

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**



**Tema:**

**Proceso de Implementación de la Electromovilidad para una**

**Flota Pequeña de Vehículos M1 en Guayaquil**

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz**

**Wilson Andrés Bazante Bazante**

**Director:**

**Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.**

**Guayaquil-Ecuador**

**Diciembre, 2020**

**Universidad Internacional del Ecuador Escuela de Ingeniería Automotriz****Certificado****Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.**

## CERTIFICA

Que el trabajo titulado “Proceso de Implementación de la Electromovilidad para una Flota Pequeña de Vehículos M1 en Guayaquil”, realizado por el estudiante: Wilson Andrés Bazante Bazante, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por La Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes. Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor Wilson Andrés Bazante Bazante, que lo entregue a biblioteca de la ESCUELA, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, diciembre 2020



---

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

Director de Proyecto

**Universidad Internacional del Ecuador****Escuela de Ingeniería Automotriz****Certificado y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo, Wilson Andrés Bazante Bazante, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Wilson Andrés Bazante Bazante

C.I: 0921820858

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por haberme brindado los medios, los recursos, la

fortaleza física y mental para poder lograr mi formación durante mi vida estudiantil.

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por

creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo

a mi lado.

**Wilson Andrés**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por todas las experiencias vividas en la universidad, ya que estas me enseñan humildad y lo hermoso de la vida, además de permitirme finalizar mi vocación, y ser fiel testigo de que el esfuerzo, la dedicación rinde frutos.

Así también agradezco el apoyo y colaboración a quien ha sido mi tutor durante todo el desarrollo del proyecto, Fernando Gómez Berrezueta.

Agradecer, sin duda, a mis padres y familiares por todo su apoyo y confianza incondicional que ha permitido que pueda terminar esta carrera.

A todos ellos, muchas gracias.

## Resumen

El estudio presenta una revisión detallada del proceso de implementación y los resultados que se espera obtener al implementar esta la electromovilidad en la ciudad de Guayaquil, esta implementación está relacionada a los vehículos de la clase M1 que son utilizados en las flotas pequeñas de transporte, es decir flotas que constan con un número de entre 5 a 6 vehículos.

En el planteamiento del problema se basa en algunos estudios preliminares relacionados con los factores técnicos considerados para realizar la implementación de la electromovilidad.

A continuación, se revisan los conceptos relacionados con la movilidad y sus estrategias, las tecnologías de los vehículos eléctricos, el transporte limpio, que tiene como objetivo disminuir las emisiones de contaminantes en la ciudad de Guayaquil.

En lo relacionado a la metodología se enfoca en los costos desde la adquisición de un vehículo para una flota pequeña, costos de mantenimiento y posibles cambios que tiene que hacerse en la unidad. Luego se propone el proceso de la implementación de la electromovilidad en este tipo de vehículos en la ciudad de Guayaquil. Luego se presenta el proceso detallado de la electromovilidad en la ciudad de Guayaquil, tomando los diferentes factores que previamente se analizaron y la política actual referente a la regulación e incentivos para la implementación de vehículos eléctricos en diferentes flotas de vehículos.

Se analiza la matriz de riesgos que pueden causar un desbalance en la implementación de la electromovilidad, proponiendo las posibles soluciones que permitan mitigar dichos riesgos y la viabilidad financiera y socioeconómica del proyecto.

Y finalmente se presentan las conclusiones obtenidas y se presentan las recomendaciones y los posibles trabajos futuros a realizar como resultado de la presente investigación.

**Palabras clave:** electromovilidad, flota de vehículos, factores técnicos, regulación, vehículos eléctricos.

## Abstract

The project presents a detailed review of the implementation process and the results that are expected to be obtained by implementing this electromobility in the city of Guayaquil, this implementation is related to M1 class vehicles that are used in small transport fleets, it is say fleets that have a number of between 5 to 6 vehicles.

The problem statement is based on some preliminary studies related to the technical factors considered to carry out the implementation of electromobility.

Next, the concepts related to mobility and their strategies are reviewed, as well as the technologies of electric vehicles, and clean transport, which aims to reduce pollutant emissions in the city of Guayaquil.

Regarding the methodology, it focuses on costs from the acquisition of a vehicle for a small fleet, maintenance costs and possible changes that have to be made in the unit. Then the process of implementing electromobility in this type of vehicle in the city of Guayaquil is proposed.

At the end, the detailed process of electromobility in the city of Guayaquil is presented, taking into account the different factors previously analyzed and the current policy regarding regulation and incentives for the implementation of electric vehicles in different vehicle fleets.

The matrix of risks that can cause an imbalance in the implementation of electromobility is analyzed, proposing possible solutions to mitigate these risks and the financial and socioeconomic viability of the project.

And finally, the conclusions obtained are presented and the recommendations and possible future work to be carried out because of this investigation are presented.

**Keywords:** electromobility, vehicle fleet, technical factors, regulation, electric vehicles.

## Índice General

Certificado .....	ii
Certificado y Acuerdo de Confidencialidad .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice General .....	viii
Índice de Tablas .....	xii
Índice de Figuras.....	xiii
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
<b>1.1 Tema de Investigación .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....</b>	<b>1</b>
<i>1.2.1 Planteamiento del Problema .....</i>	<i>1</i>
<i>1.2.2 Formulación del Problema .....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.3 Sistematización del Problema .....</i>	<i>3</i>
<b>1.3 Objetivos de la Investigación .....</b>	<b>4</b>
<i>1.3.1 Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos .....</i>	<i>4</i>
<b>1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....</b>	<b>5</b>
<i>1.4.1 Justificación Teórica.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2 Justificación Metodológica .....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.3 Justificación Práctica.....</i>	<i>5</i>



1.4.4	<i>Delimitación Temporal</i> .....	6
1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i> .....	6
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i> .....	6
1.5	<b>Hipótesis</b> .....	7
1.6	<b>Variables de Hipótesis</b> .....	7
1.6.1	<i>Variables Independientes</i> .....	7
1.6.2	<i>Variables Dependientes</i> .....	7
	<b>Capítulo II</b> .....	9
	<b>Marco Referencial</b> .....	9
2.1	<b>Marco Teórico</b> .....	9
2.1.1	<i>Conceptos Preliminares</i> .....	9
2.1.3	<i>Electromovilidad</i> .....	12
2.1.4	<i>Tendencias en la Electromovilidad</i> .....	13
2.1.5	<i>Electromovilidad en Flotas de Vehículos</i> .....	15
2.1.6	<i>Ruta Energética</i> .....	16
2.1.7	<i>Experiencia Internacional en el Fomento a la Electromovilidad</i> .....	18
2.1.8	<i>Electromovilidad en el Ecuador</i> .....	18
2.2	<b>Marco Conceptual</b> .....	20
2.2.1	<i>Movilidad</i> .....	20
2.2.2	<i>Unidades de referencia</i> .....	21
2.2.3	<i>Tráfico</i> .....	22
2.2.4	<i>Vehículo eléctrico</i> .....	22
2.2.5	<i>Movilidad Sostenible</i> .....	23
2.2.6	<i>Movilidad Eléctrica</i> .....	24
2.2.7	<i>Sistemas Integrados de Electromovilidad para Ciudades Sostenibles</i> .....	25

2.2.8	<i>Los Problemas y Desafíos de las Megaurbes</i> .....	25
2.2.9	<i>Tecnologías Disponibles</i> .....	26
2.2.10	<i>Flotas de Vehículos</i> .....	27
<b>Capítulo III</b> .....		<b>28</b>
<b>Electromovilidad para una Flota de Vehículos en Guayaquil</b> .....		<b>28</b>
3.1	<b>Factores a Considerar para la Electromovilidad</b> .....	<b>28</b>
3.1.1	<i>Conceptos Preliminares</i> .....	28
3.2	<b>Diseño Metodológico</b> .....	<b>28</b>
3.3	<b>Análisis de la Flota de Vehículos</b> .....	<b>29</b>
3.4	<b>Proyección de Penetración en el Mercado</b> .....	<b>30</b>
3.5	<b>Incentivos para Vehículos Eléctricos</b> .....	<b>31</b>
3.6	<b>Barreras para la Implementación de la Electromovilidad</b> .....	<b>35</b>
3.7	<b>Características de los Vehículos Eléctricos</b> .....	<b>36</b>
3.8	<b>Parámetros de los Vehículos Eléctricos</b> .....	<b>39</b>
3.8.1	<i>Capacidad Nominal de la Batería</i> .....	39
3.8.2	<i>Capacidad Nominal de la Batería</i> .....	39
3.8.3	<i>Alcance</i> .....	39
3.8.4	<i>Alcance Disponible</i> .....	40
3.8.5	<i>Consumo de Energía por Kilómetro</i> .....	40
3.8.6	<i>Millas por Galón</i> .....	40
3.8.7	<i>Potencia del Motor</i> .....	40
3.9	<b>El Rol de los Sistemas de Gestión de Flotas</b> .....	<b>44</b>
3.10	<b>La Eficiencia Energética del Vehículo Eléctrico</b> .....	<b>44</b>
3.11	<b>Economía del Vehículo Eléctrico desde un Punto de Vista Prospectivo</b> .....	<b>46</b>
3.12	<b>Limitaciones de los Vehículos Eléctricos</b> .....	<b>48</b>

3.13	Fomento de Vehículos Eléctricos en el Ecuador .....	51
3.14	Costos de Mantenimiento .....	53
3.15	Vehículo Eléctrico BYD E5 .....	54
3.16	Especificaciones Técnicas BYD E5 (400) .....	56
Capítulo IV .....		58
Proceso de Implementación de la Electromovilidad .....		58
4.1	Estrategia de Movilidad Eléctrica .....	58
4.1.1	<i>Gobierno</i> .....	58
4.1.2	<i>Normativa</i> .....	59
4.1.3	<i>Sectores Estratégicos</i> .....	59
4.1.4	<i>Educación</i> .....	60
4.2	Análisis sobre el Vehículo Eléctrico .....	61
4.3	Acciones Emprendidas con Relación a la Electromovilidad .....	63
4.4	Principales Barreras para Electromovilidad .....	64
4.4.1	<i>Lugares de Carga del Vehículo</i> .....	66
4.4.2	<i>Modos de Carga del VE</i> .....	67
4.5	Análisis de Riesgos y Mitigantes .....	69
4.6	Matriz de Riesgos .....	70
4.7	Nivel de Riesgos .....	71
4.8	Frecuencia de Peligros .....	73
4.9	Medidas de Mitigación .....	74
4.10	Oportunidades .....	76
Conclusiones .....		78
Recomendaciones .....		79
Bibliografía .....		80

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Ventas de Vehículos en Guayas por Segmento</i> .....	<b>30</b>
<b>Tabla 2</b> <i>Cuadro Comparativo entre Vehículo Eléctrico, Vehículo Híbrido y Vehículo a Combustión Interna</i> .....	<b>51</b>
<b>Tabla 3</b> <i>Fomento de Vehículos Eléctricos en el Ecuador</i> .....	<b>52</b>
<b>Tabla 4</b> <i>Especificaciones del Vehículo Eléctrico</i> .....	<b>56</b>
<b>Tabla 5</b> <i>Especificaciones del Vehículo Eléctrico (Continuación)</i> .....	<b>57</b>
<b>Tabla 6</b> <i>Frecuencia de Peligros</i> .....	<b>73</b>
<b>Tabla 7</b> <i>Consecuencia de la Implementación del Proyecto</i> .....	<b>73</b>
<b>Tabla 8</b> <i>Matriz de Riesgos</i> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 9</b> <i>Listado de Amenazas</i> .....	<b>75</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Emisiones Antropógenas Totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI)</i> .....	10
<b>Figura 2</b> <i>Emisiones de CO<sub>2</sub> por Sector de Emisión (1990-2016)</i> .....	10
<b>Figura 3</b> <i>Electromovilidad</i> .....	13
<b>Figura 4</b> <i>Evolución de Stock Global de Automóviles Eléctricos</i> .....	14
<b>Figura 5</b> <i>Ejes de la Ruta Energética</i> .....	17
<b>Figura 6</b> <i>Ventas Mensuales de Vehículos Eléctricos en Ecuador entre 2016 y 2020</i> .....	20
<b>Figura 7</b> <i>Esquema de un Vehículo Eléctrico con Batería</i> .....	23
<b>Figura 8</b> <i>Pirámide Invertida de la Movilidad Sostenible</i> .....	24
<b>Figura 9</b> <i>Introducción de Vehículos Eléctricos</i> .....	26
<b>Figura 10</b> <i>Comparación de Emisión de CO<sub>2</sub></i> .....	29
<b>Figura 11</b> <i>Venta de Vehículos Eléctricos</i> .....	31
<b>Figura 12</b> <i>Participación de los Sectores en el Consumo Energético del Ecuador</i> .....	31
<b>Figura 13</b> <i>Producción de Energía e Importaciones en GWh</i> .....	32
<b>Figura 14</b> <i>Incentivos Fiscales a Nivel Latinoamericano</i> .....	35
<b>Figura 15</b> <i>Componentes de un Vehículo Eléctrico</i> .....	37
<b>Figura 16</b> <i>Análisis de la eficiencia en el “Tanque-ruedas” (ICE, HEV) y “Planta-ruedas” (parte eléctrica del PHEV y BEV)</i> .....	45
<b>Figura 17</b> <i>Comparativa de Costes Totales por Kilómetro entre un Vehículo Convencional y un BEV en 2035</i> .....	47
<b>Figura 18</b> <i>Emisiones de CO<sub>2</sub> de un Vehículo Convencional vs un Vehículo Eléctrico Puro</i> .....	47
<b>Figura 19</b> <i>Pérdidas de un Vehículo Convencional</i> .....	48
<b>Figura 20</b> <i>Pérdidas de un Vehículo Eléctrico</i> .....	49
<b>Figura 21</b> <i>Comparación entre Vehículo Eléctrico y Vehículo a Gasolina</i> .....	50

<b>Figura 22 Vehículos en la Ciudad de Guayaquil .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 23 Vehículo BYD E5 .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 24 Alcance de la Estrategia.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 25 Visión de la Electromovilidad 2030.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 26 Barreras para Electromovilidad .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 27 Sistemas de Recarga de Vehículos Eléctricos .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 27 Modos de Carga de Vehículos Eléctricos.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 28 Pasos Necesarios para Generar una Efectiva Matriz de Riesgos.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 29 Principio ALARP de Aceptación de Riesgos .....</b>	<b>72</b>

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Proceso de Implementación de la Electromovilidad para una Flota Pequeña de Vehículos M1 en Guayaquil

#### **1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema**

El sector transporte presenta en nuestro país numerosos retos que deben ser abordados con urgencia. Uno de ellos es la informalidad y el nivel de contaminación, producto de la falta de organización en el sistema de transporte. Por aquello es importante considerar otros medios de transporte.

##### ***1.2.1 Planteamiento del Problema***

El crecimiento de la transición a la movilidad eléctrica durante los últimos años a nivel mundial llegó cerca de cuatro millones de vehículos eléctricos vendidos ( BNEF, 2018).

La electrificación de los sistemas de transporte a nivel mundial está revolucionando el mundo en la manera de movilizarse, contribuir a la disminución de la contaminación y mejorar la calidad de vida. La adopción de la movilidad eléctrica es una de las grandes revoluciones que están aconteciendo en algunos países de la Unión Europea, América Latina y el Caribe, por lo que debe fortalecerse aún más los incentivos de este cambio transformador. Aunque hay mucho que hacer, ya que el mercado aún es pequeño. La flota de vehículos eléctricos enchufables en los países de América Latina, a excepción de Colombia y México, no llega a los cuatro dígitos. La mayoría de las flotas de autobuses eléctricos se hallan en fase de demostración, excepto Chile (ONU Medio Ambiente, 2018).

Desde el año 2010 en adelante, el uso de vehículos eléctricos se ha extendido como respuesta al fenómeno del cambio climático e impulsado por los avances en las tecnologías de baterías de iones de litio (lithium ion battery), lo que ha disminuido considerablemente el

costo de fabricación, haciéndolos más competitivos, respecto aquellos de combustión interna (ICCT, 2018).

La plataforma MOVE de ONU Medio Ambiente, titulado “Movilidad Eléctrica: Oportunidades para Latinoamérica” presentó un informe del estado de los sistemas de transporte en la región, las barreras que existen y los incentivos para aplicar la movilidad eléctrica (ONU Medio Ambiente, 2017)

Hay más de 3 millones de vehículos eléctricos en el mundo, la mayor cantidad se encuentra en China y Estados Unidos, luego están países relevantes (Noruega, Francia, Reino Unido, Canadá, Japón, Islandia y Suecia). La electrificación de los vehículos hace que “el transporte sea más eficiente energéticamente, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia del petróleo, y mejora la calidad del aire local” (Clean Energy Ministerial, 2019).

El desarrollo de la electromovilidad es fundamental para reducir las emisiones del transporte, tal y como se expresa en el Acuerdo de París sobre cambio climático. Las ventajas de los autos eléctricos son evidentes en términos de calidad del aire (BID, 2018).

Bogotá, Loja, Santiago y Ciudad de México actualmente tienen flotas de taxis eléctricos. Uruguay Brasil y México ubicaron corredores interprovinciales de recarga rápida de vehículos eléctricos. En 2017, Costa Rica aprobó la primera ley integral de incentivo al transporte eléctrico.

En Ecuador, la ciudad de Loja tiene una flota de 50 taxis eléctricos, llamada EcoTaxi, que recibió el apoyo de la Municipalidad de la Ciudad, la Corporación Financiera Nacional (CFN) y BYD (BYD, 2017). En Quito, en 2018 tres autobuses eléctricos BYD (uno es bus eléctrico articulado de 18 metros) comenzaron con operaciones piloto. Un operador de autobuses en Guayaquil adquirió 20 unidades en febrero de 2019 y actualmente están circulando en la ciudad (El Comercio, 2020).



Guayaquil debe tener su plan de movilidad sostenible y establecer la relación con el cuidado del medio ambiente, así mismo, es importante apostarles a los vehículos eléctricos, muchas personas en la ciudad han pensado en cambiar su vehículo de combustión por uno eléctrico, pero uno de los problemas es la falta de un plan de electromovilidad adecuado para la ciudad.

Actualmente el factor económico ocupa un análisis especial, ya que bajar los costos de las baterías y mejorar su rendimiento, influenciará en las acciones de los países para recibir la electromovilidad, de tal manera de cumplir con los objetivos de transporte sostenible.

