de 40 kWh tiene un costo de 7,800 USD y se utilizara en el caso del Nissan Leaf y Volkswagen e-Golf.

5.2.3 OTROS COSTOS

En la presente sección se presentarán otros costos a considerar necesarios para realizar el análisis financiero preciso con el cual se obtenga una comparación de los dos tipos de vehículos.

5.2.3.1 Costos de adquisición.

Los costos de adquisición se refieren al costo de compra del vehículo el cual puede ser financiado de diferentes maneras según sea más conveniente. Los costos de las unidades están detallados en la tabla 7 para los vehículos eléctricos cuyos costos son en los cuales se comercializan en Estados Unidos ya que no se venden en el país y en la tabla 8 para los vehículos de combustión con el precio a los cuales se venden en el país ya que aquí se comercializan.

Además, se considerará la compra de un centro de carga del vehículo eléctrico con un valor de 700 USD de nivel 2 que tiene por hora carga la capacidad equivalente a 40 km de recorrido. (FERENCE, 2017).

5.2.3.2 Flete e ingreso.

Para los vehículos eléctricos ya que no se venden en el país se les debe de tomar en consideración el transporte y los costos que tienen su ingreso al país. Los dos vehículos eléctricos que se están analizando se comercializan en los Estados Unidos a los costos detallados en la tabla 7. Para los vehículos de combustión interna no se detallará ningún costo de flete ni ingreso ya que estos ya vienen añadidos al costo en los que se comercializan en el país los cuales se observan en la tabla 8.

Se tomará en consideración de que los vehículos eléctricos son transportados desde el área metropolitana de Miami, debido a que desde Miami están las tarifas más económicas de

transporte marítimo hasta Honduras. A continuación, se detallará el procedimiento y los costes que conllevan el envío e ingreso del Nissan Leaf.

El Gobierno de la República de Honduras conforme a las facultades que la ley confiere a la Dirección Adjunta de Rentas Aduaneras tienen estipulados los costes con los cuales se remiten a las tarifas de fletes marítimos y los gastos internos en el país, para los vehículos procedentes de los Estados Unidos de Norte América mediante el CIRCULAR DARA-SVA.019-2019 anexo (6) donde se procede mediante el Artículo 8 del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio GATT y los Artículos 188 y 189 del Reglamento del Código Aduanero Uniforme Centroamericano. El cual detalla que el coste de exportación en el puerto de Port Everglades en Miami, el cual para vehículos livianos como camionetas o turismos tiene un coste de 532.50 USD el flete marítimo y se debe agregar el flete de grúa desde el lugar de entrega en Miami hasta el puerto, tiene un costo de 80.00 USD si es del área metropolitana, otros gastos que equivalen a 50.00 USD y un seguro del 1.5% del costo unitaria del vehículo. El costo total del flete con los seguros para el Nissan Leaf es de 1,112.35 USD.

Los diferentes impuestos y servicios que se pagan para el ingreso al país en aduanas son los siguientes:

- STD- Servicio de Transmisión de Datos: Este tiene un valor de 120 Lempiras
- DAI - Derechos Arancelarios a la Importación: Este tiene un valor de 0 lempiras al ser los vehículos importados desde Estados Unidos por tener acuerdos comerciales.
- SEL - Impuesto Selectivo al Consumo: En la Ley de Fortalecimiento de los Ingresos, Equidad Social y Racionalización del Gasto Público en el Decreto-17-2010 se estipula en el artículo 20 que "Quedan exentos del pago de este impuesto los vehículos híbridos, que utilicen diferentes tipos de combustible alternativos y electricidad" por lo que el costo de este impuesto es de 0 lempiras por ser un vehículo eléctrico.
- ISV - Impuesto Sobre la Venta: Este equivale al 15% el valor del costo total del vehículo incluyendo los costos Cost, Insurance and Freight (CIF) los cuales son los costos de flete terrestre, flete marítimo, seguro, otros gastos y el costo de la unidad.
- Ecotasa – Este impuesto es solo para vehículos usados, por lo que para este caso como los vehículos son nuevos tiene un coste de 0 lempiras.

- Diferentes servicios de Despacho (Fotos, Copias, Recepción, Despacho): Tienen un coste de 4,880 lempiras.

A continuación, en las siguientes tablas se detallan los costos de introducción para cada vehículo.

Tabla 18. Costos de flete e ingreso de Nissan Leaf.

Nissan Leaf	
Costo del vehículo(USD):	\$ 29,990.00
FLETE	
Valor de grúa (USD):	\$ 80.00
Valor embarcación y envío (USD):	\$ 532.50
Otros gastos (USD):	\$ 50.00
Valor seguro 1.5% (USD):	\$ 449.85
TOTAL FLETE:	\$ 1,112.35
ADUANA	
STD- Servicio de Transmisión de Datos (USD):	\$ 4.86
DAI-Derechos Arancelarios a la Importación (USD):	\$ -
SEL-Impuesto Selectivo al Consumo (USD):	\$ -
ISV-Impuesto Sobre la Venta [15%] (USD):	\$ 4,665.35
Ecotasa (USD)	\$ -
Servicio de Despacho [Fotos, Copias, Recepción] (USD):	\$ 210.44
TOTAL ADUANA:	\$ 4,880.65
TOTAL FLETE Y ADUANA:	\$ 5,993.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Costos de flete e ingreso de VW e-Golf.

VW e-Golf	
Costo del vehículo(USD):	\$ 32,000.00
FLETE	
Valor de grúa (USD):	\$ 80.00
Valor embarcación y envío (USD):	\$ 532.50
Otros gastos (USD):	\$ 50.00
Valor seguro 1.5% (USD):	\$ 480.00
TOTAL FLETE:	\$ 1,142.50
ADUANA	
STD- Servicio de Transmisión de Datos (USD):	\$ 4.86
DAI-Derechos Arancelarios a la Importación (USD):	\$ -
SEL-Impuesto Selectivo al Consumo (USD):	\$ -
ISV-Impuesto Sobre la Venta [15%] (USD):	\$ 4,800.00
Ecotasa (USD)	\$ -
Servicio de Despacho [Fotos, Copias, Recepción] (USD):	\$ 210.44
TOTAL ADUANA:	\$ 5,015.30
TOTAL FLETE Y ADUANA:	\$ 6,157.80

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.3 Matricula.