Es evidente que en el mundo todavía existen retos para la electromovilidad en términos de rango de alcance de los vehículos y altos costos de inversión que no permiten su masificación. Algunos se irán superando con el desarrollo de tecnologías más avanzadas, y otros pueden solucionarse mediante la aplicación de incentivos económicos y no económicos.

No se tiene actualmente un plan de electromovilidad para las flotas de vehículos en la ciudad de Guayaquil, para lo cual es importante el establecimiento de los requisitos técnicos, constructivos y de seguridad de los vehículos, la implementación de los sistemas de carga (electrolineras), así como lo referente a los temas del mantenimiento técnico, costos y capacitaciones que deben estudiarse alrededor de la electromovilidad.

### ***1.2.2 Formulación del Problema***

¿El proyecto para la implementación de la electromovilidad en una flota pequeña de vehículos M1 para la ciudad de Guayaquil permitirá renovar las flotas privadas pequeñas de vehículos y los esquemas de transporte privado en Guayaquil, lo que logrará disminuir los niveles de contaminantes?

### ***1.2.3 Sistematización del Problema***

- ¿Cuál es la influencia del desarrollo de este trabajo en las formas de transporte y priorización del mismo?

- ¿Cuáles son las normativas y consideraciones técnicas para tener presente para la implementación de la electromovilidad en Guayaquil?
- ¿Los elevados costos de inversión inicial para la adquisición de material móvil constituyen una de las principales barreras para la sustitución de las tradicionales flotas de vehículos con motores a combustión por tecnologías más limpias, en particular la eléctrica?
- ¿Cómo se desarrollará el plan de análisis y propuesta a realizar sobre la electromovilidad?
- ¿Qué tan beneficiosa resultaría la implementación del plan de electromovilidad, desde el punto de vista económico y ambiental?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Determinar la viabilidad para la implementación de la electromovilidad en una flota pequeña de vehículos tipo M1, en función de un análisis del uso de los autos eléctricos en el transporte de personas en la ciudad de Guayaquil.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Analizar el marco legal relacionado con los incentivos o la regulación favorables para propiciar un proceso de sustitución de las flotas de vehículos a nivel nacional o local.
- Describir el estado actual de la flota de vehículos mediante un análisis comparativo mediante la revisión de las fichas técnicas entre los vehículos de combustión interna y los vehículos eléctricos para determinar diferencias entre ellos.
- Presentar una revisión detallada del proceso de implementación de la electromovilidad y los resultados obtenidos en la ciudad de Guayaquil.

- Determinar la matriz de riesgos que puede desestabilizar la implementación de la electromovilidad, exponiendo las soluciones que se deben adoptar para mitigar dichos riesgos y conseguir la viabilidad financiera y socioeconómica del proyecto.

#### **1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación**

Definidos los objetivos de la investigación se responde la pregunta de por qué investiga a este interrogante. Se puede dar respuesta desde la perspectiva teórica, metodológica y práctica.

##### ***1.4.1 Justificación Teórica***

La fundamentación teórica del trabajo se basa en investigación de temas relacionados con la electromovilidad, apoyándose de teorías existentes que puedan aplicarse en el desarrollo del proyecto.

##### ***1.4.2 Justificación Metodológica***

La elaboración y aplicación de un plan de electromovilidad, teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos, mediante un proceso lógico y ordenado. Mi estudio acerca de la implementación de la electromovilidad en flotas de vehículos, pueden permitir distinguir con claridad las potencialidades que cada uno de tipos de transportación usada presentan para la disminución de las emisiones contaminantes, disminución del ruido entre otras ventajas que brindan respecto a los vehículos que usan motores térmicos como fuente de energía. Esto permitiría no solo plantear alternativas de solución de movilidad a mediano y largo plazo, sino planificar con mejores resultados las estrategias para la sostenibilidad de las ciudades, en este caso de la ciudad de Guayaquil.

##### ***1.4.3 Justificación Práctica***

A nivel internacional, existen diversas acciones que son recomendadas para el fomento de la electromovilidad, por ejemplo, la fijación de estándares de eficiencia energética al parque vehicular, subsidios para la compra de automóviles eléctricos, especialmente en el transporte

público, o mediante el fomento de la infraestructura de recarga para estos vehículos. Otra alternativa ha sido la prohibición gradual, o una fecha en específico, de la venta de vehículos con combustión interna (EIA, 2018).

El resultado de la investigación me permite ayudar a solucionar problemas en el medio, en este caso en la transportación de flotas de vehículos en la ciudad de Guayaquil.

#### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

El trabajo se desarrollará en desde el mes de abril de 2020, hasta octubre de 2020, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

#### ***1.4.5 Delimitación Geográfica***

El trabajo se desarrollará en Flota pequeña de Vehículos M1, que se destina al transporte de personas en una empresa de la ciudad de Guayaquil. El área de actuación de este proyecto se enmarca en el sector Norte de la ciudad, concretamente en la empresa.

#### ***1.4.6 Delimitación del Contenido***

Se abordará la temática de la electromovilidad desde el punto de vista técnico y normativo, a tener en cuenta el momento de proponer la electromovilidad en flotas de vehículos pequeñas.

El primer bloque estará orientado al planteamiento de los antecedentes de la investigación y lo relacionado con el planteamiento del problema.

A continuación, en el segundo bloque se establece un marco referencial de la temática de electromovilidad y sus factores relacionados en aplicación en flotas vehiculares, luego se aborda el marco conceptual, donde consta de conceptos necesarios para la discusión tales como movilidad, transición tecnológica, flotas de vehículos, tecnologías disponibles y smart e-mobility. Luego se aborda la tecnología automotriz: se explica cómo operan los vehículos de motor de combustión interna y se desarrollan los distintos tipos de vehículos eléctricos que existen en el mercado, conceptos relacionados a la contaminación atmosférica, de especial

interés ya que la electromovilidad tiene como uno de sus principales beneficios la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

El tercer bloque tiene por objetivo resumir, de acuerdo con el estado actual de la tecnología, los beneficios y retos asociados a la implementación de la electromovilidad. Por el lado de los beneficios se abordan los impactos positivos en el consumidor, el ambiente e inclusive la red eléctrica.

El cuarto bloque está orientado a describir, desde la teoría y la práctica, las políticas para la promoción de la electromovilidad. También se aborda las políticas de promoción de la electromovilidad, realizando una diferenciación entre los instrumentos económicos y no económicos. Al final se presenta el proceso de implementación de implementación de la electromovilidad en una flota pequeña de vehículos tipo M1 en la ciudad de Guayaquil.

Luego se obtienen las respectivas conclusiones del proyecto y recomendaciones a tener en cuenta y posibles trabajos futuros en base a esta investigación.

## **1.5 Hipótesis**

La implementación de la electromovilidad en Guayaquil es un proceso que permitirá obtener resultados positivos en cuanto a factores económicos y ambientales relacionados con la operación de flotas de vehículos.

Este proyecto de sustitución de flota consiste en la introducción de vehículos eléctricos de en Guayaquil, en un horizonte temporal de implantación de los nuevos vehículos, y analizar la operación durante cierta vida útil.

## **1.6 Variables de Hipótesis**

### ***1.6.1 Variables Independientes***

- Implementación de la electromovilidad

### ***1.6.2 Variables Dependientes***

- Flota de vehículos

- Políticas y normativa medioambiental
- Los modelos de operación basados en el combustible fósil
- Operación de la flota

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### 2.1 Marco Teórico

##### 2.1.1 *Conceptos Preliminares*

La industria automotriz durante muchos años fue dominada por un estándar tecnológico: los vehículos de motor de combustión interna, los cuales apoyaron a la actividad humana generalizando el transporte, pero aumentando las emisiones contaminantes en el ambiente.

El problema que tiene el planeta actualmente es el cambio climático, que trae consigo problemas en la salud, como afecciones respiratorias, entre otras. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), una de cada nueve muertes en el mundo se debe a esta causa; además, dentro del continente americano, 93 000 muertes en países de ingresos bajos y medios y 44 000 en países de ingresos altos, se atribuyen a la contaminación atmosférica.

La electromovilidad es un concepto relativamente reciente que desafía la forma en la que entendemos hoy el transporte. Se pretende sentar las bases conceptuales con respecto a lo que comprendemos por movilidad, transición tecnológica y el futuro de la movilidad en las ciudades.

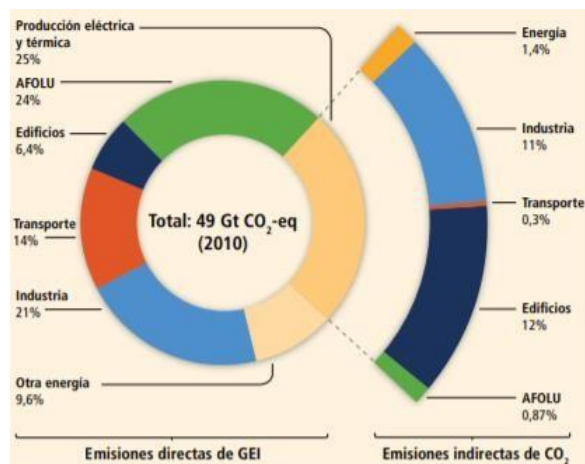
El transporte contribuye con casi una cuarta parte (23%) de las emisiones globales de gases efecto invernadero (GEI) relacionados con la energía y presenta un crecimiento más rápido que cualquier otro sector de uso final de energía (EIA, 2017).

A nivel mundial, alrededor de la mitad de las emisiones globales fueron el resultado de la producción de electricidad y calor en 2014 (Figura 1). Las industrias de transporte y fabricación contribuyeron aproximadamente con un 20 por ciento; servicios residenciales,

comerciales y públicos alrededor del 9 por ciento y otros sectores que contribuyen del 1 al 2 por ciento (OURWORLDINDATA, 2020).

### Figura 1

#### Emisiones Antropógenas Totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

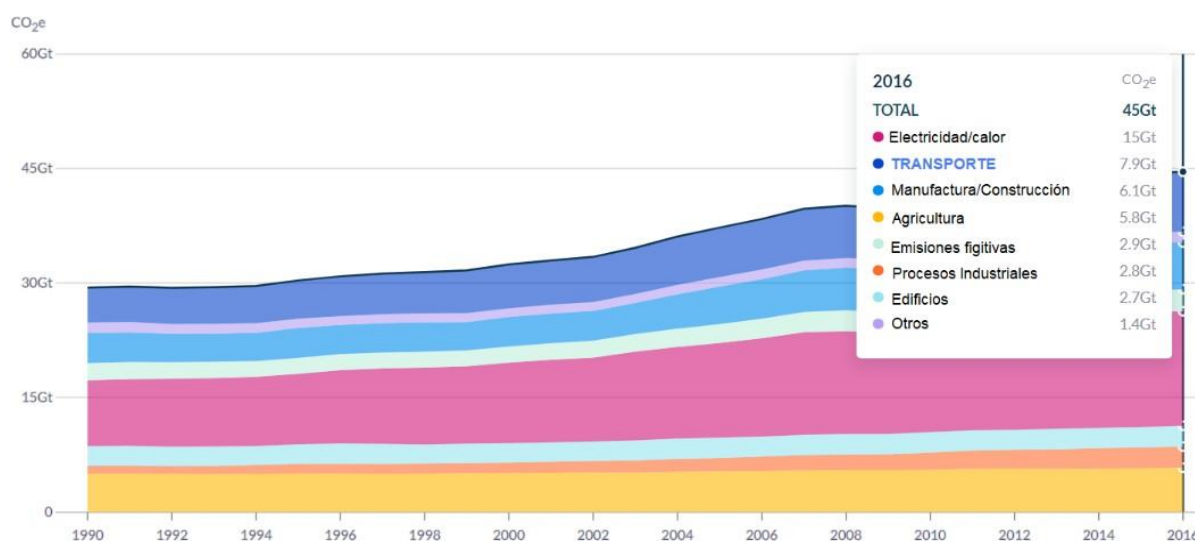


Fuente: Waheed, 2017. gigatonne of CO<sub>2</sub>e equivalent per year, GtCO<sub>2</sub>-eq/year) from economic sectors in 2010. IPCC, 2014.

Las emisiones globales de gases de efecto invernadero se desglosan por fuentes sectoriales por ejemplo el dióxido de carbono (Figura 2).

### Figura 2

#### Emisiones de CO<sub>2</sub> por Sector de Emisión (1990-2016)



Fuente: Adaptado de International Energy Agency (IEA) vía The World Bank. IEA Statistics © OECD/IEA 2014 (<http://www.iea.org/stats/index.asp>), subject to <https://www.iea.org/t&c/termsandconditions/>



La electrificación de los vehículos hace que “el transporte sea más eficiente energéticamente, disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia del petróleo, y mejora la calidad del aire local” (Clean Energy Ministerial, 2019).

En la Declaración del denominado Acuerdo de París, se indicó que, de no actuar, las emisiones de GEI del transporte aumentarían en un 20% para el año 2030 y cerca del 50% para el año 2050 (EIA, 2015).

La mayor parte de la literatura existente sobre gestión de flotas, incluida la decisión de adopción de EV, se centra en los factores de costos internos de un administrador de flota dado, basado en la presunción implícita de que los precios y las opciones tecnológicas serán mediadas por el mercado. En el caso de vehículos eléctricos y otras tecnologías en desarrollo se empiezan a considerar como parte del transporte sostenible, el principal desafío en la evaluación de las opciones de reemplazo de la flota va más allá de estos controladores internos. En muchos casos la cooperación entre las partes interesadas externas es necesaria para iniciar las inversiones en las tecnologías, por lo que también hay que entender los obstáculos y las oportunidades de estos socios potenciales (Chocteau, 2011).

### **2.1.2 Movilidad**

Hay que recordar que las ciudades se definen mediante dos criterios: el administrativo, cuyos límites han sido demarcados por dispositivos legales dictaminados por el gobierno pertinente; y el demográfico, por el que una ciudad se configura cuando reúne un número mínimo de habitantes (Herce, 2019)

Según Jans (2019) se plantean cuáles son las posibilidades y actuales tendencias para hacer ciudad, reconociendo ventajas y desventajas de modelos de crecimiento urbano actuales. Aparece el crecimiento urbano Inteligente, "smart growth", como alternativa que promueve un cambio en los patrones tradicionales de desarrollo a través del reconocimiento de los desafíos de la ciudad contemporánea dentro de una visión metropolitana.

En las ciudades existe la necesidad de movilizarse para realizar sus actividades cotidianas o esporádicas (ir a trabajar, a estudiar, a centros comerciales, entre otros). De acuerdo con Salomon y Mokhtarian (1998), la movilidad se considera como la demanda de actividades o desplazamientos, siendo los costos una parte integral de ella.

En la región de América Latina y el Caribe, Colombia ha estado a la vanguardia de los esfuerzos para implementar el transporte sostenible. En 2018, rompió el récord con más de mil vehículos eléctricos circulando, alcanzando la cifra más alta en la región.

En Colombia, basándose en los datos del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), en el periodo comprendido entre 2011 y octubre de 2018, se han registrado un total de 781 vehículos eléctricos, 221 híbridos enchufables y 349 híbridos<sup>48</sup> (ElEspectador.com, 2019).

### **2.1.3 Electromovilidad**

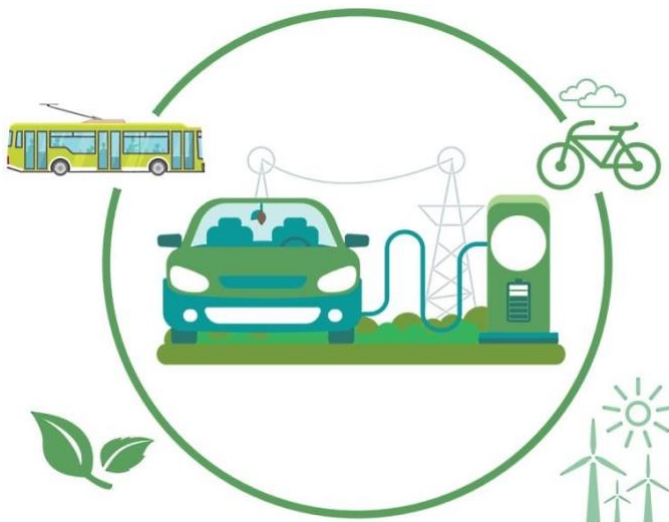
La electromovilidad se refiere al uso de vehículos eléctricos, entendiéndose como aquellos que hacen uso de combustibles y/o energía alternativa impulsado por uno o más motores eléctricos. La electromovilidad es un concepto más amplio que incluyen una serie de tipologías: aquellos con batería eléctrica (battery-electric vehicle) o 100% eléctricos, los PHEV o híbridos enchufables (plug-in hybrid) y con celdas de combustible (fuel cell vehicles) que incluyen vehículos de dos y tres ruedas, automóviles, camionetas comerciales ligeras, autobuses, camiones y otros (Figura 3).

Aproximadamente desde el año 2010 en adelante, el uso de vehículos eléctricos se ha extendido debido a los avances en las tecnologías de baterías de iones de litio (lithium-ion battery), lo que ha disminuido considerablemente el costo de fabricación, haciéndolos más competitivos respecto aquellos de combustión interna (ICCT, 2018). Por eso, se espera que estos representen el 35% de las ventas de vehículos globales en el año 2030 (EIA, 2015). Su masificación contribuye a la descarbonización de la matriz energética, a mejorar la eficiencia energética, y reducir las emisiones locales y globales al eliminar el uso de combustibles fósiles.

En electromovilidad hay dos tipos de tecnología: el auto con batería de ion-litio, y el auto de fuel cell, donde el primero requiere una recarga eléctrica que toma varias horas y el segundo genera la electricidad con el combustible que es hidrógeno, y eso permite mover el motor eléctrico.

### **Figura 3**

#### *Electromovilidad*



Tomado de Copper Alliance, 2020.

#### **2.1.4 Tendencias en la Electromovilidad**

La electromovilidad en el mundo se presenta como una alternativa en el panorama global del transporte sustentable.