El pago de la matricula se establece en el Decreto No. 50-2016 el cual define que los vehículos nuevos o usados a internarse por primera vez al país deben pagar a la Tasa Única Anual por Matricula el dos por ciento (2%) sobre el valor CIF y el pago debe ser anual por un periodo consecutivo de 5 años. Una vez pasado los 5 años el pago dependerá de la descripción del vehículo, si es de hasta 2,500 cc. deberá pagar 1,200 HNL y si es mayor a 2,501 cc. deberá pagar 2,200 HNL anualmente, en el presente caso los vehículos son menores a 2,500 cc.

5.2.3.4 Seguro.

El costo del seguro depende de las políticas internas de las diferentes bancas y financieras disponibles, con la asesoría de una concesionaria local se calculó el seguro mediante el uso de los factores proporcionados según el tipo de vehículo, para los vehículos tipos sedanes y compactos se utiliza un factor de seguro de 27.7 el seguro depende del costo del vehículo y se calcula mediante esta ecuación:

$$\text{Seguro (USD)} = \frac{\text{Costo del vehículo (USD)} * \text{Factor de seguro}}{1000}$$

Ecuación 7. Cálculo de costo de seguro del vehículo.

Fuente: Concesionaria local.

Aplicando la ecuación 7 se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 20. Costo de seguro anual por vehículo.

Vehículo:	Seguro
Nissan Leaf	\$ 830.72
VW e-Golf	\$ 886.40
Toyota Yaris	\$ 592.78
Toyota Agya	\$ 423.81

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla 20 es el costo que el seguro tendrá anualmente por los años en que dure el financiamiento.

5.2.4 ANÁLISIS FINANCIERO

La batería del vehículo eléctrico tiene un alto coste, sin embargo no es obligatorio realizar el cambio en el periodo que se especifica en la garantía ya que tienen una vida útil aun mayor, para observar el impacto de estos costes para el vehículo eléctrico en comparación al vehículo convencional, se realizarán dos casos:

CASO 1: Reemplazo de batería a los 8 años o a los 160,000 km transcurridos.

CASO 2: Sin reemplazo de batería.

El análisis financiero se desarrollará utilizando recorrido anual promedio de 20,000 km para facilitar el análisis.

A continuación, se desarrollarán los flujos en el que se incluirán todos los costos antes mencionados para cada caso y tipo de vehículo considerando una inflación en todos los casos de 2.5% anual.

5.2.4.1 CASO 1

En este caso se toma en cuenta el reemplazo de batería a los 160,000 km, la financiación que corresponde a la adquisición del vehículo solamente el costo unitario es en dólares a una tasa de interés del 9% en un periodo de 6 años para ambos vehículos con una prima que corresponde al 10% se obtiene lo siguientes costos de capital e intereses como se observa a continuación.

Tabla 21. Financiamiento de los vehículos eléctricos y de combustión interna.

Vehículo:	Capital	Intereses	Total de pago
Nissan Leaf	\$ 26,991.00	\$ 7,388.79	\$ 34,379.79
VW e-Golf	\$ 28,800.00	\$ 7,884.00	\$ 36,684.00
Toyota Yaris	\$ 19,260.00	\$ 5,272.43	\$ 24,532.43
Toyota Agya	\$ 13,770.00	\$ 3,769.54	\$ 17,539.54

Fuente: Elaboración propia.

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Obteniendo los gastos de financiamiento se puede realizar el flujo de caja realizado a continuación:

Tabla 22. Flujo de caja de caso 1 de Nissan Leaf.

Nissan LEAF										
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Kilometraje (km):	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	140,000	160,000	180,000	200,000
Costos de operación										
Costos de energía eléctrica (USD):	\$ 760.33	\$ 791.44	\$ 836.96	\$ 880.27	\$ 921.54	\$ 960.90	\$ 998.48	\$ 1,034.40	\$ 1,068.77	\$ 1,101.68
Costos de mantenimiento										
Costos según plan de mantenimiento (USD):	\$ 166.66	\$ 170.83	\$ 175.10	\$ 179.47	\$ 183.96	\$ 188.56	\$ 193.27	\$ 198.11	\$ 203.06	\$ 208.14
Reemplazo de batería [160,000 km] (USD):								\$ 7,800.00		
Costos de adquisición										
Flete e Impuestos de aduana (USD):	\$ 5,993.00									
Costo del vehículo (USD):	\$ 2,999.00									
Costos de financiamiento										
Financiamiento (USD):	\$ 6,742.13	\$ 6,337.26	\$ 5,932.40	\$ 5,527.53	\$ 5,122.67	\$ 4,717.80				
Otros gastos										
Centro de carga (USD):	\$ 700.00									
Matrícula (USD):	\$ 719.66	\$ 737.65	\$ 756.09	\$ 775.00	\$ 794.37	\$ 813.74	\$ 833.11	\$ 852.48	\$ 871.85	\$ 891.22
Seguros (USD):	\$ 830.72	\$ 851.49	\$ 872.78	\$ 894.60	\$ 916.96	\$ 939.89	\$ 963.82	\$ 987.75	\$ 1,011.68	\$ 1,035.61
COSTO NETO	\$ 9,692.00	\$ 9,219.50	\$ 8,888.67	\$ 8,573.32	\$ 8,256.87	\$ 7,939.50	\$ 7,622.13	\$ 7,304.76	\$ 6,987.39	\$ 6,669.02
COSTO ACUMULADO	\$ 9,692.00	\$ 18,911.50	\$ 27,800.17	\$ 36,373.49	\$ 44,630.36	\$ 52,569.86	\$ 59,425.57	\$ 66,267.10	\$ 72,014.49	\$ 77,683.51
VAN(USD):	\$64,529.38									

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla 22 que dio como resultado un VAN de 64,529.38 USD, En la siguiente tabla a continuación se muestran los resultados del flujo del Volkswagen e-Golf.

Tabla 23. Resultados de flujo de caso 1 de VW e-Golf.

Volkswagen e-Golf										
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Kilometraje (km):	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	140,000	160,000	180,000	200,000
Costos de operación										
Costos de energía eléctrica (USD):	\$ 748.26	\$ 778.87	\$ 823.67	\$ 866.30	\$ 906.91	\$ 945.65	\$ 982.63	\$ 1,017.98	\$ 1,051.80	\$ 1,084.20
Costos de mantenimiento										
Costos según plan de mantenimiento (USD):	\$ 166.66	\$ 170.83	\$ 175.10	\$ 179.47	\$ 183.96	\$ 188.56	\$ 193.27	\$ 198.11	\$ 203.06	\$ 208.14
Reemplazo de batería [160,000 km] (USD):								\$ 7,800.00		
Costos de adquisición										
Flete e Impuestos de aduana (USD):	\$ 6,157.80									
Costo del vehículo (USD):	\$ 3,200.00									
Costos de financiamiento										
Financiamiento (USD):	\$ 7,194.00	\$ 6,762.00	\$ 6,330.00	\$ 5,898.00	\$ 5,466.00	\$ 5,034.00				
Otros gastos										
Centro de carga (USD):	\$ 700.00									
Matrícula (USD):	\$ 763.16	\$ 782.23	\$ 801.79	\$ 821.84	\$ 842.38	\$ 863.47	\$ 884.56	\$ 905.65	\$ 926.74	\$ 947.83
Seguros (USD):	\$ 886.40	\$ 908.56	\$ 931.27	\$ 954.56	\$ 978.42	\$ 1,002.88	\$ 1,027.34	\$ 1,051.80	\$ 1,076.26	\$ 1,100.72
COSTO NETO	\$10,057.80	\$ 9,758.48	\$ 9,402.49	\$ 9,061.83	\$ 8,720.17	\$ 8,377.67	\$ 8,035.17	\$ 7,692.67	\$ 7,348.17	\$ 7,003.67
COSTO ACUMULADO	\$10,057.80	\$ 19,816.28	\$ 29,218.77	\$ 38,280.60	\$ 47,000.77	\$ 55,378.44	\$ 63,393.61	\$ 71,086.28	\$ 78,434.45	\$ 85,438.12
VAN(USD):	\$67,359.72									

Fuente: Elaboración propia.

Para el Volkswagen e-Golf el flujo dio como resultado un VAN de 67,359.72 USD para un periodo de 10 años.

VEHÍCULOS CONVENCIONALES

Obteniendo los gastos de financiamiento se puede realizar el flujo de caja para los vehículos de gasolina realizado a continuación:

Tabla 24. Flujo de caja de caso 1 de Toyota Yaris.

Toyota Yaris										
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Kilometraje (km):	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	140,000	160,000	180,000	200,000
Costos de operación										
Costos de gasolina (USD):	\$ 1,401.98	\$ 1,623.89	\$ 1,631.94	\$ 1,639.60	\$ 1,646.89	\$ 1,653.85	\$ 1,660.50	\$ 1,666.85	\$ 1,672.93	\$ 1,678.75
Costos de mantenimiento										
Costos según plan de mantenimiento (USD):	\$ 675.96	\$ 692.86	\$ 710.18	\$ 727.94	\$ 746.14	\$ 764.79	\$ 783.91	\$ 803.51	\$ 823.59	\$ 844.18
Costos de adquisición										
Costo del vehículo (USD):	\$ 2,140.00									
Costos de financiamiento										
Financiamiento (USD):	\$ 4,810.99	\$ 4,522.09	\$ 4,233.19	\$ 3,944.29	\$ 3,655.39	\$ 3,366.49				
Otros gastos										
Matricula (USD):	\$ 428.00	\$ 438.70	\$ 449.67	\$ 460.91	\$ 472.43	\$ 48.56	\$ 49.78	\$ 51.02	\$ 52.30	\$ 53.60
Seguros (USD):	\$ 592.78	\$ 607.60	\$ 622.79	\$ 638.36	\$ 654.32	\$ 670.68				
COSTO NETO	\$ 2,140.00	\$ 7,909.71	\$ 7,885.14	\$ 7,647.76	\$ 7,411.09	\$ 7,175.17	\$ 6,504.37	\$ 2,494.18	\$ 2,521.38	\$ 2,548.82
COSTO ACUMULADO	\$ 2,140.00	\$ 10,049.71	\$ 17,934.84	\$ 25,582.61	\$ 32,993.70	\$ 40,168.87	\$ 46,673.23	\$ 49,167.42	\$ 51,688.80	\$ 54,237.61
VAN(USD):										\$ 50,097.21

Fuente: Elaboración propia.

El flujo del Toyota Yaris dio como resultado un VAN de 50,097.21 USD. En la siguiente tabla a continuación se muestran los resultados del flujo del Toyota Agya.

Tabla 25. Resultados de flujo de caso 1 de Toyota Agya.

Toyota Agya										
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Kilometraje (km):	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	140,000	160,000	180,000	200,000
Costos de operación										
Costos de gasolina (USD):	\$ 902.87	\$ 1,045.78	\$ 1,050.97	\$ 1,055.90	\$ 1,060.60	\$ 1,065.08	\$ 1,069.36	\$ 1,073.45	\$ 1,077.36	\$ 1,081.11
Costos de mantenimiento										
Costos según plan de mantenimiento (USD):	\$ 675.96	\$ 692.86	\$ 710.18	\$ 727.94	\$ 746.14	\$ 764.79	\$ 783.91	\$ 803.51	\$ 823.59	\$ 844.18
Costos de adquisición										
Costo del vehículo (USD):	\$ 1,530.00									
Costos de financiamiento										
Financiamiento (USD):	\$ 3,439.63	\$ 3,233.08	\$ 3,026.53	\$ 2,819.98	\$ 2,613.43	\$ 2,406.88				
Otros gastos										
Matricula (USD):	\$ 306.00	\$ 313.65	\$ 321.49	\$ 329.53	\$ 337.77	\$ 48.56	\$ 49.78	\$ 51.02	\$ 52.30	\$ 53.60
Seguros (USD):	\$ 423.81	\$ 434.41	\$ 445.27	\$ 456.40	\$ 467.81	\$ 479.50				
COSTO NETO	\$ 1,530.00	\$ 5,748.28	\$ 5,719.78	\$ 5,554.44	\$ 5,389.74	\$ 5,225.74	\$ 4,764.82	\$ 1,903.05	\$ 1,927.98	\$ 1,953.26
COSTO ACUMULADO	\$ 1,530.00	\$ 7,278.28	\$ 12,998.06	\$ 18,552.50	\$ 23,942.24	\$ 29,167.98	\$ 33,932.80	\$ 35,835.85	\$ 37,763.83	\$ 39,717.08
VAN(USD):										\$ 36,725.57

Fuente: Elaboración propia.