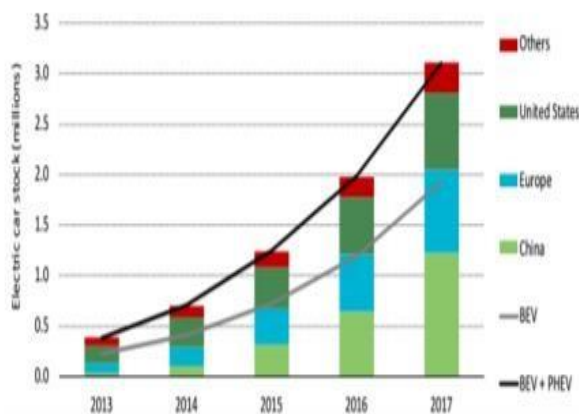
En Polonia en 2018 en la COP24 se desarrolló uno de los más relevantes medios de transporte eléctricos a nivel global. En esta conferencia se realizó una Declaración de Electromovilidad a la que se unieron más de 40 países en 5 continentes que representa casi la mitad de la población mundial. Entre 1990 y 2016 las emisiones por transportes se redujeron en 41% para los grupos  $\text{NO}_x$ , 63% para los grupos  $\text{SO}_x$  y 86% para el CO (European Environment Agency , 2018).

Las ventas de nuevos vehículos eléctricos a nivel mundial (Figura 4) rebasaron el millón de unidades el año 2017, que equivale a un aumento del 54% respecto al 2016, año en el cual se vendieron 750 mil unidades (BID, 2018).

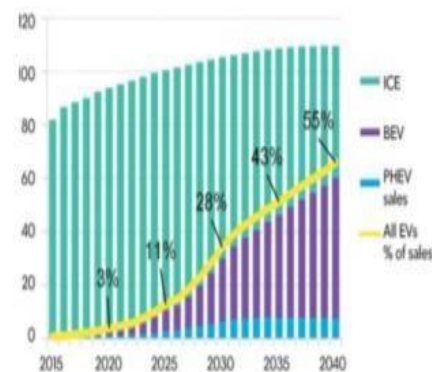
#### Figura 4

*Evolución de Stock Global de Automóviles Eléctricos*

(a) Ventas de vehículos eléctricos según tipo y país (2013 - 2017).



(b) Ventas anuales globales de vehículos livianos (2015 - 2040). En millones de vehículos.



Fuente: Agencia Internacional de Energía (2018) y Bloomberg New Energy Finance (2018)

Para el año 2017, el stock de vehículos eléctricos a nivel global era equivalente a 3 millones, representando un aumento relevante respecto a lo registrado en los años precedentes. Como se observa en el Figura 4(a), elaborado por la IEA, tanto EE. UU, Europa y China se han consolidado como los líderes en la materia, mientras que en la Figura 4(b), se muestran las ventas de vehículos eléctricos como proporción del total, destacando que para el 2040 deberían alcanzar el 55%.

Si bien las limitaciones actuales de rendimiento de EV los hacen inviables para algunas aplicaciones como operaciones de larga distancia, son adecuadas para flotas especializadas en "última milla" servicios de entrega como operadores postales y proveedores de servicios comerciales de corto alcance (por ejemplo, DHL, FedEx, UPS, etc.).

Para el administrador de la flota, hay una serie de factores que favorecen la transformación a electricidad o vehículos híbridos. En primer lugar, los vehículos eléctricos son una tecnología apropiada para la mayoría de la "última milla"

Según manifiesta Ravnitzky (2009), que la mayoría del transporte de servicio de entregas de uso diario de las rutas de los vehículos está muy por debajo del rango de 60 millas que es fácilmente alcanzable con las tecnologías actuales. De hecho, debido al poder de ruptura regenerativa, las continuas paradas requeridas en los servicios de entrega de "última milla" favorecen la tecnología EV.

### ***2.1.5 Electromovilidad en Flotas de Vehículos***

La literatura señala que la innovación rara vez surge de trabajar más duro con el mismo modelo mental de operaciones que ha dado éxito en el pasado. Más bien, lo que se requiere es una nueva óptica a través de la cual se pueda ver nuevas posibilidades, enriquecidas por el compromiso activo con clientes, proveedores y otras partes interesadas externas (Urban, 1988).

En términos de operaciones de flota, decisiones de capacidad, decisiones de enrutamiento y optimización de soporte los procedimientos están muy avanzados en la literatura de transporte (Ghiani, 2004). Las opciones de reemplazo y arrendamiento, incluidas las de los vehículos eléctricos, se han explorado y se basan en Consideraciones sobre los costos totales esperados del ciclo de vida de las alternativas

La literatura de reemplazo de activos distingue entre reemplazo en serie y paralelo. La mayor parte de la investigación ha estado rastreando el problema de reemplazo en serie cuando un equipo deteriorado (como una máquina o un vehículo) se reemplaza por uno nuevo de manera que se minimice el costo total de operación. Modelos de reemplazo en paralelo, como los de Karabakal et al. (1994) y Keles y Hartman (2004), por otro lado, son preocupado por los horarios de reemplazo de un grupo de activos que son económicamente interdependientes. Claramente, este último, los modelos de reemplazo en paralelo son relevantes para las

operaciones de la flota. En el modelo desarrollado aquí, se consideran dos alternativas de reemplazo (EV e ICE). Una más discusión detallada de la literatura de reemplazo de activos en el contexto de la decisión de adopción de EV, incluyendo los efectos de la incertidumbre (en los precios del combustible y la batería) se proporciona en Neboian et al. (2010).

El análisis de la huella de carbono y el valor de sostenibilidad relacionado para las organizaciones públicas están en su infancia. En el sector postal, incluidas las operaciones de la flota, el trabajo hasta la fecha se resume en Buc et al. (2010) Orsato (2009) proporciona un marco más amplio para valorar las estrategias de sostenibilidad a nivel de empresa. Este papel contribuye a esta corriente de literatura al enmarcar la reposición de la flota comercial problema en términos que integren los beneficios a largo plazo de la decisión de EV con los obstáculos eso debe superarse para promover la innovación.

### ***2.1.6 Ruta Energética***

La Ruta Energética ha buscado definir el camino y prioridades en materia energética existentes hoy en día, las cuales son diferentes hace años atrás. Su elaboración se realiza con la mayor participación y diálogo ciudadano.

Por ejemplo, en Chile, la Ruta Energética 2018 - 2022 plantea que en el corto plazo se aumente en 10 veces, al menos, la dotación de vehículos eléctricos. En una perspectiva más amplia, la Estrategia fijó como metas que al 2050 el 40% de los vehículos particulares y el 100% de los vehículos de transporte público sean eléctricos al 2050. En consecuencia, y considerando que un tercio del consumo energético final en Chile corresponde al sector transporte (donde el 98% corresponde a derivados del petróleo), se proyecta evitar la emisión de unos 11 millones de toneladas de dióxido de carbono y reduciría el gasto energético del país en más de 3.300 millones de dólares anualmente<sup>13</sup>, equivalente al 1,5% del PIB del 2016.

Bajo el marco de la Política Energética 2050, en Chile se llegó a la conclusión de que el trabajo cuatrienal debía incluir distintos ejes, ver Figura 5 (Ministerio de Energía, 2018).

**Figura 5***Ejes de la Ruta Energética*

Por lo anterior, y como lo han hecho el resto de los países, se ha reconocido la necesidad de generar las condiciones normativas, regulatorias y de infraestructura necesarias para el desarrollo eficiente de la electromovilidad desde el punto de vista energético, ambiental y de movilidad. De este modo, con el objetivo de establecer la estandarización y normativa de la red de cargadores, una normativa de diseño de instalaciones de electrolineras, propuesta de homologación de cargadores, entre otros temas, en la hoja de ruta destacan algunas propuestas concretas:

- Acrecentar la oferta de vehículos eléctricos.
- Acrecentar la disponibilidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos.
- Adoptar normas o reglamentos únicos para vehículos eléctricos.
- Impulsar el desarrollo de proyectos de investigación en el ámbito de la electromovilidad.
- Impulsar el desarrollo de capital humano en esta materia.
- Participar en instancias de colaboración público-privadas.
- Definir normativa técnica/económica de la carga.
- Definir normativa de disponibilidad de instalaciones de carga de edificaciones.
- Definir estándares mínimos de eficiencia energética, referidos al rendimiento mínimo del promedio de vehículos que circulan.

### ***2.1.7 Experiencia Internacional en el Fomento a la Electromovilidad***

A nivel internacional, existen diversas acciones que son recomendadas para el fomento de la electromovilidad, por ejemplo, la fijación de estándares de eficiencia energética al parque vehicular, subsidios para la compra de automóviles eléctricos, especialmente en el transporte público, o mediante el fomento de la infraestructura de recarga para estos vehículos. Otra alternativa ha sido la prohibición gradual, o una fecha en específico, de la venta de vehículos con combustión interna (EIA, 2017).

Lieven (2015) destaca que existen tres tipos de incentivos para la adopción de vehículos eléctricos: monetarios, regulaciones de tráfico e infraestructura de carga. En el caso de los monetarios, estos pueden ser vía subvenciones directas para la compra, o a través de exenciones de impuestos de circulación. En cuanto a las regulaciones del tráfico, puede ser vía uso libre de autobuses o vías exclusivas, estacionamiento gratuito en el centro de la ciudad. Por último, en la infraestructura de carga, se puede hacer a través de carga en estacionamientos públicos, en lugares de trabajo o en autopistas.

### ***2.1.8 Electromovilidad en el Ecuador***

La electromovilidad en Ecuador tanto en conceptualización como implementación aún debe desarrollarse, con marcos institucionales y jurídicos nacionales y locales, esquemas de financiamiento, condiciones tecnológicas y capacidades técnicas que permitan sustituir las tecnologías basadas en combustibles fósiles por tecnologías más limpias que permitan disminuir las emisiones contaminantes y la dependencia del petróleo.

Se debe identificar el problema y el generar soluciones en torno a la movilidad eléctrica, y crear estándares y parámetros adecuados para la eficiencia vehicular. Desde la planificación del transporte es necesario una visión global y completa, que incluya aspectos como la cobertura y accesibilidad del transporte público y brindar una política de electromovilidad conjunta con la política de seguridad vial (MTOPEcuador, 2018).



Desde el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable están en marcha acciones como la construcción de la primera Ley de Eficiencia Energética (EE) a través del Comité Interinstitucional de EE, un Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE) y una Normativa Técnica que incluya preferencias arancelarias y tributarias para equipos eficientes entre los que se considera a los vehículos eléctricos, así como también un esquema tarifario para la introducción de vehículos eléctricos. La situación energética actual del Ecuador muestra que el transporte sigue siendo el sector con mayor consumo de energía con el 46% de los 95 millones de BEP que consume el país anualmente. Considerando el consumo de energía por fuente, de estos 95 millones, el 31% corresponde a diésel oil y el 27% a gasolina. Es por esto por lo que uno de los ejes de acción de PLANEE es el transporte y una de sus líneas de acción se enfoca en las nuevas tecnologías. El efecto de la incorporación de 2263 vehículos eléctricos (VE) en el sistema eléctrico del país está considerado en la planificación del sector y representa menos del 0,068% de la demanda prevista para el 2020 de acuerdo con el Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. Existe un beneficio económico de hasta 435,01 USD anuales producto del ahorro de combustible (gasolina) en la sustitución de un vehículo de combustión interna por un eléctrico particular.

La tarifa para vehículos eléctricos establecida mediante Resolución No. ARCONEL-038-15 vigente desde el 24 de junio de 2015 define una tarifa a baja tensión con demanda horaria diferenciada de 0,05 USD/kWh entre 1 y 8am, de 0,08 USD/kWh entre 8am y 6pm, y de 0,10 USD/kWh entre 6pm y 12am. Mediante pliego tarifario de la ARCONEL de 2018, la tarifa para recarga rápida en media y alta tensión es de 0,043 USD/kWh entre 12 y 8am, de 0,069 USD/kWh entre 8am y 6pm, y de 0,086 USD/kWh entre 6 y 11pm.

El Proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano 162, “Accesorios de carga para vehículos eléctricos”, está en proceso de aprobación a cargo del MIPRO, y contempla el modo de carga domiciliaria, conectores de carga, tomacorriente, cables de carga, baterías y otros

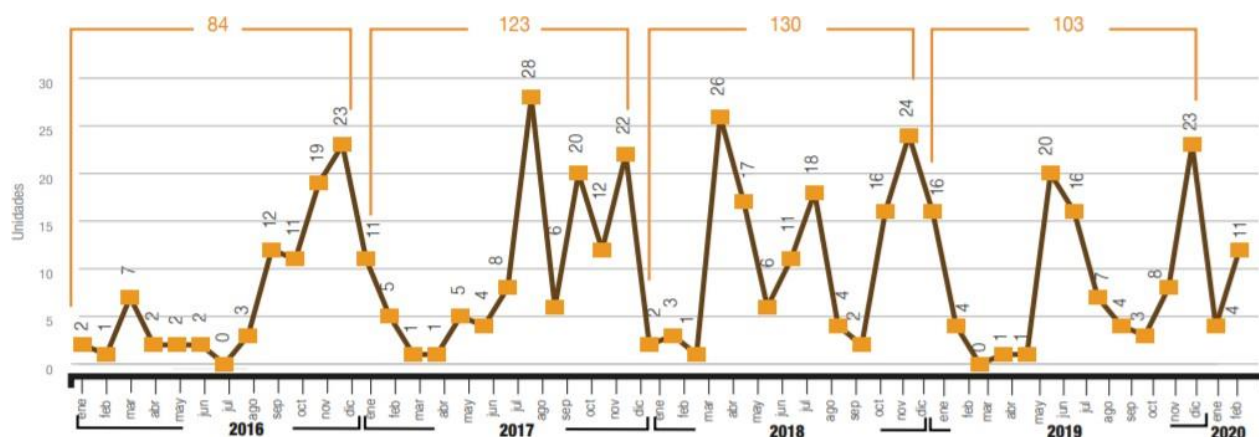
componentes. Se consideran aspectos de seguridad eléctrica para el usuario y el vehículo, y se toma como base la normativa internacional.

En el Ecuador el desarrollo del mercado eléctrico va en torno a vehículos privados (híbridos, eléctricos, bicicletas eléctricas, scooters) y transporte público, siendo el primer grupo el de mayor volumen de venta mientras que en el ámbito de buses las unidades en Quito, Guayaquil y Cuenca aún son de carácter demostrativo.

En el caso de vehículos eléctricos las ventas realizadas en los últimos años muestran que aún es un mercado inicial, siendo Guayas y Pichincha los principales destinos de compra con ventas de las casas automotrices Dayang, BYD, Renault y Kia; ver Figura 6 (AEADE, 2018).

**Figura 6**

*Ventas Mensuales de Vehículos Eléctricos en Ecuador entre 2016 y 2020*



Fuente: AEADE, Autoplus 2020

## 2.2 Marco Conceptual

### 2.2.1 Movilidad

La movilidad se refiere al movimiento de personas o mercancías. Se supone que «viaje» significa persona o tonelada-millas y «viaje» significa viaje de persona o vehículo de carga. Se supone que cualquier a unidades referencia.

### 2.2.2 *Unidades de referencia*

Son unidades de medida normalizadas para ayudar a comparar impactos. Las unidades de referencia comunes incluyen per cápita, por milla, por viaje, por vehículo y por dólar. Por ejemplo, el presupuesto de transporte de una ciudad podría medirse per cápita para compararlo con otras categorías de gastos, años y comunidades. Las unidades de referencia utilizadas pueden afectar cómo se definen los problemas y qué soluciones se consideran, como se describe a continuación:

- Las unidades de vehículo de millas reflejan una perspectiva de tráfico que da un alto valor a los viajes en automóvil.
- Las unidades de pasajeros de millas reflejan una perspectiva de movilidad que valora los viajes en automóvil y en tránsito, pero da menos valor a los modos no motorizados porque tienden a utilizarse para viajes cortos.
- Las unidades por viaje reflejan una perspectiva de acceso que da igual valor al automóvil, el tránsito, el ciclismo, la marcha y el teletrabajo.
- Las unidades de tiempo de viaje reflejan una perspectiva de acceso que da mayor prioridad a los viajes a pie, en bicicleta y en tránsito porque tienden a representar una porción relativamente grande del tiempo de viaje.
- Las unidades de coste generalizadas (costes de tiempo y dinero) reflejan una perspectiva de acceso.

Por ejemplo, un carril HOV puede transportar una porción relativamente pequeña del total de millas vehículos y, por lo tanto, parece ineficiente si se mide de esta manera. Sin embargo, lleva una porción relativamente grande de millas de pasajeros y reduce el tiempo total de viaje y los costos de vehículos. Por lo tanto, puede considerarse rentable cuando se mide utilizando perspectivas de movilidad y accesibilidad. Del mismo modo, los precios de las carreteras y las estrategias de crecimiento inteligente pueden reducir el total de millas vehicular

y, por lo tanto, pueden parecer indeseables desde la perspectiva del tráfico. Sin embargo, proporcionan beneficios en términos de costos generales totales reducidos.

### **2.2.3 Tráfico**

El tráfico se refiere al movimiento del vehículo. Esta perspectiva supone que «viaje» significa viaje en vehículo y «viaje» significa viaje en vehículo. Se supone que el aumento del kilometraje y la velocidad de los vehículos beneficia a la sociedad.

### **2.2.4 Vehículo eléctrico**

Denominado vehículo de accionamiento eléctrico es un vehículo que utiliza uno o más motores eléctricos para propulsión. Dependiendo del tipo de vehículo, el movimiento puede ser provisto por ruedas o hélices accionadas por motores rotativos, o en el caso de vehículos con orugas, por motores lineales.

Un vehículo eléctrico, también llamado EV, utiliza uno o más motores eléctricos o motores de tracción para propulsión.

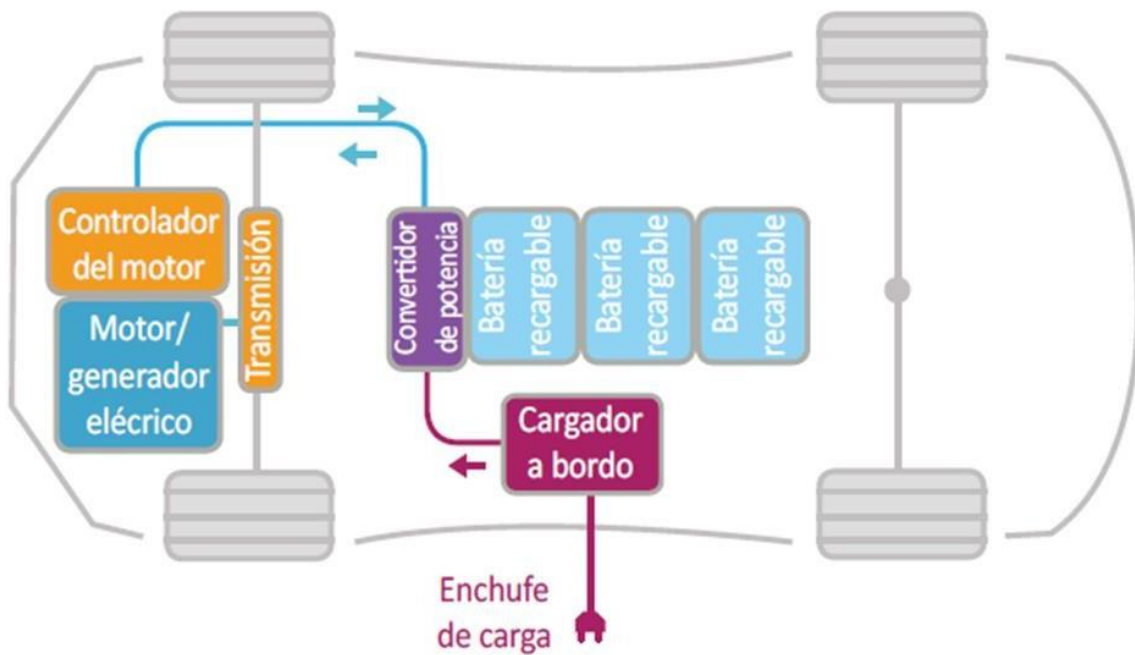
Los vehículos eléctricos (también conocidos como vehículos eléctricos enchufables) obtienen toda o parte de su energía de la electricidad suministrada por la red eléctrica. Incluyen AEV y PHEV.

Los AEV (vehículos totalmente eléctricos) funcionan con uno o más motores eléctricos. Reciben electricidad enchufándose a la red y almacenándola en baterías. No consumen combustible a base de petróleo y no producen emisiones del tubo de escape. Los AEV incluyen vehículos eléctricos de batería, ver Figura 7 (BEV) y vehículos eléctricos de celda de combustible (FCEV).

Los PHEV (vehículos eléctricos híbridos enchufables) usan baterías para alimentar un motor eléctrico, se conectan a la red eléctrica para cargar y usan un combustible alternativo a base de petróleo para alimentar el motor de combustión interna. Algunos tipos de PHEV también se denominan vehículos eléctricos de alcance extendido (EREV).

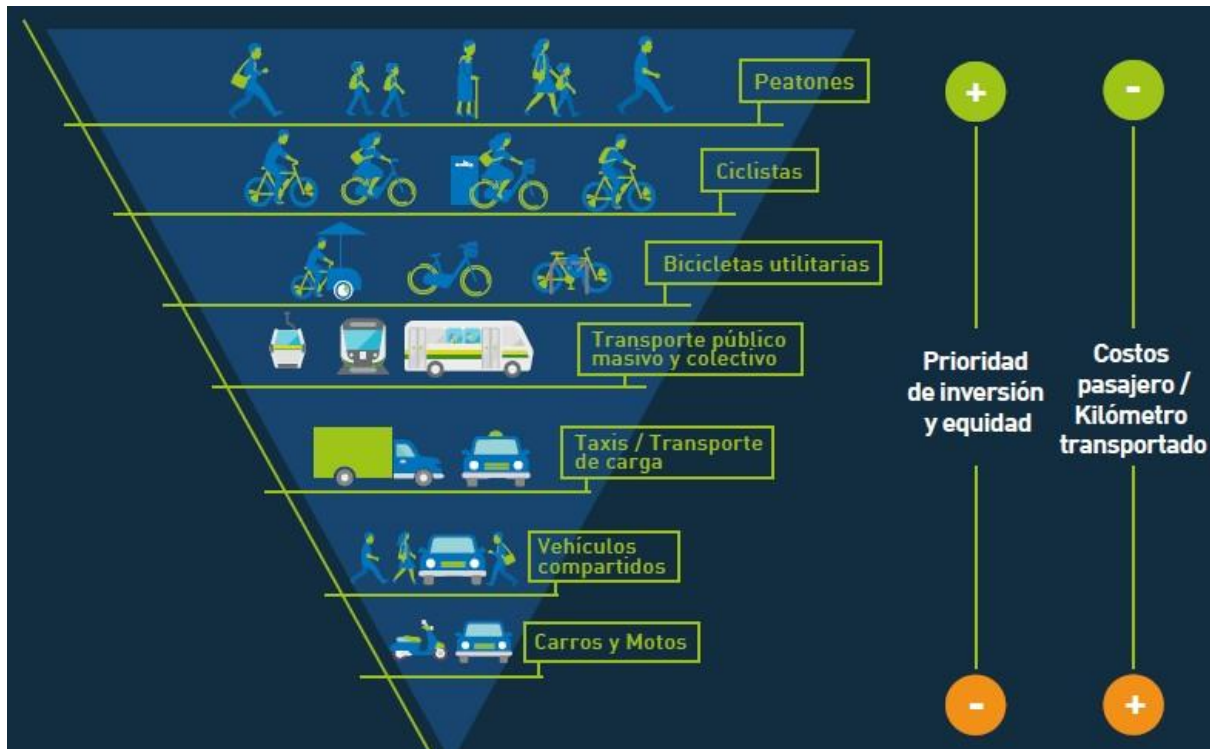
**Figura 7**

*Esquema de un Vehículo Eléctrico con Batería*



### 2.2.5 Movilidad Sostenible

La pirámide invertida de la movilidad sostenible (Figura 8), esboza que el diseño y las soluciones para la movilidad urbana deben ser pensadas desde lo más probable a lo menos frecuente, desde lo que está al alcance de todos (es propio de nuestra naturaleza, como caminar) hacia lo que requiere más infraestructura (procedimientos, gasto de combustibles, o sea lo más costoso (Pastor, 2017).

**Figura 8***Pirámide Invertida de la Movilidad Sostenible*

### 2.2.6 Movilidad Eléctrica

Provee una solución importante para el transporte la energía y la reducción de sustancias contaminantes.

La movilidad eléctrica, de acuerdo con la definición del gobierno alemán y el Plan Nacional de Desarrollo para la Movilidad Eléctrica (NEP) comprende todos los vehículos de la calle que funcionan con un motor eléctrico y principalmente obtienen su energía de la red eléctrica, en otras palabras: se pueden recargar externamente.

Esto incluye vehículos puramente eléctricos, vehículos con una combinación de motor eléctrico y un pequeño motor de combustión (vehículos eléctricos de rango extendido - REEV) y vehículos híbridos que pueden recargarse a través de la red eléctrica (vehículos eléctricos híbridos enchufables - PHEV). Además, el Plan Nacional de Desarrollo para la Movilidad Eléctrica no solo analiza vehículos específicos sino también el sistema general. Además de los automóviles eléctricos, este llamado enfoque sistémico también incluye el lado del suministro

de energía, así como la infraestructura de carga y tráfico en su definición de movilidad eléctrica, ya que esos componentes están interconectados y juntos, conducen a una movilidad sostenible.

### ***2.2.7 Sistemas Integrados de Electromovilidad para Ciudades Sostenibles***

Gran parte de la eficiencia en un sistema de transporte radica en la intermodalidad, es decir, en la capacidad de poder combinar en forma ordenada y estructurada, los diferentes modos de transporte: autos particulares, buses, taxis, tranvías, trenes, teleféricos, ciclo vías, etc. El desarrollo de las plataformas intermodales es considerado un factor de suma importancia para la mejora de la movilidad urbana en las grandes ciudades. Lo anterior significa que la infraestructura debe contar con los ambientes y recursos para la comodidad del intercambio, como por ejemplo una gran cantidad de estacionamientos para vehículos particulares, estacionamientos de bicicletas, paraderos de buses y por supuesto la conexión a sistemas de transporte masivo (Loría-Salazar, 2014).

### ***2.2.8 Los Problemas y Desafíos de las Megaurbes***

Tal como lo indica Rueda (2002), más de la mitad de la población mundial vive hoy en zonas urbanas y para el 2050 esa cifra habrá aumentado a 6.500 millones de personas, es decir dos tercios de la humanidad. Ante estas proyecciones no es posible planificar y mucho menos lograr un desarrollo sostenible sin que ello signifique una transformación radical en la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos. El vertiginoso crecimiento de grandes urbes en el mundo junto con el aumento de las tasas de migración, desde el campo a la ciudad, han sido los principales detonantes para acelerar un explosivo surgimiento del fenómeno de las megas metrópolis. Como dato interesante, ya desde 1990 solo había 10 ciudades con más de 10 millones de habitantes en todo mundo, desafortunadamente para el 2014 la cifra había aumentado a 28 representando más de 453 millones de personas (Lema, 2016).

### 2.2.9 Tecnologías Disponibles

El análisis Well-to-Wheel (WTW) es una evaluación de impacto ambiental que permite estimar la emisión de GEI y la eficiencia energética, entre otras características (ver Figura 9).

**Figura 9**

*Introducción de Vehículos Eléctricos*



Fuente: Foley, Smyth, Murphy y O’Gallachóir (2011). Elaboración: GPAE-Osinergmin.

Esta metodología surge con la introducción de vehículos eléctricos, como complemento al análisis Tank-to-Wheel (TTW), que se realizaba para estudiar los impactos ambientales y energéticos durante el uso del vehículo. Sin embargo, su alcance era acotado y no incorporaba el análisis de las fuentes de energía. Precisamente, la metodología que hace dicho análisis es el Well-to-Tank (WTT). A la combinación de ambos enfoques se le denomina WTW.

Experiencia del primer año de funcionamiento del servicio de 51 taxis eléctricos en la ciudad de Loja, cuyo costo de operación y mantenimiento por vehículo es de USD \$0.24/km, consumiendo la totalidad de la flota 1.1 GWh al año, equivalente al 1.5% de la energía renovable, que produce el parque Eólico de la ciudad. Al reemplazar un taxi a gasolina por otro eléctrico, se evita la emisión de 13.5 toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía Renovable (2017), los cuatro lineamientos principales para el despliegue de los vehículos eléctricos son:



- la electrificación de los vehículos,
- la provisión del equipamiento suficiente para suministrar la carga de los vehículos,
- la descarbonización de la generación de energía eléctrica y
- la integración de los vehículos eléctricos a la red eléctrica.

Es por esto por lo que masificar la venta y el uso de vehículos eléctricos en el mundo dependerá de la implementación de políticas públicas, regulación e iniciativas que se generen y que respondan simultáneamente a las necesidades y percepciones de los potenciales compradores y usuarios de estas tecnologías.

### **2.2.10 Flotas de Vehículos**

También conocido como flota de transporte, es el conjunto de vehículos destinados a transportar mercancías o personas y que dependen económicamente de la misma empresa.

Existen tres tipos de flotas de transporte según su tamaño:

- *Flotas pequeñas:* normalmente de carácter familiar con un propietario autónomo y algunos conductores familiares o asalariados. Tienen hasta 5 ó 6 vehículos y la mayor parte de su trabajo lo hacen para un cliente o una gran empresa. El consumo de combustible es muy variable y difícil de cuantificar.
- *Flotas medianas:* se usan en pequeñas empresas familiares que han crecido aprovechando una buena gestión y especializándose en nichos de mercado. Tienen un número de 6 a 30 vehículos. Estas empresas suelen tener ya una amplia cartera de clientes. Al aumentar el número de vehículos, la estructura de la empresa puede crecer hasta tener talleres de reparación, almacenes y depósitos de carburante propios.
- *Flotas grandes:* son empresas que cuentan con un elevado número de vehículos. Los vehículos pueden ser propios o subcontratados a autónomos.

## Capítulo III

### Electromovilidad para una Flota de Vehículos en Guayaquil

#### 3.1 Factores a Considerar para la Electromovilidad

##### 3.1.1 *Conceptos Preliminares*

La industria automotriz durante muchos años fue dominada por un estándar tecnológico: los vehículos de motor de combustión interna, los cuales apoyaron a la actividad humana generalizando el transporte, pero aumentando las emisiones contaminantes en el ambiente. Según el estudio "El Futuro de la Movilidad en América Latina", realizado por el think-tank C230, la región tiene oportunidades para acelerar la adopción de vehículos eléctricos (EVs) debido a que el 80% de los encuestados resultaron dispuestos a adquirir un EV y el 75% consideró que el gasto de recargarlo es menor a la compra de combustibles fósiles.

#### 3.2 Diseño Metodológico

En primer lugar, se realiza una investigación descriptiva para comprender el funcionamiento básico de estos vehículos (analizando los distintos tipos) y así entender los establecer las diferencias respecto a un vehículo con motor a combustión y en base a los datos técnicos establecer un cuadro comparativo.

Consecuencias de la electromovilidad: descripción y comparación de los diferentes medios de transporte y análisis de la influencia que tiene el uso en una flota de vehículos.

Estrategias e iniciativas públicas: se presentarán diversos planes a nivel internacional, nacional y local que tienen el objetivo de impulsar el desarrollo del vehículo eléctrico, entre los incentivos destaca los incentivos.

Ejemplo real de viabilidad: comparación del coste total de un vehículo eléctrico frente a un modelo convencional. El estudio cuantitativo se realiza con parámetros reales.

Beneficios a la salud, la movilidad eléctrica brinda una mayor protección, en función del tráfico que existe en gran parte de las zonas urbanas, lo que ocasiona graves problemas de contaminación atmosférica, principalmente como consecuencia de las emisiones vehiculares.

### 3.3 Análisis de la Flota de Vehículos

La flota de automóviles en Latinoamérica podría triplicarse en los próximos veinticinco años, llegando a superar los 200 millones de unidades en el año 2050 según datos de la Agencia Internacional de la Energía. Este crecimiento tendrá un efecto dramático en la demanda de combustibles, en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes emitidos por este sector (Figura 10).

**Figura 10**

*Comparación de Emisión de CO<sub>2</sub>*

Recorrido anual	Vehículo de uso privado 20.000 kilómetros		Vehículo de servicio público y comercial 100.000 kilómetros	
	Mayor de 30 años (kg CO <sub>2</sub> /año)	Actual (kg CO <sub>2</sub> /año)	Híbrido (kg CO <sub>2</sub> /año)	Eléctrico (kg CO <sub>2</sub> /año)
Privado	4.000	46	37	0
De servicio público o comercial	2.000	230	186	0
Tributos Ecuador	Arancel	35% - 40%	0% hasta 2000cc	No paga Si (SI FOB < 40.000)
	IVA	12%	No paga Si (PVP <35.000)	No paga Si (SI FOB < 35.000)
	ICE	5% - 35%	No paga Si (PVP <35.000)	No paga Si (SI FOB < 35.000)

Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador

Para seleccionar el vehículo a realizar el análisis comparativo se parte del total de vehículos existentes en Guayaquil (Tabla 1), según el tipo.

**Tabla 1**

*Ventas de Vehículos en Guayas por Segmento*

<b>Guayas</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Automóviles	15398	9662	9376	14006	18221
SUV	7450	5304	4371	8478	11368
Camionetas	4408	3141	2697	3731	4303
Camiones	2824	2046	1083	1460	2040
Van	2163	1896	926	1155	1750
Buses	130	219	204	350	334
<b>Total</b>	<b>32373</b>	<b>22268</b>	<b>18657</b>	<b>29180</b>	<b>38016</b>

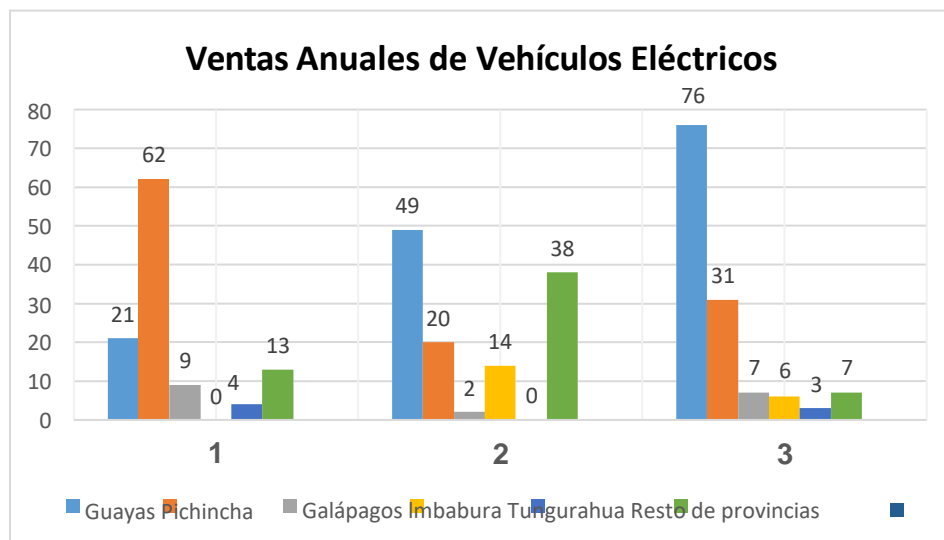
Fuente: AEADE, 2020. En Unidades, 2014-2018

### **3.4 Proyección de Penetración en el Mercado**

Ecuador cuenta con un parque nacional de aproximadamente 2'127.541 de vehículos livianos y 317.370 vehículos comerciales. En Guayas existe un parque automotor de 629.642 (AEADE, 2020). En cuanto a los vehículos eléctricos, la demanda aún es muy baja, durante 2019 se vendieron solo 76 autos eléctricos en Guayaquil (Figura 11), la ciudad con mayor demanda de este tipo de vehículos en Ecuador. Pese a que el número aumentó en un 55% respecto de 2018 (49 unidades), la participación en las ventas es muy baja respecto del total.

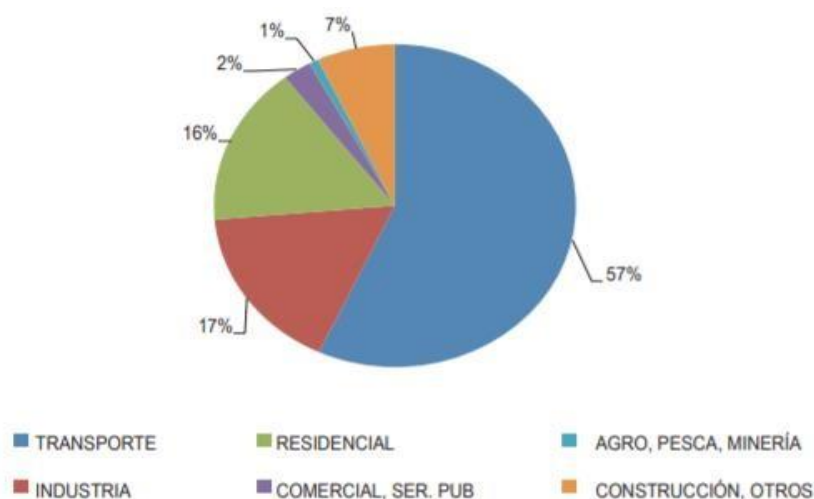
La firma Frost y Sullivan realizó una estimación basada en los incentivos económicos y en la matriz energética del país, donde se indica que en Ecuador habrá 15.000 vehículos eléctricos en 2025 (ElTelegrafo.com, 2019).