El VAN obtenido para el Toyota Agya para un periodo de 10 años con una tasa de inflación del 2.5% da como resultado 36,725.57 USD.

COMPARACIÓN

En la ilustración 27 a continuación se puede observar el costo acumulado por cada 20,000 km hasta los 200,000 km (10 años) de ambos tipos de vehículos para realizar la comparación con el caso donde se realiza un reemplazo de baterías a los 160,000 km.

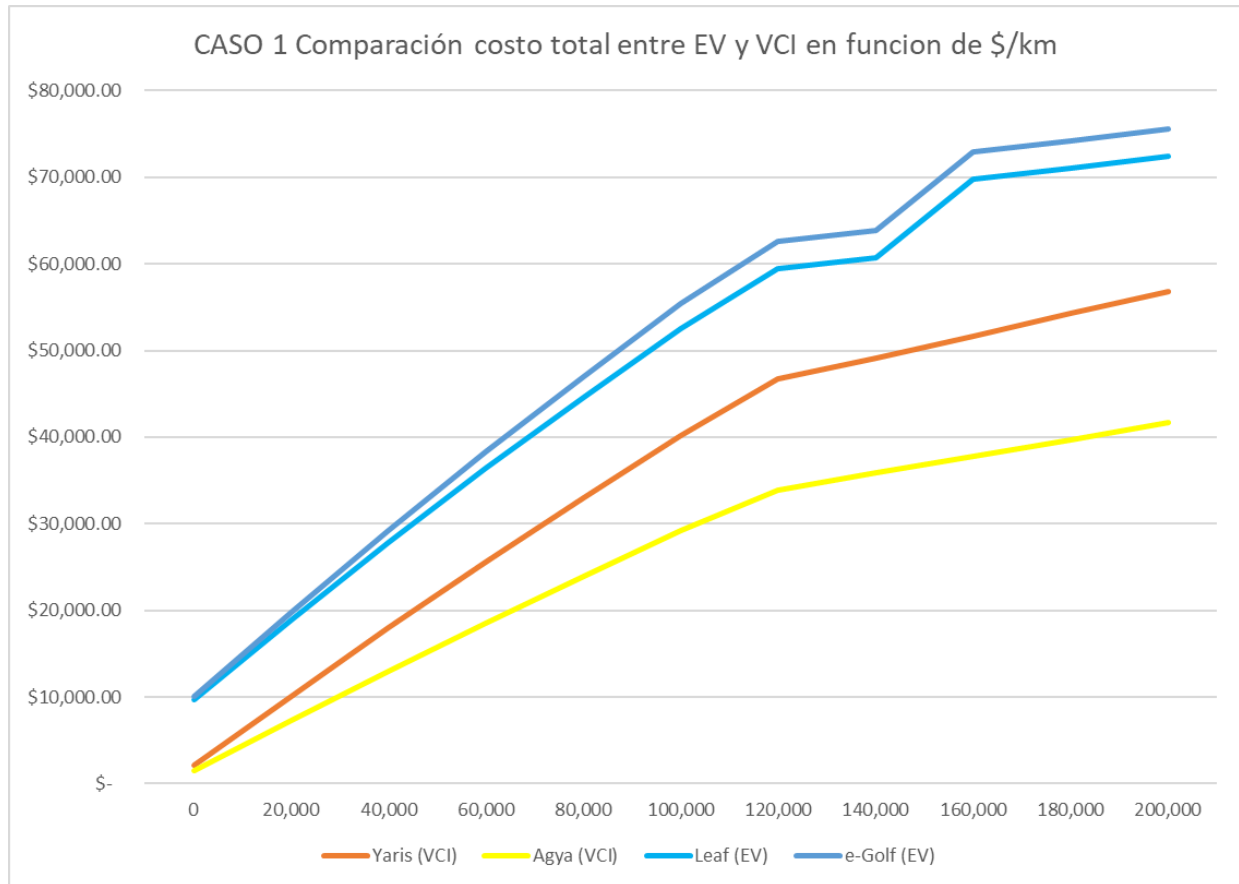


Ilustración 27. Comparación de costo total entre EV y VCI del caso 1.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 27 se observa como los vehículos eléctricos en un recorrido de 200,000 km son más costosos que los vehículos de gasolina, sin embargo, se puede observar como a los 120,000 km cuando se deja de pagar el préstamo dejan de incrementar en costos por el financiamiento y los vehículos eléctricos disminuyen la diferencia de forma notable con respecto a los vehículos de gasolina, pero por motivo del reemplazo de la batería a los 160,000 km tiene un incremento drástico que eleva nuevamente su costo y aumenta la diferencia entre sí.

Tabla 26. Comparación costos totales del caso 1.

Costos de operación				Costos de mantenimiento			
VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya	VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya
\$ 9,206.27	\$ 9,354.76	\$ 16,277.16	\$ 10,482.49	\$ 9,667.16	\$ 9,667.16	\$ 7,573.07	\$ 7,573.07
Costos de adquisición				Otros gastos			
VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya	VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya
\$ 46,041.80	\$ 43,371.79	\$ 26,672.43	\$ 19,069.54	\$ 10,628.75	\$ 10,044.47	\$ 6,291.50	\$ 4,570.89
Costo total							
VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya				
\$ 75,543.98	\$ 72,438.18	\$ 56,814.15	\$ 41,695.98				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26 se detallan los diferentes costos totales para los vehículos Volkswagen e-Golf, Nissan Leaf, Toyota Yaris y Toyota Agya, a continuación se visualizan en la siguiente ilustración:

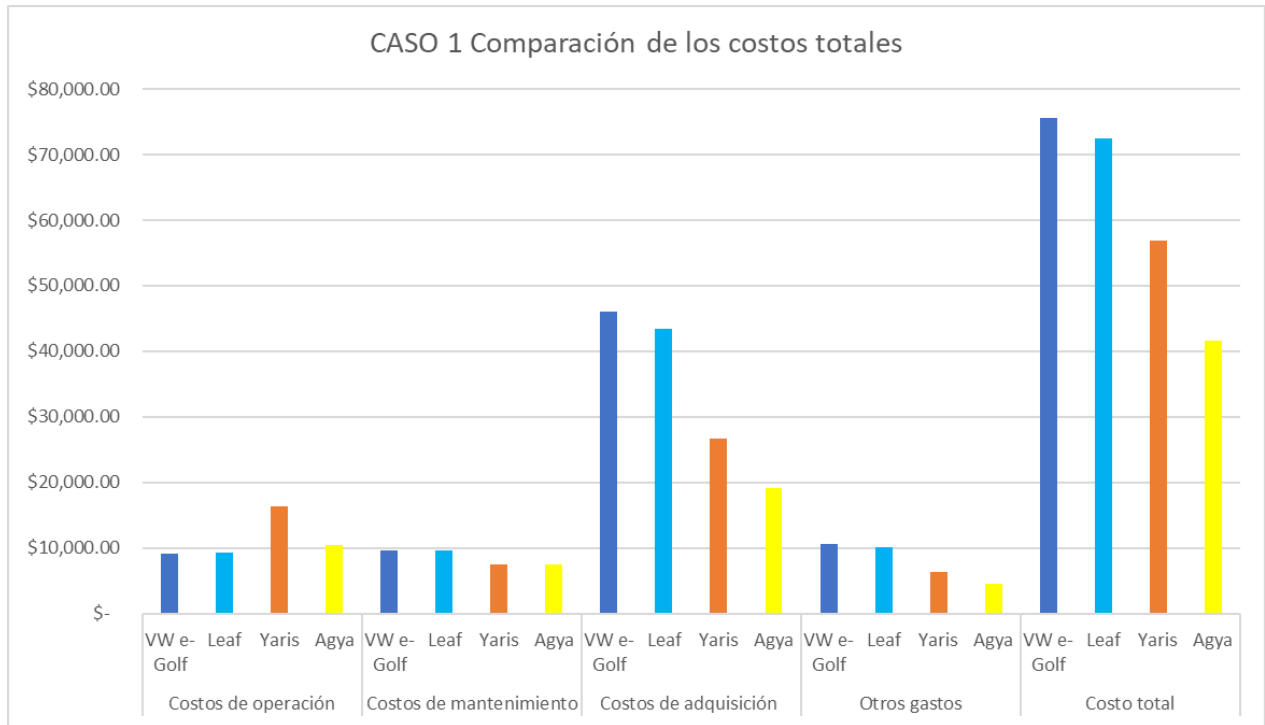


Ilustración 28. Costos totales del caso 1.

Fuente: Elaboración propia.

Para comprender de manera más sencilla como se distribuyen los diferentes tipos de costos en total hasta los 200,000 km se observan en la ilustración 28, donde se detalla la gran diferencia que hay en el costo de adquisición que incluye en este caso el financiamiento y los costes de flete e ingresos. En los costos de mantenimiento se observa que los costos de mantenimiento son más

altos en los vehículos eléctricos porque en este caso incluye el reemplazo de batería, para los costes de operación se detalla la diferencia que existen debido a la eficiencia que tienen las dos diferentes tecnologías además de los costos de la gasolina y la energía eléctrica.

Con estos datos ya se puede comprobar la hipótesis de la investigación y la hipótesis nula que se estableció en la sección 4.1.3 las cuales son las siguientes:

- H1: El vehículo eléctrico resulta más factible para el usuario económicamente en 10 años en comparación al vehículo de combustión interna.
- H0: El vehículo de combustión interna resulta más factible para el usuario económicamente en 10 años en comparación al vehículo eléctrico.

En el caso 1 se afirma la hipótesis nula, ya que el vehículo de gasolina es más económico que el vehículo eléctrico en un periodo de 10 años.

5.2.4.2 CASO 2

El caso 2 establece que no se reemplazara la batería del vehículo, los fabricantes garantizan que a los 8 años o 160,000 km la batería tendrá el 70% de la capacidad inicial, sin embargo, la vida útil de la batería puede seguir hasta los 10 o 12 años, por lo que no es imprescindible realizar el cambio de batería en el periodo que se abarca en esta investigación. Se mantienen los mismos flujos anteriores para los vehículos de gasolina al no realizar ningún cambio.

VEHÍCULO ELÉCTRICO

A comparación al caso anterior todos los costos de adquisición, operación, matrícula y seguros se mantienen igual lo único que cambia es el hecho de que no se realiza un reemplazo de batería en ningún momento.

Tabla 27. Flujo de vehículos eléctricos para CASO 2.

Nissan LEAF											
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
Kilometraje (km):	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	140,000	160,000	180,000	200,000	
COSTO NETO	\$ 9,692.00	\$ 9,219.50	\$ 8,888.67	\$ 8,573.32	\$ 8,256.87	\$ 7,939.50	\$ 6,855.71	\$ 1,241.53	\$ 1,283.53	\$ 1,324.12	\$ 1,363.42
COSTO ACUMULADO	\$ 9,692.00	\$ 18,911.50	\$ 27,800.17	\$ 36,373.49	\$ 44,630.36	\$ 52,569.86	\$ 59,425.57	\$ 60,667.10	\$ 61,950.63	\$ 63,274.76	\$ 64,638.18
VAN(USD):	\$58,283.70										

Volkswagen e-Golf											
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
Kilometraje (km):	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	140,000	160,000	180,000	200,000	
COSTO NETO	\$10,057.80	\$ 9,758.48	\$ 9,402.49	\$ 9,061.83	\$ 8,720.17	\$ 8,377.67	\$ 7,219.65	\$ 1,225.68	\$ 1,267.11	\$ 1,307.16	\$ 1,345.94
COSTO ACUMULADO	\$10,057.80	\$ 19,816.28	\$ 29,218.77	\$ 38,280.60	\$ 47,000.77	\$ 55,378.44	\$ 62,598.09	\$ 63,823.77	\$ 65,090.88	\$ 66,398.04	\$ 67,743.98
VAN(USD):	\$61,114.04										

Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN

En la ilustración 29 a continuación se puede observar el costo acumulado por cada 20,000 km hasta los 200,000 km de los vehículos.