Los precios de los eléctricos que tienen mayor autonomía y capacidad de pasajeros frente a los tradicionales son un factor determinante, al igual que la falta de una red de electrolineras lo que impide el aprovechamiento de la autonomía de hasta 400 km.

**Figura 11***Venta de Vehículos Eléctricos*

### 3.5 Incentivos para Vehículos Eléctricos

El tema de electromovilidad es transversal a las responsabilidades de los entes que conforman los Gobiernos, ya que las atribuciones en la materia se encuentran articuladas entre ellos. Esto está en función de la planificación de la eficiencia energética en el Ecuador (Figura 12).

**Figura 12***Participación de los Sectores en el Consumo Energético del Ecuador*

Fuente: OLADE. El mayor consumo de energía está en el sector transporte, con un 57% del consumo

La capacidad que tiene Ecuador para producir electricidad supera la demanda actual de este recurso, a escala nacional. Tras la incorporación de nuevas centrales de energía en la última década, el país dispone de una potencia o capacidad de generación eléctrica instalada de 7 146 megavatios (MW). En la Figura 13 se observa la producción de energía en el Ecuador.

**Figura 13**

*Producción de Energía e Importaciones en GWh*



Fuente: ARCONEL, 2020

En lo referente a transporte, en atención a los lineamientos establecidos para el cumplimiento del objetivo 11 del PNBV (Plan Nacional del Buen Vivir), se tiene previsto la incorporación de transporte eléctrico liviano y la incorporación del transporte público eléctrico.

La exoneración total de aranceles a la importación de vehículos eléctricos, baterías y cargadores para este tipo de automóviles abre la posibilidad a una mayor oferta en este mercado en el mediano plazo.

A nivel de consumo por unidad de área geográfica (km<sup>2</sup>), la Empresa Eléctrica de Guayaquil es la que tiene el mayor consumo a nivel nacional, con 3,09 GWh por km<sup>2</sup>, mientras que la Empresa Eléctrica Quito presenta un consumo de 0,25 GWh por km<sup>2</sup>.

Considerando el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida se tiene:

- Objetivo 5: Impulsar la productividad competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria
- Políticas: Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías

duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

- Metas a 2021: Incrementar de 68,8% al 90% la generación eléctrica a través de fuentes de energías renovables a 2021. Incrementar el ahorro de combustible por la optimización en generación eléctrica y eficiencia energética en el sector hidrocarburos de 9,09 a 26,6 millones de Barriles Equivalentes de Petróleo a 2021.
- Tomando en consideración la LOEE en referencia a lo estipulado en el capítulo III, artículo 14, para lo cual se denomina Eficiencia Energética en el transporte, la cual se cita textualmente: “El transporte público, de carga pesada y de uso logístico por medios eléctricos se priorizará como medida de eficiencia energética en la planificación pública.

La exoneración total de aranceles a la importación de vehículos eléctricos, baterías y cargadores para este tipo de automóviles abre la posibilidad a una mayor oferta en este mercado en el mediano plazo. La medida fue aprobada en una Resolución del Pleno del Comité de Comercio Exterior, el pasado 3 de junio del 2019.

Por encima de ese precio, la tasa arancelaria para vehículos particulares podía llegar hasta un 40% sobre el valor de importación. Sin embargo, los autos que se comercializan actualmente en el Ecuador no superan el límite de los USD 40 000, en valor FOB (Se refiere al Valor de Venta de los productos en su lugar de origen más el Costo de los fletes, seguros y otros Gastos necesarios para hacer llegar la Mercancía hasta la Aduana de salida). En el caso de las baterías para estos vehículos, la tasa arancelaria para la importación pasará del 25% al 0%, en todos los casos. Mientras que, para cargadores de autos y electrolineras, del 5% al 0%. La reducción regirá una vez que la norma se publique en el Registro Oficial.

En el país se promocionan cinco modelos de autos eléctricos: Twizy y Zoe, de Renault; Leaf de Nissan; Bolt de Chevrolet; E5 de BYD y Soul de Kia. Los precios de estos automotores oscilan entre USD 14 990 y 34 990, según las características de cada modelo.

En Quito, por ejemplo, la exoneración del pico y placa para quienes compren autos eléctricos es parte de los temas que están en la mesa de discusión. Pero aún hay barreras difíciles de sortear. Una de ellas es la necesidad de ampliar el número de electrolinerías, que hasta ahora básicamente se han instalado por iniciativa privada. Marcas de vehículos como Kia han realizado alianzas para colocar electrolinerías gratuitas en centros comerciales. Un ejemplo son los puntos de carga en Quicentro Shopping y Quicentro Sur. Esta electrolinería es única al ser 100% ecuatoriana y una de las más modernas de la región. El diseño, la ingeniería y la construcción de la obra fue hecha netamente por ecuatorianos.
















BYD Ecuador ha entregado en el país 20 buses eléctricos en Guayaquil, dos buses en Quito, 35 taxis en Loja. La electrolinería de la ciudad de Guayaquil, ubicada en Samanes, puede cargar la batería de un auto eléctrico del 0 al 100% en 1,15 horas, mientras que para los buses ese lapso es de 3,5 horas.

La alcaldesa Viteri anunció que el Concejo Cantonal prevé aprobar una ordenanza en la que se establecerá la entrega de incentivos económicos por USD 850 000 anuales, para quienes migren del transporte convencional al eléctrico. La ayuda significaría USD 4 000 para cien taxis y USD 15 000 para 30 buses eléctricos, cada año (ElComercio.com, 2019).

Un reciente informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma) muestra progresos en incentivos fiscales a nivel Latinoamericano (Figura 14).



**Figura 14***Incentivos Fiscales a Nivel Latinoamericano*

		INCENTIVOS							
		A la compra		De uso y circulación		Otros			
		Exención de impuesto de matriculación	Exención o reducción de aranceles	Exención de impuesto a la propiedad o circulación	Exención de peajes, parqueos y otros.	Libertad para circular en horas punta (exención de pico y placa)	Tarifas eléctricas diferenciadas	Regulación para centros de carga	Estrategia nacional de movilidad eléctrica
									
●	Completo, aprobado y en marcha.								
■	Parcial o en fase de diseño								
	Antigua y Barbuda		●						
	Argentina		●						■
	Brasil		●	■	■	■		●	
	Chile					●	●	●	●
	Colombia	●	●		●	●		●	●
	Costa Rica	●	●	●	●	●	●	●	●
	Cuba					■			
	Ecuador	●	●		●	■	●		
	México	●	●	■	■	●	●	●	■
	Panamá		■					■	●
	Paraguay	●	●					■	■
	Perú	■			■				
	Rep. Dominicana	■	●	■					■
	Uruguay	■	●	●			■		■

Fuente: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma)

### 3.6 Barreras para la Implementación de la Electromovilidad

A continuación, se identifican las principales barreras para la implementación de la electromovilidad en las flotas de vehículos en la ciudad de Guayaquil:

1. Elevados costos de inversión inicial de los vehículos eléctricos comparados con la tecnología a gasolina y con la tecnología diésel.

2. Incertidumbres en la fase de operación respecto a la vida útil y el mantenimiento de las unidades. Los operadores conocen perfectamente los costos de mantenimiento y la vida útil de los motores convencionales. Sin embargo, no tienen datos fiables sobre la tecnología eléctrica.

3. Subsidios a los combustibles fósiles. En el país el diésel está subsidiado y controlado por el Estado por motivos sociales, recientemente se quitó el subsidio a la gasolina Súper.

4. Necesidad de inversión en infraestructuras de recarga eléctrica.

5. Necesidad de formación de conductores y mecánicos especializados.

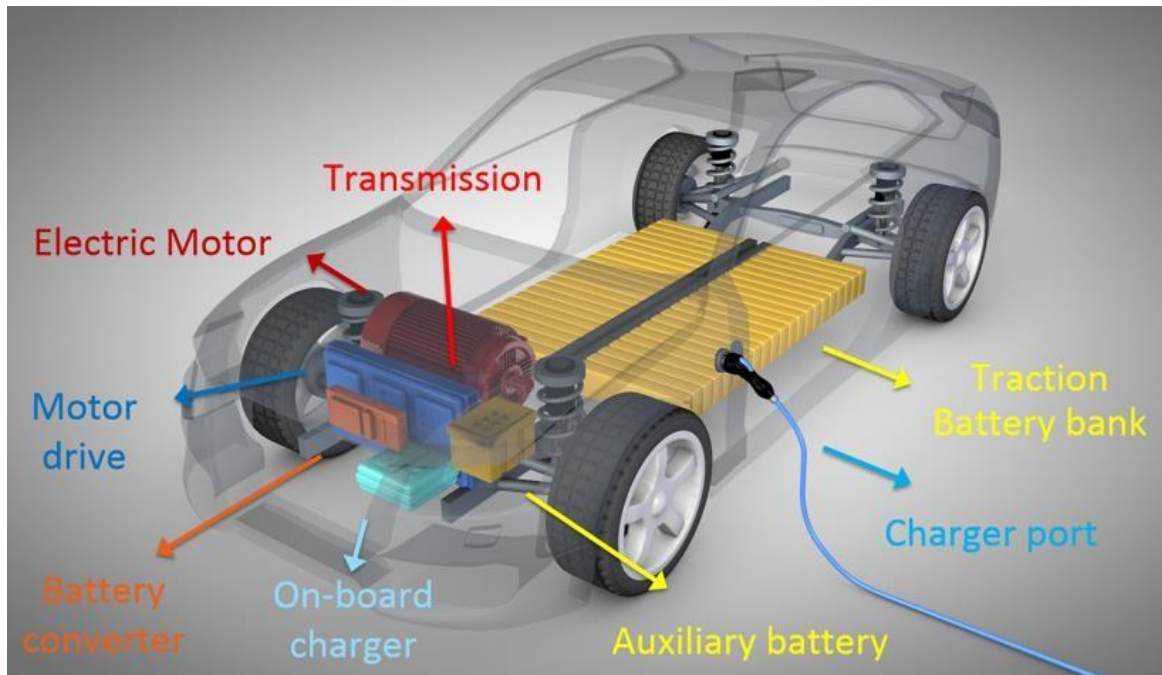
6. Normativa de disponibilidad de instalaciones de carga en edificaciones. Los usuarios deben utilizar el esquema de carga nocturna en el domicilio junto con carga complementaria en los lugares de estacionamiento, es necesario que las edificaciones cuenten con el equipamiento de carga.

7. Reciclaje y reutilización de vehículos y sus componentes. Los vehículos eléctricos, al igual que los convencionales, generan una serie de residuos como aceites lubricantes, neumáticos y chatarra, al fin de su vida útil. Adicionalmente, cuentan con un juego de baterías las cuales deben ser manejadas adecuadamente para prevenir la generación de impactos a la salud de las personas y el medio ambiente.

8. Ausencia de tarifas eléctricas específicas para el transporte. Las tarifas eléctricas suelen distribuirse en grupos de consumo; por ejemplo, diferenciando entre pequeño, mediano y gran consumidor.

### **3.7 Características de los Vehículos Eléctricos**

La elección de un vehículo eléctrico en lugar de un vehículo convencional con motor de combustión interna (ICE) puede generar importantes ahorros a largo plazo. Vehículos eléctricos se refiere a una gran variedad de tecnologías diferentes con distintos grados de electrificación del tren de potencia (Figura 15).

**Figura 15***Componentes de un Vehículo Eléctrico*

Los componentes de un vehículo eléctrico son:

- Puerto de carga o entrada del vehículo: es un conector presente en el vehículo eléctrico para permitir que se conecte a una fuente de electricidad externa para cargar.
- Convertidor electrónico de potencia: un convertidor electrónico de potencia está hecho de dispositivos semiconductores de acción rápida de alta potencia, que actúan como interruptores de alta velocidad. Diferentes estados de conmutación alteran el voltaje y la corriente de entrada mediante el uso de elementos capacitivos e inductivos. El resultado es un voltaje y corriente de salida, que está en un nivel diferente al de la entrada.
- Cargador a bordo: es un convertidor electrónico de alimentación de CA a CC (a menudo denominado rectificador) que toma la electricidad de CA entrante suministrada a través del puerto de carga y la convierte en energía de CC para cargar la batería de tracción. Mediante el sistema de gestión de la batería, regula las

características de la batería, como el voltaje, la corriente, la temperatura y el estado de carga.

- Paquete de baterías de tracción: es una batería de alto voltaje que se utiliza para almacenar energía en el automóvil eléctrico y proporcionar energía para su uso por el motor de tracción eléctrica.
- Convertidor de energía de la batería: es un convertidor electrónico de energía de CC a CC que convierte el voltaje de la batería de tracción en el voltaje más alto del bus de CC utilizado para el intercambio de energía con el motor de tracción.
- Accionamiento del motor: es un convertidor de CC a CA (a menudo denominado inversor o variador de frecuencia) o, a veces, un convertidor electrónico de potencia de CC a CC, que se utiliza para convertir la alimentación del bus de CC de alto voltaje a CA (o a veces DC) potencia para el funcionamiento del motor. El convertidor es bidireccional para funcionar tanto en modo de conducción como en modo de frenado regenerativo.
- Motor / generador eléctrico de tracción: es el principal dispositivo de propulsión en un automóvil eléctrico que convierte la energía eléctrica de la batería de tracción en energía mecánica para hacer girar las ruedas. También genera electricidad al extraer energía de las ruedas giratorias durante el frenado y al transferir esa energía de regreso al paquete de baterías de tracción.
- Transmisión: para un automóvil eléctrico, generalmente se usa una transmisión de engranaje único con diferencial para transferir la potencia mecánica del motor de tracción para conducir las ruedas.
- Controlador electrónico de potencia: esta unidad controla el flujo de energía eléctrica en los diferentes convertidores electrónicos de potencia en el automóvil eléctrico.

- **Batería (auxiliar):** en un vehículo de accionamiento eléctrico, la batería auxiliar suministra electricidad para arrancar el automóvil antes de que se active la batería de tracción y también se usa para alimentar los accesorios del vehículo.

### **3.8 Parámetros de los Vehículos Eléctricos**

Dentro de los Parámetros EV tenemos: capacidad, estado de carga, rango, consumo de energía por kilómetro, MPGe, potencia, par.

#### **3.8.1 Capacidad Nominal de la Batería**

Se denomina ( $E_{nom}$ , en Wh o kWh), es la energía eléctrica total que se puede almacenar en la batería. Alternativamente, es la cantidad máxima de energía eléctrica que se puede extraer de un estado de batería completamente cargada al estado vacío. En general, las baterías EV tienen una capacidad de batería entre 5 kWh y 100 kWh, dependiendo del tipo de EV. Cuanto mayor sea la capacidad de la batería, más energía puede almacenar y más tiempo lleva cargarla por completo. La capacidad de la batería a menudo se denomina contenido de energía o capacidad de energía de la batería.

#### **3.8.2 Capacidad Nominal de la Batería**

Denominada (B SOC, en%) y se define como la relación entre la cantidad de energía almacenada actualmente en la batería,  $E_{batt}$  y la capacidad total de la batería,  $E_{nom}$

$$B\ SOC = (E_{batt} / E_{nom}) \cdot 100$$

#### **3.8.3 Alcance**

Denominada ( $R_{máx}$ , en km) y es la distancia máxima que puede conducir un automóvil eléctrico cuando la batería está llena. Por lo general, un automóvil eléctrico se prueba usando un ciclo de conducción estandarizado para estimar el alcance, por ejemplo, el nuevo ciclo de conducción europeo (NEDC), el procedimiento de prueba de vehículos ligeros armonizados en todo el mundo (WLTP) o el procedimiento de prueba federal de la EPA. El rango puede

expresarse en millas, kilómetros u otras unidades según la región. En este conjunto de definiciones, nos atenemos a la convención europea de usar kilómetro.

#### **3.8.4 Alcance Disponible**

Denominada (R, en km) y es la distancia máxima que puede conducir un automóvil eléctrico según el estado actual de carga de la batería.

#### **3.8.5 Consumo de Energía por Kilómetro**

Denominada (D, en kWh/km) y es la energía que se obtiene cuando se prueba un automóvil eléctrico con un ciclo de conducción estandarizado, la eficiencia EV es la energía consumida de las baterías por unidad de distancia. En algunos casos, también se considera la energía extraída de la red para cargar la batería. Se puede expresar en kilovatios-hora por kilómetro (o) kilovatios-hora por milla.

#### **3.8.6 Millas por Galón**

Denominada MPGe y es la distancia en millas recorridas por unidad de energía eléctrica consumida por el vehículo. Las clasificaciones se basan en la fórmula de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), en la cual 33.7 kilovatios-hora (121 megajulios) de electricidad equivalen a un galón de gasolina.

#### **3.8.7 Potencia del Motor**

Denominada ( $P_m$ , en W), es la potencia entregada por el motor a las ruedas para propulsión. La potencia del motor es positiva o negativa en función de si el automóvil está conduciendo o está frenando por regeneración. La potencia del motor puede expresarse como un producto del par motor,  $T_m$  y la velocidad de rotación del motor,  $\omega_m$  y las unidades que normalmente se utilizan son vatios (W), kilovatios (kW) o caballos de fuerza (hp). La velocidad de rotación normalmente se expresa en radianes por segundo (rad / s) o rotaciones por minuto (rpm). El par se expresa normalmente en newton-metro (Nm).

$$P_m = T_m * \omega_m$$

donde

$P_m$  es la potencia del motor (W)

$T_m$  es el par motor (Nm)

$\omega_m$  es la velocidad de rotación (rad/s)

Idealmente, un automóvil eléctrico debe tener un alto rango, bajo consumo de energía por kilómetro y un alto MPGe. La siguiente fórmula se puede utilizar para conectar los parámetros anteriores.

$$R = E_{\text{batt}} / D = (B \text{ SOC}/100) * E_{\text{nom}} / D$$

donde

R está disponible gama de EV (km)

$E_{\text{nava}}$  es la capacidad actual de la batería (kWh)

D es el consumo de energía por kilómetro (kWh / km)

B SOC es estado de carga de la batería, SOC (%)

$E_{\text{nom}}$  es la capacidad nominal de la batería (kWh)

Cabe señalar que el alcance de un automóvil eléctrico depende de varios parámetros, de los cuales cuatro son importantes.

Primero y principal es la energía consumida por el automóvil. Cuando un automóvil viaja a mayor velocidad, generalmente se consume más energía debido a la fricción y la resistencia del aire. Por lo tanto, menos campo de prácticas es posible.

El segundo parámetro es la eficiencia de la batería, que depende de varios parámetros, incluida la temperatura ambiente, la corriente de descarga y el envejecimiento de la batería.

El tercero es el estilo de conducción. Por ejemplo, conducir en la ciudad es muy diferente de conducir en carretera. Es por eso que la EPA proporciona estimaciones separadas de economía de combustible para MPGe para ciudad, carretera y combinadas. El parámetro

final es la energía consumida por los accesorios a bordo, como el sistema de aire acondicionado, los sistemas de enfriamiento de la batería, etc.

Por ejemplo, consulte esta página web en el campo de prácticas de la familia Model S de Tesla. Puede ver cómo el rango del automóvil varía entre las variantes, cómo está influenciado por la selección de ruedas y neumáticos y la velocidad de conducción. Si bien los detalles en la página no se pueden generalizar para todos los automóviles, da una buena indicación del comportamiento.

Cómo calcular los costos operativos en una flota de vehículos

Gastos fijos y variables, y el rol de los sistemas de gestión de flota en la optimización del presupuesto.

La administración de costos es un aspecto esencial para la gestión de flotas de transporte. Conocer al detalle cuánto se gasta permite establecer presupuestos realistas y trazar objetivos de mejora más inteligentes.

Costos directos e indirectos

Una empresa tiene dos grandes tipos de costos asociados a su actividad logística: los directos y los indirectos. Veamos cada uno por separado.

Los costos directos están relacionados estrictamente con el servicio de transporte, y pueden ser tanto fijos como variables.

Los costos directos fijos son aquellos que se mantienen independientemente del número de viajes realizados por los vehículos, e incluyen:

- El sueldo y cargas sociales de los conductores.
- Impuestos sobre el vehículo (patente, VTV) y sobre la actividad.
- Seguros sobre el vehículo, la carga o los pasajeros.
- Gastos de financiación asociados a la adquisición de los vehículos.



Los costos directos variables están vinculados al nivel de actividad de los transportes.

Usualmente implican:

- Gastos de combustible.
- Gastos en el recambio de neumáticos, lubricación, o reparaciones.
- Gastos de mantenimiento preventivo.
- Gastos de peaje.
- Viáticos de los conductores.

Los costos indirectos, a su vez, tienen que ver con gastos de estructura, e incluyen gastos comerciales y de administración, material de oficina, sistemas de gestión, etc. El cálculo de los gastos indirectos varía según las características de negocio.

Cómo calcular los gastos variables

¿Cómo utilizamos los indicadores mencionados en el punto anterior para seguir de cerca el rendimiento de una flota y optimizar sus costos?

En primer lugar, cabe mencionar que los costos fijos se integran sin mayor dificultad en las previsiones del gasto, ya que se mantienen estables durante todo un período. Sin embargo, cuando observamos los gastos variables, es necesario calcularlos en base al nivel de actividad; o lo que es lo mismo, en base a los kilómetros recorridos. Por ejemplo:

- Gasto anual de combustible por kilómetros recorridos.
- Gasto anual de mantenimiento por kilómetros recorridos.
- Gasto anual en neumáticos por kilómetros recorridos.
- Gasto anual en reparaciones por kilómetros recorridos.

Estos indicadores deben calcularse para cada vehículo. De esta forma, se puede detectar qué unidades necesitan más atención a la hora de realizar los mantenimientos programados.

En segundo lugar, es importante realizar una revisión de los gastos variables en relación con las rutas establecidas para cada unidad. Este tipo de análisis puede ayudarnos a conocer

qué caminos presentan dificultades y redundan, por ejemplo, en un mayor consumo de combustible, o en un desgaste inusual de los neumáticos.

### **3.9 El Rol de los Sistemas de Gestión de Flotas**

Un ejemplo: los sistemas de gestión como Fliit permiten realizar un seguimiento detallado de la actividad de cada unidad de transporte, facilitando el registro de información y los posteriores cálculos respecto de su rendimiento (Fliit.com, 2020).

Entre las funciones avanzadas de Fliit se cuentan las de monitoreo de combustible, horómetro (tiempo de uso), odómetro (kilómetros recorridos), y estado del vehículo (si está encendido o apagado). Estos datos hacen que la gestión de costos de una flota de vehículos sea más sencilla, y que las decisiones sobre el rendimiento de las unidades estén basadas en información confiable.

Un plan integral de mantenimiento requiere de algunas definiciones.

1. ¿Qué componentes del vehículo serán parte de las revisiones?
2. ¿Cuál es la vida útil de cada uno de estos componentes?
3. ¿Qué trabajos deben realizarse para optimizar la vida útil de cada uno?
4. ¿Con qué frecuencia se realizarán las revisiones?

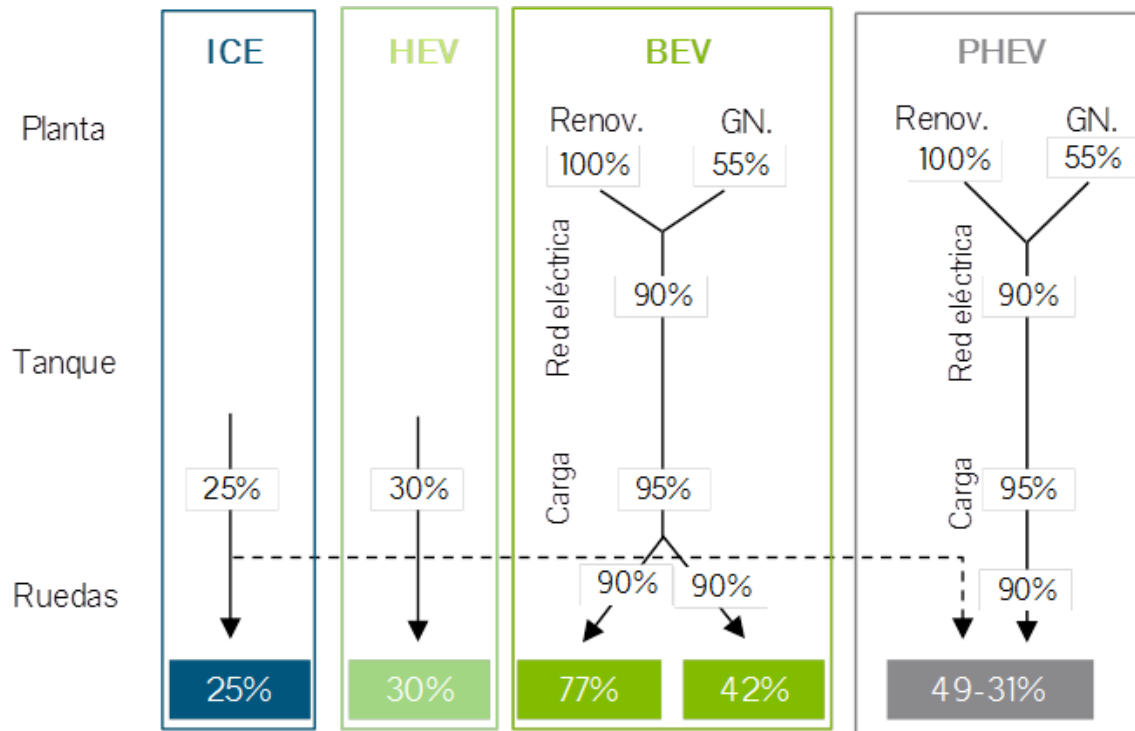
### **3.10 La Eficiencia Energética del Vehículo Eléctrico**

En la determinación de la eficiencia de un vehículo eléctrico, influye de manera importante el origen de las fuentes de las que se obtenga la electricidad dentro del parque generador, ya que una central térmica puede tener una eficiencia entre el 35% y 60% y otra con fuentes renovables del 100% (ya que implica la no utilización de energías primarias finitas y con coste). Según los datos que se muestran en Figura 16, el vehículo convencional de gasolina (ICE), con motor de combustión interna, tiene una eficiencia global del 25%. Es decir, de la energía del combustible introducido en el vehículo sólo se obtiene en forma de energía mecánica para el movimiento de las ruedas el 25%, desaprovechándose el 75% restante (por

rozamientos dentro del motor o en la tracción o los propios factores termodinámicos limitadores del rendimiento en los motores de explosión).

**Figura 16**

*Análisis de la eficiencia en el “Tanque-ruedas” (ICE, HEV) y “Planta-ruedas” (parte eléctrica del PHEV y BEV)*



Fuente: Manitoba Hydro

Por su parte, en el vehículo híbrido (HEV), la introducción de un motor eléctrico, además del convencional, contribuye a la mejora de la eficiencia energética hasta alcanzar niveles del 30%. En el caso del BEV, las estimaciones muestran una eficiencia que alcanza el 77% si la electricidad que carga las baterías del BEV tiene un origen plenamente renovable y un 42% si el mix de generación eléctrica está basado en gas natural. Lógicamente, el PHEV, dado que es una combinación de motor convencional y eléctrico, tendrá una eficiencia mixta entre el 31-49%, según la utilización de estos, muy superior a la del vehículo convencional o el híbrido tradicional. Según estas cifras se puede llegar a aprovechar el doble una unidad de energía en un PHEV respecto a un vehículo convencional.

### 3.11 Economía del Vehículo Eléctrico desde un Punto de Vista Prospectivo

Actualmente, la diferencia de precios de compra entre dos vehículos, presumiblemente iguales, uno convencional y otro eléctrico puro es de aproximadamente 15.000 dólares, considerando una vida útil de 15 años y recorrido anual de 20.000 kilómetros. Este mayor coste tiene un impacto sobre la amortización, que será el mayor coste por kilómetro de este vehículo.

Esta estimación considera un coste futuro de la batería de 320 dólares por kWh para el PHEV y de 250 dólares por kWh para el BEV. De esta forma, una reducción de coste de las baterías por debajo de esta estimación contribuiría de forma importante a reforzar la competitividad del eléctrico frente al convencional.

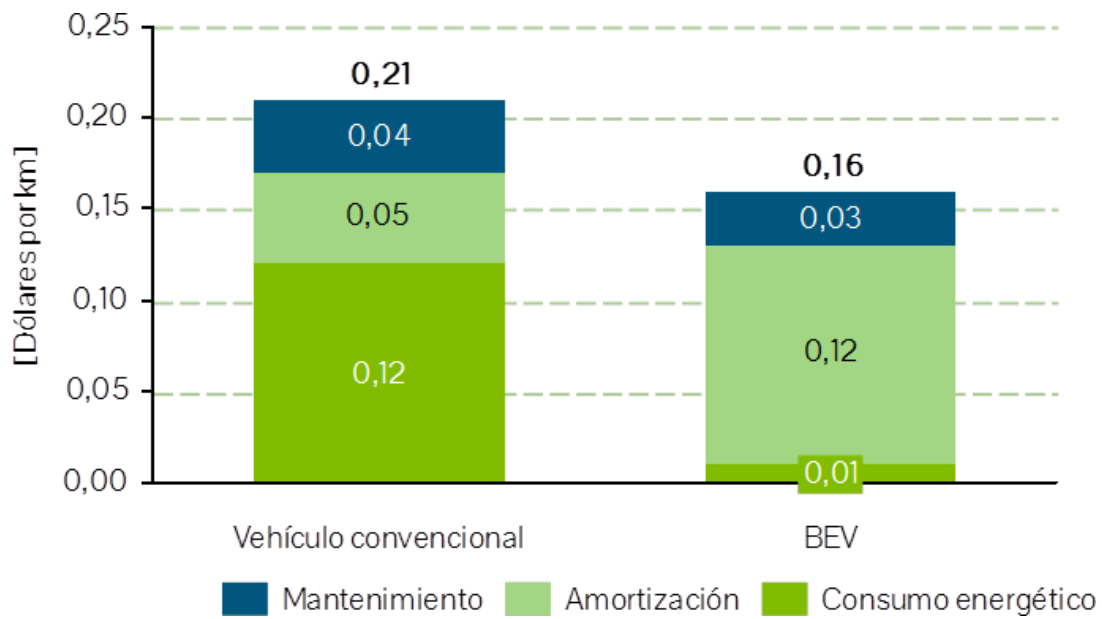
El consumo de energía del vehículo convencional (6 litros por cada 100 km, lo que implica un coste de unos 9€/100 km a precios actuales) es muy superior al del BEV (15 kWh por cada 100 km, a 0,12€/kWh, lo que supone un coste de alrededor de 1,80€/100 km que podría verse reducido en caso de aplicar una tarifa con discriminación horaria).

Considerando unos costes de mantenimiento en el entorno de los incluidos en el informe de McKinsey (McKinsey Quarterly, 2009), se puede observar en la Figura 17 que el coste total por kilómetro es muy superior en los vehículos convencionales que en los BEV.

Teniendo en cuenta algunos datos, los valores de emisiones del vehículo convencional frente a los valores del vehículo eléctrico puro por cada 100 km son de 13,3 KgCO<sub>2</sub> y 3,3 KgCO<sub>2</sub>, respectivamente, como se puede observar gráficamente en la Figura 18. Esto demuestra cómo los vehículos eléctricos aportan una solución real para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector del transporte.

**Figura 17**

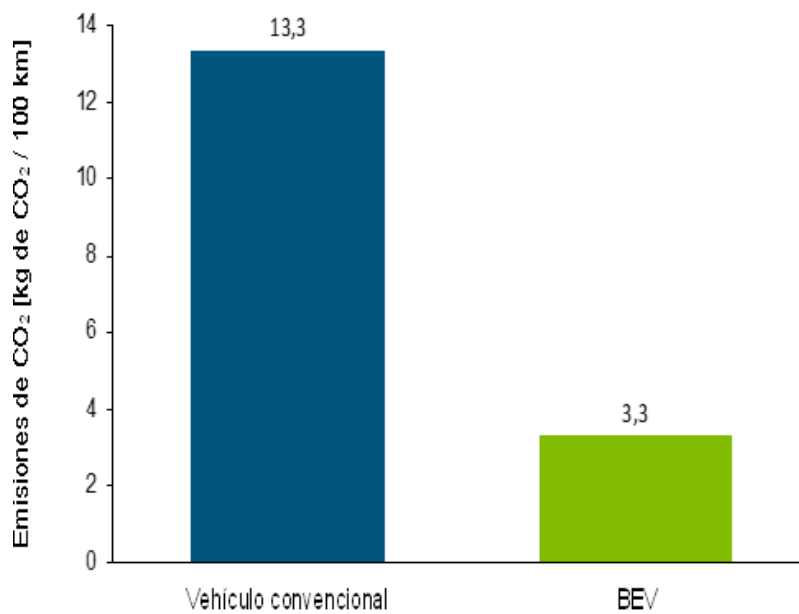
*Comparativa de Costes Totales por Kilómetro entre un Vehículo Convencional y un BEV en 2035*



Fuente: On the road in 2035 (MIT)

**Figura 18**

*Emisiones de CO<sub>2</sub> de un Vehículo Convencional vs un Vehículo Eléctrico Puro*



Fuente: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/>

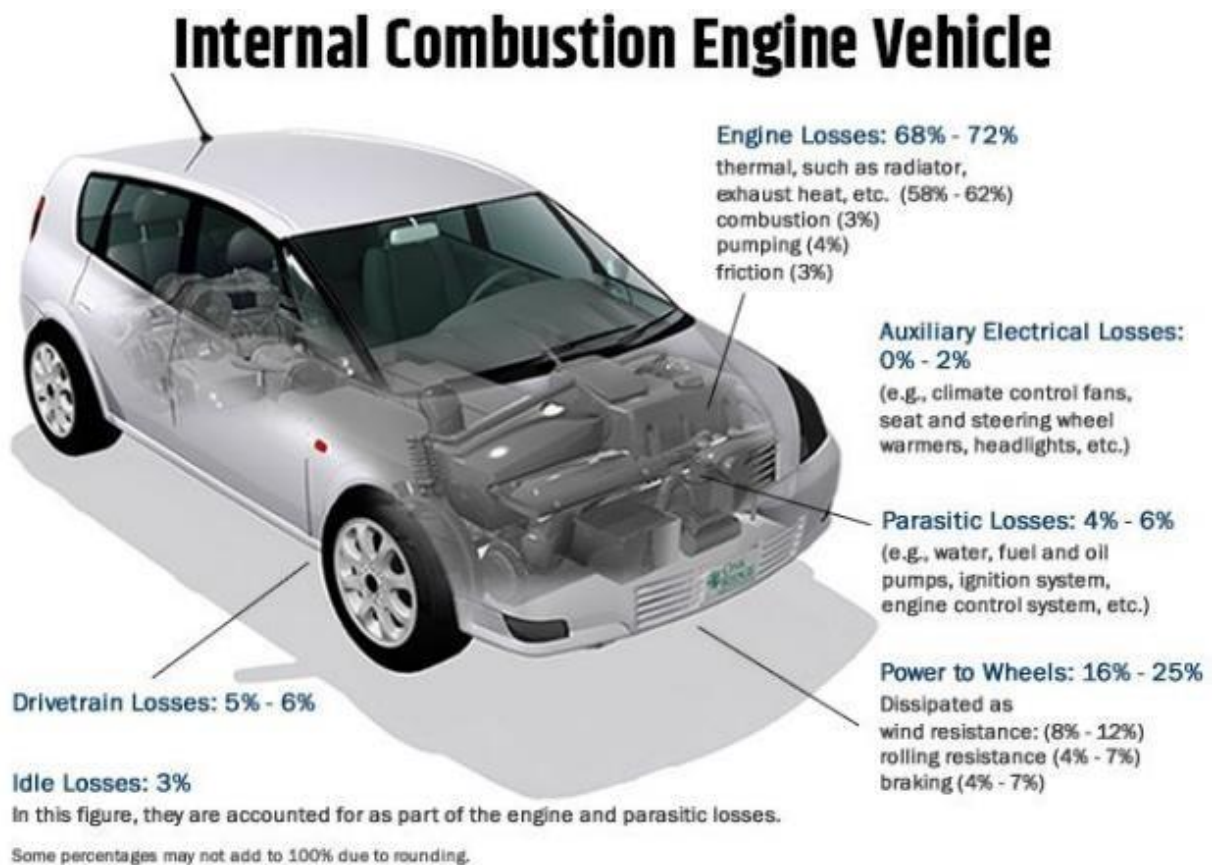
### 3.12 Limitaciones de los Vehículos Eléctricos

Al examinar los ahorros potenciales a nivel de hogar en lugar de a nivel de vehículo porque en hogares con varios vehículos, un solo BEV tiene el potencial de realizar la mayor parte de las necesidades de conducción y, por lo tanto, maximiza los ahorros para el hogar (Tamor, 2015)

En la Figura 19 se puede apreciar las pérdidas comunes en un vehículo con motor de combustión interna y en la Figura 20 se puede apreciar las pérdidas comunes en un vehículo eléctrico. A dónde va la energía (valores combinados de ciudad / carretera).