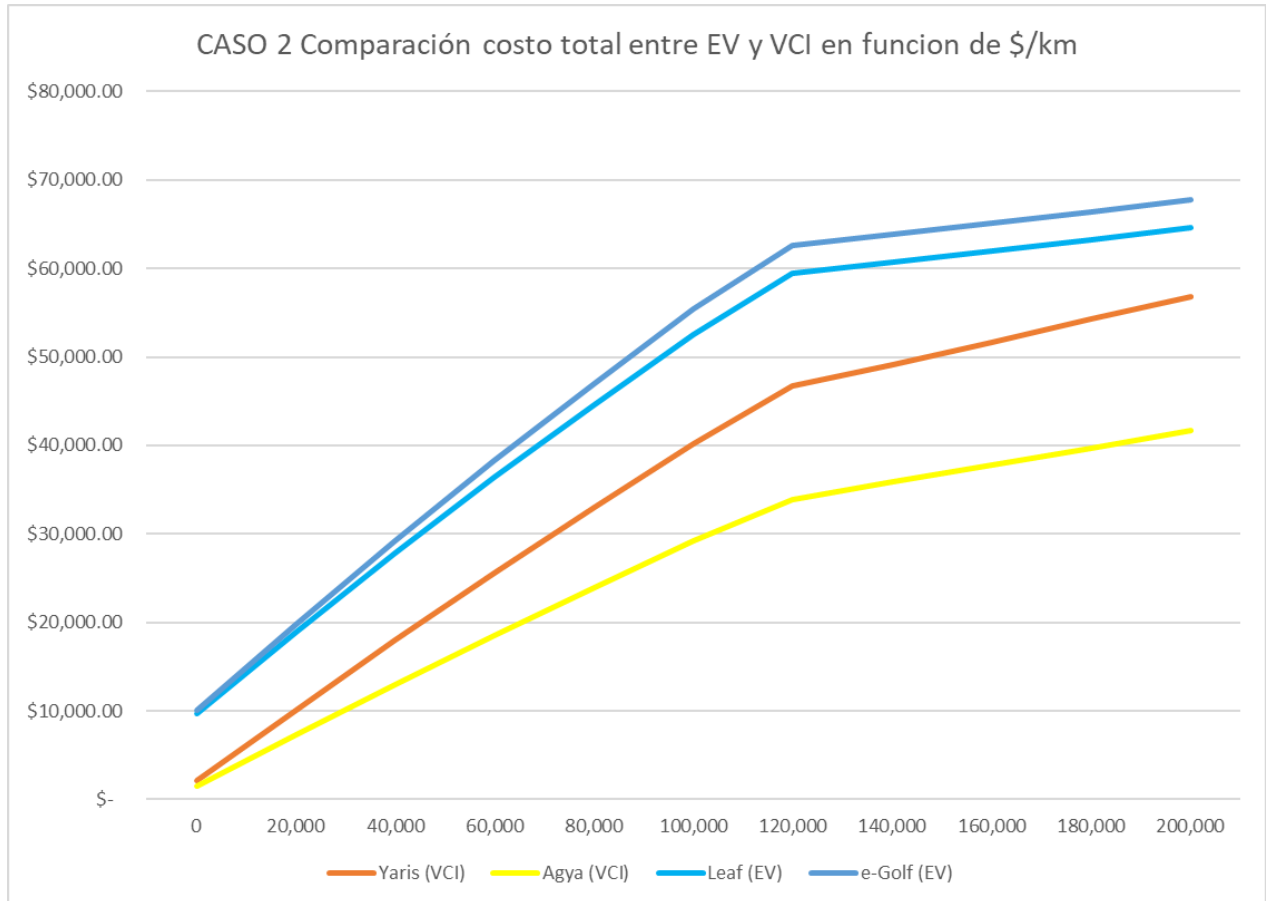


Ilustración 29. Comparación costo total entre EV y VCI del caso 2.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 29 se observa cómo cambia la diferencia de costos que existen entre los vehículos eléctricos y de gasolina al considerar no reemplazar la batería por su alto costo a los 160,000 km, sin embargo no es suficiente para que los vehículos eléctricos tengan un costo total menor a los vehículos de gasolina como se observa a continuación:

Tabla 28. Comparación costos totales del caso 2.

Costos de operación				Costos de mantenimiento			
VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya	VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya
\$ 9,206.27	\$ 9,354.76	\$ 16,277.16	\$ 10,482.49	\$ 1,867.16	\$ 1,867.16	\$ 7,573.07	\$ 7,573.07
Costos de adquisición				Otros gastos			
VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya	VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya
\$ 46,041.80	\$ 43,371.79	\$ 26,672.43	\$ 19,069.54	\$ 10,628.75	\$ 10,044.47	\$ 6,291.50	\$ 4,570.89
Costo total							
VW e-Golf	Leaf	Yaris	Agya				
\$ 67,743.98	\$ 64,638.18	\$ 56,814.15	\$ 41,695.98				

Fuente: Elaboración propia.