**Figura 19**

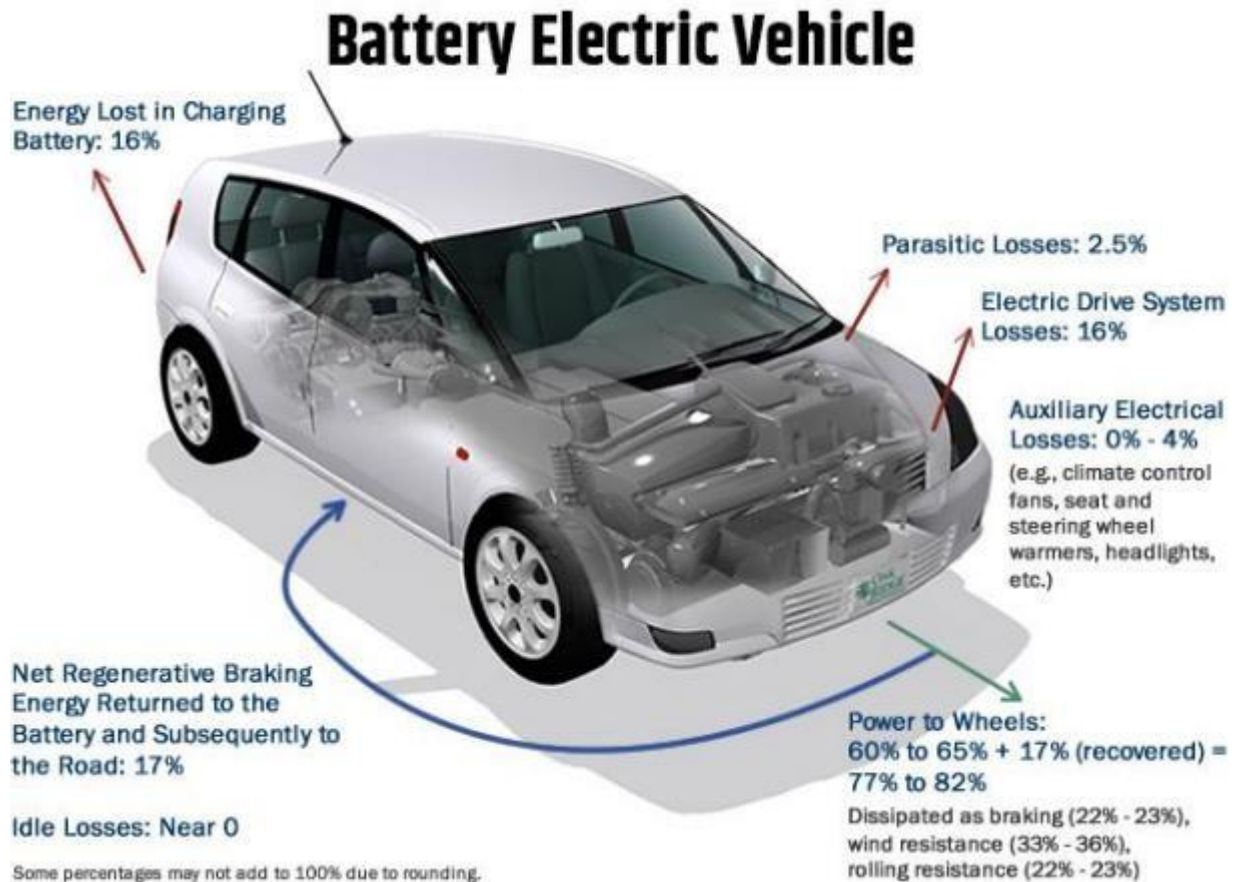
*Pérdidas de un Vehículo Convencional*



Fuente: US Department of Energy

Figura 20

*Pérdidas de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: US Department of Energy

Las estimaciones muestran que conducir un vehículo eléctrico cuesta aproximadamente la mitad de lo que cuesta conducir un vehículo ICE tradicional. El cuadro a continuación muestra el costo de conducir un sedán de bajo consumo de combustible 400 millas, con un precio de gasolina de \$ 2.50 / galón, en comparación con un vehículo eléctrico con un costo de electricidad de aproximadamente \$ 0.09 / kWh.

El tren motriz en un vehículo ICE contiene más de 2,000 partes móviles típicamente, mientras que el tren motriz en un EV contiene alrededor de 20 (Forbes, 2020).

En promedio, los vehículos eléctricos de batería (BEV) representativos de los vendidos hoy producen menos de la mitad de las emisiones de calentamiento global de vehículos comparables a gasolina, incluso cuando se toman en consideración las emisiones más altas

asociadas con la fabricación de BEV. Según el modelo de los dos BEV más populares disponibles en la actualidad y las regiones donde se venden actualmente, el exceso de emisiones de fabricación se compensa dentro de los 6 a 16 meses posteriores a la conducción (Ameinfo.com, 2019).

**Figura 21**

*Comparación entre Vehículo Eléctrico y Vehículo a Gasolina*

VEHÍCULO ELÉCTRICO		VEHÍCULO GASOLINA	
● Sin emisiones de escape		● Con emisiones de escape	
● Empresa de suministro		● Exportadores de petróleo	
● Promedio 250 km de autonomía		● Aprox. Más de 300 km de autonomía	
● Tiempo de recarga		● Tiempo de recarga	
● Mayor aceleración		● Menor aceleración	
● Sin vibraciones ni ruido		● Vibraciones y ruido	
● Menor consumo, mayor ahorro		● Mayor consumo, menor ahorro	
● Mantenimiento escaso		● Mantenimiento periódico	
● Mayor valor de compra		● Menor valor de compra	
● Contaminación de baterías (sin reciclar)		● Reciclado de autopartes	

Fuente: Federación Internacional del Automóvil (FIA)

En la Tabla 2 se observa un resumen comparativo entre los vehículos eléctricos, híbridos y de combustión interna.



**Tabla 2***Cuadro Comparativo entre Vehículo Eléctrico, Vehículo Híbrido y Vehículo a Combustión Interna*

<b>Características</b>	<b>Eléctrico (EV)</b>	<b>Híbrido</b>	<b>Combustión</b>
Ecología	✓	✓	X
Precio	X	X	✓
Autonomía	X	✓	✓
Producción ecológica y controlada	X	X	X
Costos de reparación	X	X	✓
Ahorro del servicio de Afinación	✓	—	X

### **3.13 Fomento de Vehículos Eléctricos en el Ecuador**

El Pleno del Comité de Comercio Exterior (COMEX) mediante Resolución No. 016-2019 adoptada el 03 de junio de 2019, redujo al 0% el arancel a la importación de vehículos eléctricos para uso particular, transporte público y de carga, los cargadores para electrolinerías, las baterías y cargadores para vehículos eléctricos, permitiendo mantener armonía con los beneficios tributarios emanados de la Ley Orgánica para el Fomento Productivo, Atracción de Inversiones, Generación de Empleo, Estabilidad y Equilibrio Fiscal.

Con esta iniciativa el Ecuador busca minimizar el impacto ambiental, promoviendo la construcción de sistemas de movilidad sustentable, disminuyendo los efectos de la contaminación, la destrucción ambiental y, facilitando el acceso a nuevos y modernos medios de transporte (COMEX, 2019).

**Tabla 3***Fomento de Vehículos Eléctricos en el Ecuador*

<b>Disposiciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuador duplica la capacidad instalada en generación de energías limpias para la industria (de 4070 MW en 2008 a 8569 MW en 2017).</li> <li>• Incorporación en la Norma Técnica Ecuatoriana de diferentes tipos de vehículos con propulsión eléctrica (INEN).</li> <li>• Homologación para que los vehículos eléctricos puedan circular sin restricciones (Matriculación ANT)</li> <li>• Tarifa Subsidiada para vehículos eléctricos: 0,05 USD/kWh.</li> <li>• Priorización de adquisición de vehículos eléctricos para las entidades de la Administración Pública Central (MCPEC).</li> </ul>

Fuente: Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad.

El objetivo de Ecuador es contar con un marco jurídico fortalecido y una institucionalidad sólida orientada a la promoción de la eficiencia energética. Igualmente, pretende reemplazar tecnologías de transporte ineficientes, implementar el etiquetado energético y capacitar en técnicas de conducción eficiente. A partir de 2008, se ha incentivado la adquisición de vehículos híbridos y eléctricos mediante la exoneración de aranceles, aunque solamente es aplicable a vehículos livianos.

La firma Frost y Sullivan realiza esa estimación basada en los incentivos económicos y en la matriz energética del país. La academia y las empresas investigan formas de abaratar los costos.

Las cifras de la ATM respecto del parque automotor de Guayaquil dan cuenta de un crecimiento promedio anual de 45.000 carros entre el 2015 y el 2018. Pero si el año pasado el registro fue de 484.049 unidades, Christian Rochina, jefe de Estadística de la institución, manifiesta que podría haber 500.000 unidades en la ciudad tomando en cuenta los automotores que llegan de fuera de la urbe.

**Figura 22**

*Vehículos en la Ciudad de Guayaquil*



Una de las principales políticas que afectan al proceso de introducción de vehículos híbridos o eléctricos es la política de subsidios a combustibles fósiles.

### **3.14 Costos de Mantenimiento**

El mantenimiento correctivo actual consiste en reparar las unidades según se van presentando las fallas, lo que implica invertir en gastos no premeditados, incurriendo en largos periodos de paro de la unidad y afectando la ruta asignada para el vehículo. Los costos generados por mantenimiento correctivo representan aproximadamente un 75% por encima del mantenimiento preventivo.

En la lista de vehículos se elabora el registro descriptivo permanente de los vehículos sobre los cuales se realiza la programación y ejecución de las actividades de mantenimiento. Este registro de vehículos está caracterizado por: tipo de unidad, la marca, el modelo, la placa, el color y el año de fabricación.

Se realiza adicionalmente una ficha técnica que contiene la información referente al número de la unidad, modelo del vehículo, fabricante del vehículo, la placa, el tipo de motor,

el color, el año de fabricación, las dimensiones del vehículo, el peso, las especificaciones referentes al servicio y mantenimiento como, por ejemplo, tipo de combustible, aceite de motor, refrigerante para motor y características de llenado de los neumáticos.

Uno de los beneficios adicionales de un vehículo eléctrico son los costos de mantenimiento significativamente más bajos. El uso de energía eléctrica por parte del automóvil significa que no hay combustión interna que conduce a una menor corrosión. El motor de un vehículo eléctrico también tiene menos partes móviles como correas de ventilador, bujías, etc., lo que le ahorra dinero en repuestos y costos de servicio. El ahorro anual promedio en mantenimiento para el propietario de un vehículo eléctrico es de aproximadamente \$ 800 al año.

Para nuestro estudio se realizó la comparación entre un vehículo Chevrolet Aveo y un vehículo eléctrico BYD e5.

### **3.15 Vehículo Eléctrico BYD E5**

BYD E5 es un sedán de tracción delantera puramente eléctrico de largo alcance con espacio interior superior. Perfecto para satisfacer la creciente demanda para taxis eléctricos Sin el uso de sistemas de energía tradicionales, el e5 viene con tecnología patentada de primer nivel BYD NCM baterías que proporcionan un alcance nominal de 400 km con una sola carga. Eficiencia, bajo ruido y comodidad hacen de este sedán eléctrico La mejor opción ecológica que contribuye en gran medida a la sociedad y al medio ambiente.

La marca china BYD es de las que más ha dedicado esfuerzos para desarrollar modelos eléctricos e híbridos. La más reciente llegada al país es la del 100% eléctrico e5, un sedán espacioso con una autonomía de 250 km. En la Figura 23 se observa el vehículo en mención.

**Figura 23***Vehículo BYD E5*

### 3.16 Especificaciones Técnicas BYD E5 (400)

En las Tablas 4 y 5 se pueden observar las especificaciones técnicas del vehículo eléctrico.

**Tabla 4**

*Especificaciones del Vehículo Eléctrico*

<b>Especificaciones del Vehículo</b>	
<b>Datos del producto</b>	
Marca	BYD
Modelo	E5
Tipo	Eléctrico
Clase [tipo]	M1
<b>Motor (Eléctrico)</b>	
Tipo de motor	AC sincrónico
Familia y Modelo	BYD-2217TZ-XS-B
Potencia máxima	160 kW (214 HP)
Torque	310 Nm
Autonomía (100% eléctrico)	400 km NEDC
Tipo de baterías	604.8 V – 0 – 120 A – 60 kWh
Velocidad máxima combinada [km/h]	130 km/h
<b>Dimensiones externas</b>	
Longitud total [mm]	4680 mm
Ancho total [mm]	1765 mm
Alto total [mm]	1500 mm
Distancia entre ejes [mm]	2660 mm
Voladizo delantero [mm]	985 mm
Voladizo posterior [mm]	1035 mm
Trocha eje delantero [mm]	1525 mm
Trocha eje posterior [mm]	1520 mm
Altura mínima al suelo [mm]	120 mm
Radio de giro [mm]	5300 mm
<b>Pesos y Capacidades</b>	
Peso bruto vehicular [PBV] [kg]	2275 kg
Peso en vacío [kg]	1900 kg
Capacidad de carga [kg]	425 kg
Capacidad volumétrica del maletero [L]	450 L
Economía de combustible [km/kWh]	6.75 km/kWh
Capacidad de pasajeros, de pie y sentados [incluye chofer]	5 pasajeros

Nota: Adaptado de BYD AUTO CO., LTD. [Http://www.dyd.com](http://www.dyd.com)

**Tabla 5***Especificaciones del Vehículo Eléctrico (Continuación)*

Especificaciones del Vehículo	
<b>Transmisión</b>	
Marca	BYD
Modelo	BYDNT31-4
Tipo	Transmisión automática controlada electrónicamente
Nº de marchas	3 (Drive, Neutro y Retro)
Relaciones	Relación Neutro a Drive: 3.16 Relación Neutro a Retro: 3.16
Relación final de transmisión	9.35
Tracción	4x2 Delantera
<b>Suspensión</b>	
Delantera	McPherson puntal de suspensión independiente
Posterior	McPherson puntal de suspensión independiente
<b>Dirección</b>	
Descripción sistema	Rack y piñón con asistencia eléctrica. Hay un motor que proporciona la potencia de asistencia para el sistema de dirección.
<b>Frenos</b>	
Delanteros	Descripción
Marca	Xiayi County Huaihai Foundry Co.
Tipo de Accionamiento	Hidráulico
Posteriores	Descripción
Marca	Xiayi County Huaihai Foundry Co.
Tipo de Accionamiento	Hidráulico
De Estacionamiento	Descripción
Marca	Xiayi County Huaihai Foundry Co.
Tipo de Accionamiento	Eléctrico
Sistemas Adicionales	Descripción
Tipo de Accionamiento	Sistema de ABS, freno regenerativo
<b>Batería</b>	
Voltaje	604.8V (168 celdas)
Capacidad	60.5 kWh
<b>Carga</b>	
Tipo de carga	AC
Potencia de carga	40 kW / 7 kW
Tiempo de carga	2 horas / 9 horas

Nota: Adaptado de BYD AUTO CO., LTD. [Http://www.dyd.com](http://www.dyd.com)

## Capítulo IV

### Proceso de Implementación de la Electromovilidad

#### 4.1 Estrategia de Movilidad Eléctrica

Cada día la movilidad eléctrica va tomando más protagonismo en la sociedad latinoamericana, ya sea a través de nuevas regulaciones, inversiones privadas, incentivos y beneficios de los gobiernos, bajas de impuestos, entre otros.

La Estrategia de Movilidad Eléctrica debe enfocarse en las acciones necesarias para impulsar la tecnología de vehículos eléctricos (automóviles, autobuses, etc.) en el país, sobre la base de 4 pilares estratégicos:

- Gobierno
- Normativa
- Sectores Estratégicos
- Educación

##### 4.1.1 *Gobierno*

La movilidad es un tema que involucra muchos actores dentro de sus ámbitos de competencia, como: energía, tránsito y vialidad, normativa, obras/ infraestructura y planificación territorial. Poner en marcha un programa permanente para el gobierno y la coordinación multisectorial de la movilidad eléctrica.

Líneas de Acción:

1. Gobierno Interinstitucional.
2. Gobierno Público-Privado.

La estrategia resalta la importancia de consolidar la coordinación interinstitucional, así como crear los espacios para la participación del sector privado. Como parte de la promoción de la movilidad eléctrica se deben evaluar posibles incentivos (fiscales y no fiscales) en base a estudios de costo-beneficio que sustenten dichos incentivos. Paralelamente se deben



implementar medidas tendientes a desincentivar la adquisición y uso de vehículos ineficientes, a fin de nivelar el terreno de la competencia entre los autos eléctricos y los vehículos con motores de combustión interna en el mercado,

#### **4.1.2 Normativa**

Tener reglas claras facilita las inversiones, desarrollar una normativa coherente en base a la experiencia internacional y a las realidades del país, permitirá un despliegue ordenado de la tecnología de vehículos eléctricos. Se debe proponer una normativa y reglamentación para el desarrollo de la infraestructura, comercialización y operación de la movilidad eléctrica.

Líneas de Acción:

1. Promoción de la inclusión de puntos de carga en nuevas edificaciones y planes de desarrollo urbanístico.
2. Lineamientos para cobro de servicios de carga a EV.
3. Red eléctrica y carga de vehículos.
4. Reglamentación y normativa para infraestructura de carga.
5. Comercialización de electricidad para carga de EV.

#### **4.1.3 Sectores Estratégicos**

Realizar estudios buscando formular y evaluar la factibilidad tanto técnica como económica de proyectos específicos de sustitución de vehículos es primordial para tomar las decisiones adecuadas conforme la tecnología e incentive las inversiones. Se debe promover mecanismos de financiamiento y promover nuevos modelos de negocios y emprendimientos asociados a la movilidad eléctrica, al igual que garantizar la sostenibilidad ambiental en la transición a la movilidad eléctrica y avanzar con el proceso de electrificación de las flotas privadas dentro del país.