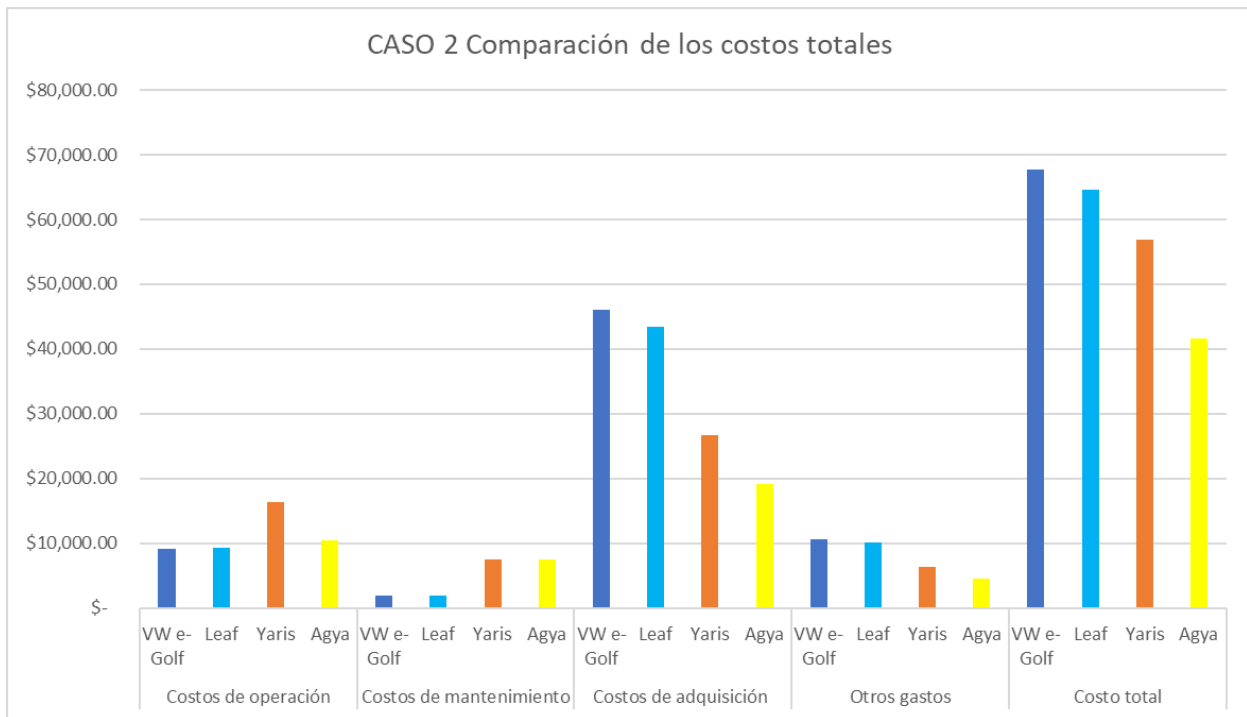


Ilustración 30. Costos totales del caso 2.

Fuente: Elaboración propia.

En comparación al caso 1, se observa como impacta económicamente realizar un cambio de batería al vehículo eléctrico en los costos de mantenimiento.

Con estos datos ya se puede comprobar la hipótesis de la investigación y la hipótesis nula que se estableció en la sección 4.1.3 las cuales son las siguientes:

- H1: El vehículo eléctrico resulta más factible para el usuario económicamente en 10 años en comparación al vehículo de combustión interna.
- H0: El vehículo de combustión interna resulta más factible para el usuario económicamente en 10 años en comparación al vehículo eléctrico.

En el caso 2 se afirma la hipótesis nula, ya que ningún vehículo eléctrico evaluado logra ser más económico que un vehículo de gasolina en un periodo de 10 años.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó una evaluación técnica donde se verificó la cantidad de autonomía y el consumo energético del vehículo eléctrico, el cual dio como resultado que la batería tiene una capacidad de almacenaje suficiente para durar hasta 4 días sin necesidad de recargar.
2. En el análisis económico se detallaron todos los costos que conllevan el vehículo eléctrico y el vehículo de combustión interna con los cuales se realizó el análisis.
3. El costo inicial de un vehículo eléctrico es mayor que el de un vehículo convencional por lo que tiene un gran impacto en el costo total del vehículo debido al alto costo de la unidad y otros costos de ingreso.
4. El costo de reemplazo de la batería del vehículo eléctrico es un factor importante para considerar en el análisis por el costo alto que conlleva.
5. En el análisis financiero en el caso en el que se considera un reemplazo de batería al vehículo eléctrico, para un periodo de 10 años no resulta viable en comparación a ningún vehículo de combustión interna analizado por el alto costo que supone.
6. En el análisis financiero en el caso en el que no se considera un reemplazo de batería para el vehículo eléctrico, no son factibles en comparación a los vehículos de gasolina en un periodo de 10 años, sin embargo es un factor que se debe considerar si se busca bajar los costos ya que no es necesario realizar el reemplazo dentro de un periodo de 10 años ya que la vida útil de la batería puede durar más.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se deben proponer al estado que aprueben leyes de incentivos a los vehículos eléctricos para disminuir los costos iniciales, además de proyectos de infraestructura eléctrica para garantizar el suministro de energía eléctrica y construcción de electrolíneas.
2. Actualmente la población tiene incertidumbre sobre la capacidad que tienen los vehículos eléctricos y sus beneficios por lo que se debería promover y enseñar el alcance de sus capacidades de desempeño técnico como su autonomía o el consumo energético.
3. Se debe revisar el manual del vehículo para verificar la garantía y duración que tiene la batería ya que de la necesidad que exista de realizar un reemplazo de la batería puede generar un impacto económico de importancia.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Aficionados a la mecanica. (s.f.). *Coche Eléctrico*. Obtenido de

<http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico.htm>

AIE. (2019). *Global EV Outlook 2019*. 114.

Álvarez, C. (2012). *Normatividad sobre Vehículos Eléctricos*. Medellín.

Auto Data. (s.f.). Obtenido de <https://www.auto-data.net/en/nissan-leaf-i-ze0-30-kwh-109hp-23574>

AVERE. (2012). *Norwegian Parliament extends electric car initiatives until 2018*.

Baena, Á. (10 de Noviembre de 2013). *Motor3punto0*. Obtenido de

<http://www.motor3punto0.com/guia-de-coches-electricos-iv-los-modos-de-recarga/>

Banco Central de Honduras. (s.f.). Obtenido de https://www.bch.hn/tipo_de_cambiom.php

Bordona, Ó. (2019). *Todas las ayudas para comprar un coche eléctrico*.

Camós, J. (12 de Marzo de 2019). *Motorpasion*. Obtenido de

<https://www.motorpasion.com/industria/100-anos-de-ford-en-cadena-o-cuando-ford-reinvento-la-industria>

Castellanos, D. (2015). *Viabilidad económica de implementación de carros eléctricos como generadores distribuidos en Bogotá*. Bogotá.

Chancusig, F. D. (2014). *Análisis técnico-económico para la inserción de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico ecuatoriano*. Quito.

CONAMA10. (s.f.). *Desarrollo de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos*.

Curry, C. (2017). *Lithium-ion Battery Costs and Market*. Bloomberg. Obtenido de <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF-Lithium-ion-battery-costs-and-market.pdf>

Dominguez, J. (2015). MANUAL DE METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA (MIMI). Lima: Grafica Real.

Drive. (2019). Obtenido de <https://www.drive.com.au/new-car-review/2019-nissan-leaf-review-122067>

El periodico de la energia. (s.f.).

ElectroMOV. (Abril de 2019). *Campaña de la AIE busca la comercializacion de hasta 220 millones de VE para 2030*. Obtenido de <http://www.electromov.cl/2019/04/01/campana-de-la-aie-busca-la-comercializacion-de-hasta-220-millones-de-ve-para-2030/>

Facundo, G. (31 de 12 de 2018). *La Gaceta Cientifica*. Obtenido de <https://gacetacientifica.wordpress.com/2018/12/31/el-motor-de-ciclo-otto/>

Ference, A. (2 de 11 de 2017). *realtor*. Obtenido de <https://www.realtor.com/advice/home-improvement/installing-electric-vehicle-charger/>

Fernández, L. (2019). Contaminación vehicular: qué es, tipos, causas y consecuencias. *Ecología verde*.

Fuel Economy. (s.f.). Obtenido de U.S. DEPARTMENT OF ENERGY: <https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=sbs&id=40812&id=40769>

García, G. (28 de 3 de 2018). Nuevo programa de reemplazo de batería para el Nissan Leaf. *MovilidadElectrica*. Obtenido de <https://movilidadelectronica.com/nuevo-programa-reemplazo-bateria-nissan-leaf/>

GIZ. (2016). *Proyecto de Transporte Urbano Sostenible*.

Graff, D. (s.f.). *LEIFRA*. Obtenido de <https://leifrautn.blogspot.com/2014/10/inversor-trifasico-dcac.html>

Guillamón, D., & Hoyos, D. (2005). *MOVILIDAD SOSTENIBLE De la teoría a la práctica*.

Hernandez Sampieri, F. C. (2010). *Metodología de la investigación*. En H. Sampieri. Mexico D.F.: McGrawHill.

Hoffman, S. (8 de Mayo de 2014). *upsbatterycenter*. Obtenido de <https://www.upsbatterycenter.com/blog/camille-alphonse-faure-1840-1898/>

Hurtado, P. (2000). *Análisis financiero*.

HYE. (2019). *Las ventas de vehículos eléctricos terminan 2019 con más de 21,000 matriculaciones*.

Khalili, S. (2019). *Global Transportation Demand Development with Impacts on the Energy Demand and Greenhouse Gas Emissions in a Climate-Constrained World*.

La Prensa. (Diciembre de 2019). *En 2020 comenzará la descarbonización en Honduras*.

La Tribuna. (Enero de 2020). *Crece la aceptación de carros eléctricos*.

López, G., & Galarza, S. (2015). *Movilidad Eléctrica Oportunidades para Latinoamérica*.

MARCUCCI, T. (Septiembre de 2013). *EDN*. Obtenido de <https://www.edn.com/how-the-j1772-charging-standard-for-plug-in-vehicles-works/>

Mario Ramirez, P. A. (2018). *Análisis de viabilidad de auto eléctrico versus auto de gasolina en San Pedro Sula*. San Pedro Sula.

Martinez, G. G. (28 de marzo de 2018). *movilidadelectrica*. Obtenido de <https://movilidadelectrica.com/nuevo-programa-reemplazo-bateria-nissan-leaf/>

Mecanismos y Maquinas. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/lasmaquinas3oeso/home/las-maquinas-termicas/combustion-interna-motor-de-4-y-2-tiempos>

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO. (2014). *Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos*.

Moreno, F. M. (2016). Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual y Retos Futuros. *2nd PAN-AMERICAN INTERDISCIPLINARY CONFERENCE*, 133.

Murias, D. (2019). *Motorpasion*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos>

Mynissanleaf. (2015). Obtenido de <https://mynissanleaf.com/viewtopic.php?t=13937>

Naciones Unidas. (2015). Paris Declaration on Electro-Mobility and Climate Change & Call to Action. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, (pág. 1). Paris. Obtenido de <https://unfccc.int/media/521376/paris-electro-mobility-declaration.pdf>

Nissan Mexico. (s.f.). Obtenido de <https://www.nissan.com.mx/todo-para-tu-nissan/servicios-de-mantenimiento.html>

Nissan USA. (2015). *LEAF SERVICE AND MAINTENANCE GUIDE*. Obtenido de <https://owners.nissanusa.com/content/techpub/ManualsAndGuides/LEAF/2015/2015-LEAF-service-maintenance-guide.pdf>

Norsk elbilforening. (2019). *Norwegian EV policy*.

Orellana, J. (Enero de 2020). El crecimiento de las ciudades plantea un reto para el sector eléctrico en America Latina. *EL ECONOMISTA*.

Pérez, C. (2016). Échale un vistazo: pros y contras de los autos eléctricos. *EL UNIVERSAL*.

Proctor, C. L. (2019). *Internal-combustion engine*. Encyclopedia Britannica. Obtenido de <https://www.britannica.com/technology/internal-combustion-engine>

Rios, V. E. (2017). Estado del arte de los vehículos eléctricos y su posible implementación en Colombia.

Roldan, P. N. (2010). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/valor-presente.html>

SouthShoreNissan. (s.f.). Obtenido de <https://www.southshorenissan.com/nissan-maintenance-schedule/>

Torres, J. (2015). *Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca*. Cuenca.

Union of Concerned Scientists. (2019). Electric Vehicle Batteries: Materials, Cost, Lifespan. Obtenido de <https://www.ucsusa.org/resources/ev-batteries>

Universidad del país Vasco. (2008). Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cursoJava/numerico/regresion/regresion.htm>

Utgard, B. (2017). *Electrifying emerging markets: the case of Costa Rica*. Stuttgart.

Vélez, J. G. (2017). *Análisis y Estimación de la Demanda Eléctrica con la Implementación de Vehículos Eléctricos conectados a una Red de Distribución en Cuenca y El Ecuador*". Cuenca.

Viera, D., & Arévalo, D. (2017). *Estudio y Normativas para la implementación de Automóviles Eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.

whatcar. (2018). Obtenido de <https://www.whatcar.com/nissan/leaf/hatchback/used-review/n823/ownership-costs>

Wilson, J. (5 de 12 de 2019). *buyacar*. Obtenido de <https://www.buyacar.co.uk/cars/1555/electric-car-servicing-explained>

Wilson, J. (5 de 12 de 2019). Electric car servicing explained. *BuyaCar*. Obtenido de <https://www.buyacar.co.uk/cars/1555/electric-car-servicing-explained>

Wilson, J. (s.f.). Electric car battery life. *BuyaCar*. Obtenido de <https://www.buyacar.co.uk/cars/economical-cars/electric-cars/1615/electric-car-battery-life>