Líneas de Acción:

1. Financiamiento de estudios de factibilidad y formulación de proyectos.

2. Financiamiento para reemplazo de flotas - banca de desarrollo.
3. Financiamiento y seguros para consumidores individuales y de flotas - banca comercial.
4. Gestión de vehículos viejos.
5. Gestión de baterías.
6. Flotas privadas.

Los proyectos piloto son clave para realizar pruebas y estudios necesarios para estar al tanto con la tecnología, identificar las rutas más convenientes y comparar los costos. Se debe explorar cómo involucrar a otros tomadores de decisión que tienen impacto directo en la vida urbana como son los gobiernos locales y las municipalidades.

#### **4.1.4 Educación**

La implementación de la movilidad eléctrica demandará de estudios, investigaciones sobre la implementación de tecnología en las condiciones específicas de Guayaquil, igualmente se abren oportunidades para la innovación. Se debe fortalecer las capacidades en Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i) en materia de movilidad eléctrica, así como robustecer el pensum de formación técnica profesional y de educación superior en lo relacionado con la movilidad eléctrica.

Líneas de Acción:

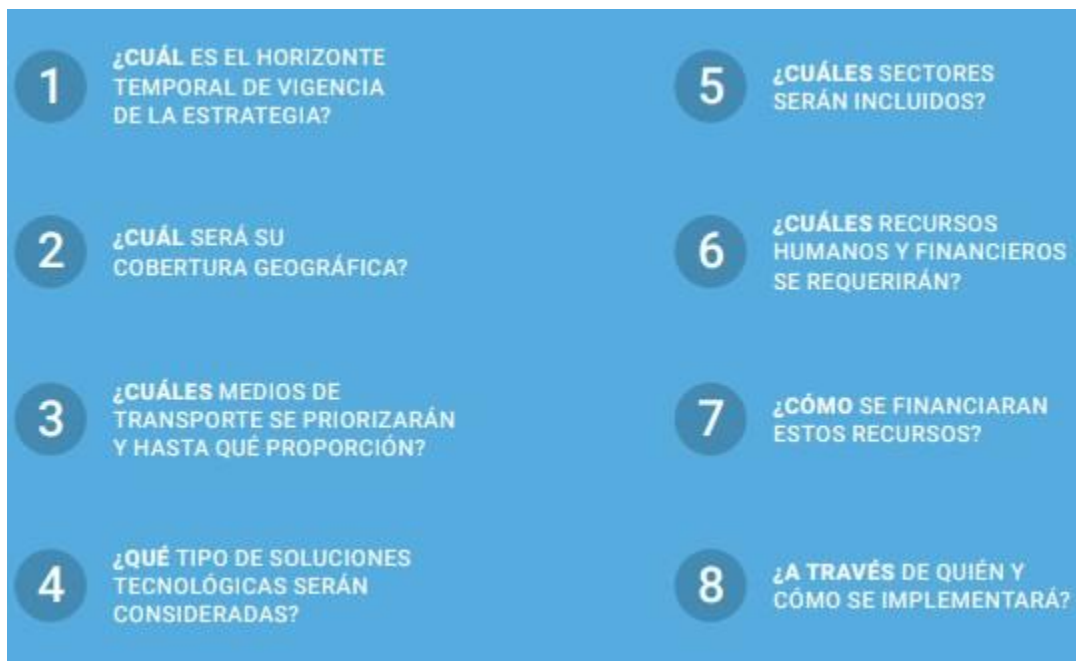
1. Investigación, desarrollo e innovación.
2. Formación Técnica.

Existen muchos mitos sobre la movilidad eléctrica, estos son producto de la falta de conocimiento de la tecnología, es por ello por lo que se requiere un programa de difusión y divulgación que rompa con los mitos y permita superar las barreras relacionadas al miedo al cambio a través de información a todos los niveles (tanto técnico y especializados, como sencillo y de fácil comprensión).

En particular, es importante definir el alcance de la estrategia antes que participe el resto de las partes interesadas: ¿cuál es el horizonte temporal de vigencia de la estrategia? ¿cuál será su cobertura geográfica? ¿cuáles medios de transporte (vehículos privados, buses, taxis, motos, bicicletas, etc.) se priorizarán y hasta qué proporción? ¿qué tipo de soluciones tecnológicas serán consideradas? ¿cuáles sectores serán incluidos? ¿cuáles recursos humanos y financieros se requerirán? ¿cómo se financiarán? ¿a través de quién y cómo se implementará? (ver Figura 24).

**Figura 24**

*Alcance de la Estrategia*



#### 4.2 Análisis sobre el Vehículo Eléctrico

Entre las cuestiones y limitaciones que deben tenerse en cuenta en cualquier análisis sobre el vehículo eléctrico y que pueden variar decisivamente en el futuro destacan:

- Las dificultades de información: al no estar todavía disponibles en el mercado de producción masiva los BEV, es muy difícil establecer supuestos de costes que sirvan para hacer un análisis cuantitativo completo. Actualmente comienzan a aparecer

fabricantes únicamente de vehículos eléctricos pero el número de ellos sigue siendo bajo para poder hacer este análisis.

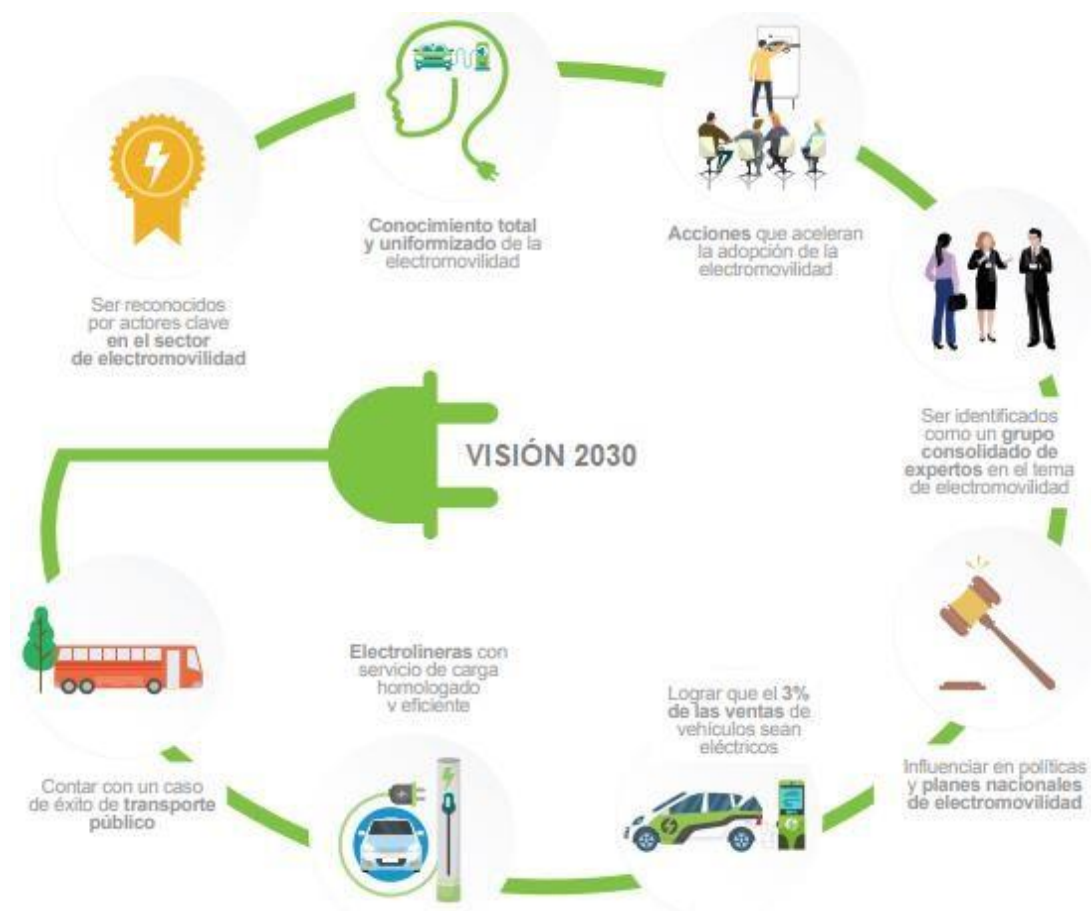
- Nichos de mercado: la viabilidad económica del vehículo eléctrico dependerá también del segmento de mercado donde se plantee su introducción.
- Imagen corporativa y/o conciencia ecológica: los vehículos eléctricos pueden ser interesantes para empresas y particulares que quieran ofrecer una imagen más compatible con el medio ambiente aceptando incrementar los costos del transporte.
- Utilización urbana: la utilización del coche eléctrico puro puede tener una mayor introducción para utilización urbana, ya que la limitación en la autonomía afecta menos y la ganancia en eficiencia energética es mayor al igual que es mejor la consideración económica frente a una utilización mixta o predominantemente de carretera.
- Ámbito geográfico: en este sentido, se debe analizar el mayor número de kilómetros recorridos por conductor y una mayor disponibilidad de garajes donde sea factible la introducción del vehículo eléctrico enchufable, por la mayor facilidad de recarga doméstica nocturna.
- Impacto sobre las redes: no se prevé que la introducción masiva de vehículos eléctricos afecte de forma negativa a las redes eléctricas. Por el contrario, es de esperar que la recarga de estos vehículos se realice por la noche, que es cuando más barata es la energía y menor es la utilización de las instalaciones.
- Incentivos y ayudas públicas: impuestos diferentes para los vehículos convencionales y el ofrecimiento de ayudas públicas a los EV pueden modificar sustancialmente los costes de movilidad de uno y otro vehículo.
- Coste de las energías: tendencias incrementales en el precio de combustibles fósiles afectará favorablemente al vehículo eléctrico.

- Aspectos sociológicos: la confortabilidad de los vehículos eléctricos debe ser similar a la de los vehículos convencionales. Por otro lado, la menor contaminación local, tanto sonora como de emisión de gases, es un elemento que juega muy a favor del coche eléctrico y ayudará a su introducción.

#### **4.3 Acciones Emprendidas con Relación a la Electromovilidad**

- Consecuencias de la electromovilidad: descripción y comparación de los diferentes medios de transporte y análisis de la influencia que tiene el uso en una flota de vehículos.
- Estrategias e iniciativas públicas: se presentarán diversos planes a nivel internacional, nacional y local que tienen el objetivo de impulsar el desarrollo del vehículo eléctrico, entre los incentivos destaca los incentivos.
- Ejemplo real de viabilidad: comparación del coste total de un vehículo eléctrico frente a un modelo convencional. El estudio cuantitativo se realiza con parámetros reales.
- Beneficios a la salud, la movilidad eléctrica brinda una mayor protección, en función del tráfico que existe en gran parte de las zonas urbanas, lo que ocasiona graves problemas de contaminación atmosférica, principalmente como consecuencia de las emisiones vehiculares.

Se propone un plan estratégico 2030 como parte de la metodología que representa la electromovilidad en el contexto de la creciente tendencia hacia la adopción de la política de movilidad urbana, en este plan se deben definir las políticas que habrán de regir los esfuerzos que se realicen (Figura 25).

**Figura 25***Visión de la Electromovilidad 2030*

#### 4.4 Principales Barreras para Electromovilidad

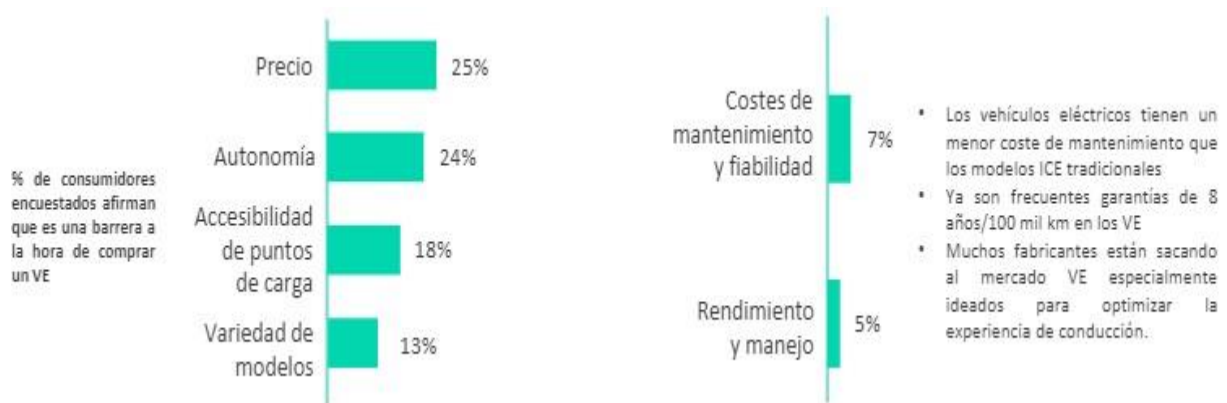
El mercado de los vehículos eléctricos cada vez está más en auge. Sin embargo, según expertos, no está obteniendo todo el potencial que debería ya que son varios los obstáculos e impedimentos que juegan un papel perjudicial para este sector, dentro de los cuales se pueden encontrar:

- Los elevados costos de inversión inicial de los vehículos eléctricos comparados con la tecnología de los motores de combustión interna.
- Incertidumbres en la fase de operación respecto a la vida útil y el mantenimiento de las unidades lo que puede hacer que los modelos financieros sean poco confiables.
- Subsidios a los combustibles fósiles.

- Necesidad de inversión en infraestructuras de recarga eléctrica.
- Limitación del alcance de las unidades.
- Necesidad de formación de conductores y mecánicos especializados.
- Ausencia de tarifas eléctricas específicas para el transporte.
- Dependencia del fabricante y necesidad de repuestos.
- Necesidad de homologación vehicular.

**Figura 26**

*Barreras para Electromovilidad*



Fuente: US Department of Transportation (2016) Mckinsey (2016)

Los obstáculos que se visualizan son:

- Cambios en las prioridades del poder ejecutivo.
- Baja generación de fuentes de energías alternativas.
- Desconfianza del mercado hacia la cadena de suministro de la electromovilidad.
- Bloqueos e impedimentos entre los distintos niveles de gobierno.
- Desinterés por crear la infraestructura urbana que demanda la electromovilidad.
- Políticas económicas que favorezcan la producción y el consumo de combustibles fósiles.
- Ausencia de incentivos para la compra y uso de medios motorizados eléctricos.

Como ejemplo se puede señalar la eliminación del motor de combustión interna que tiene efectos considerables en la arquitectura del vehículo, al igual que la integración de la batería voluminosa y pesada. Para compensar su peso, se introducen nuevas tecnologías y materiales en la construcción de la carrocería. Con todo, la electromovilidad ofrece oportunidades para nuevos conceptos y para alejarse de un diseño básico probado que tiene décadas de antigüedad. Muchas empresas ven oportunidades para el establecimiento de nuevas tecnologías (por ejemplo, para los procesos de fabricación aditiva y para el diseño ligero de automóviles) o para su entrada en el mercado de la industria del automóvil (por ejemplo, los fabricantes de motores eléctricos).

#### ***4.4.1 Lugares de Carga del Vehículo***

Hoy en día el mercado del vehículo eléctrico está muy marcado por el lugar donde se puede cargar el coche y, en función del lugar. Con los vehículos eléctricos, podemos aprovechar el tiempo que el vehículo está estacionado para recargar sus baterías (Figura 27). Se necesita un punto de carga distinto:

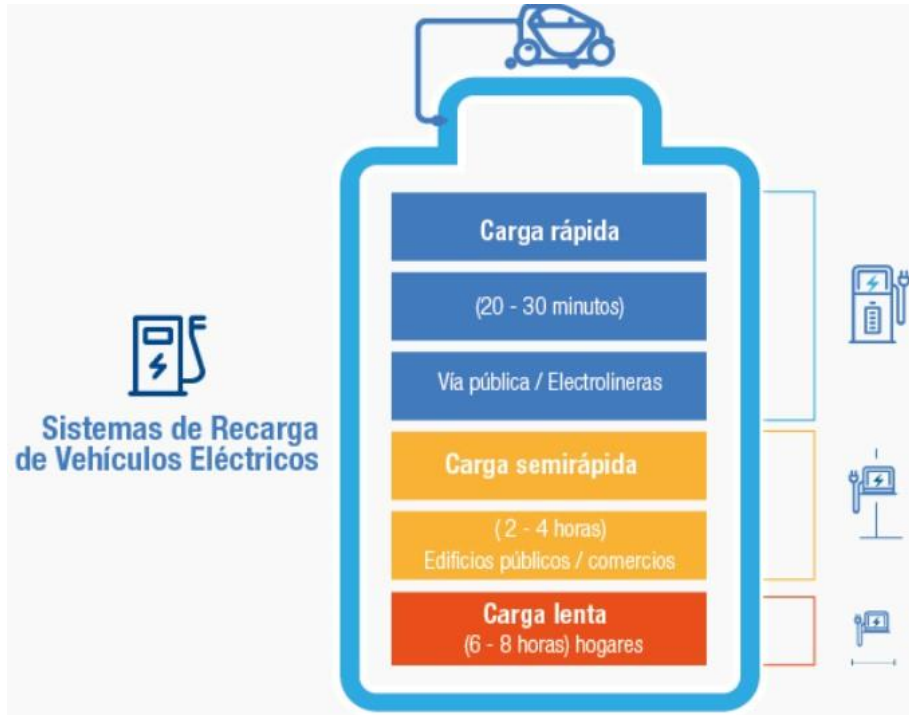
- **Residencial:** Ubicados en una casa unifamiliar o en un edificio residencial, se trata de puntos de recarga estándares, para conectar y cargar, especialmente de noche. En algunos puntos de carga puedes limitar la potencia o configurarlos para que el coche te cargue durante las horas en que la energía es más económica.
- **En el trabajo:** Cada vez más, las empresas están ofreciendo este servicio, sin costes adicionales.
- **Parkings privados:** actualmente todos los operadores de parkings tienen instalados puntos de recarga.
- **En la calle:** Gracias a las múltiples iniciativas de movilidad sostenible, cada vez hay más estaciones de carga ubicadas en parkings públicos o en la calle, a los que se puede acceder con tarjetas de identificación o por medio de aplicaciones móviles.



- Estaciones de Servicio: En este caso se trata de cargas muy rápidas, actualmente uno 30 minutos.

**Figura 27**

*Sistemas de Recarga de Vehículos Eléctricos*



Fuente: DelftX (2019a). Elaboración: GPAE-Osinergmin.

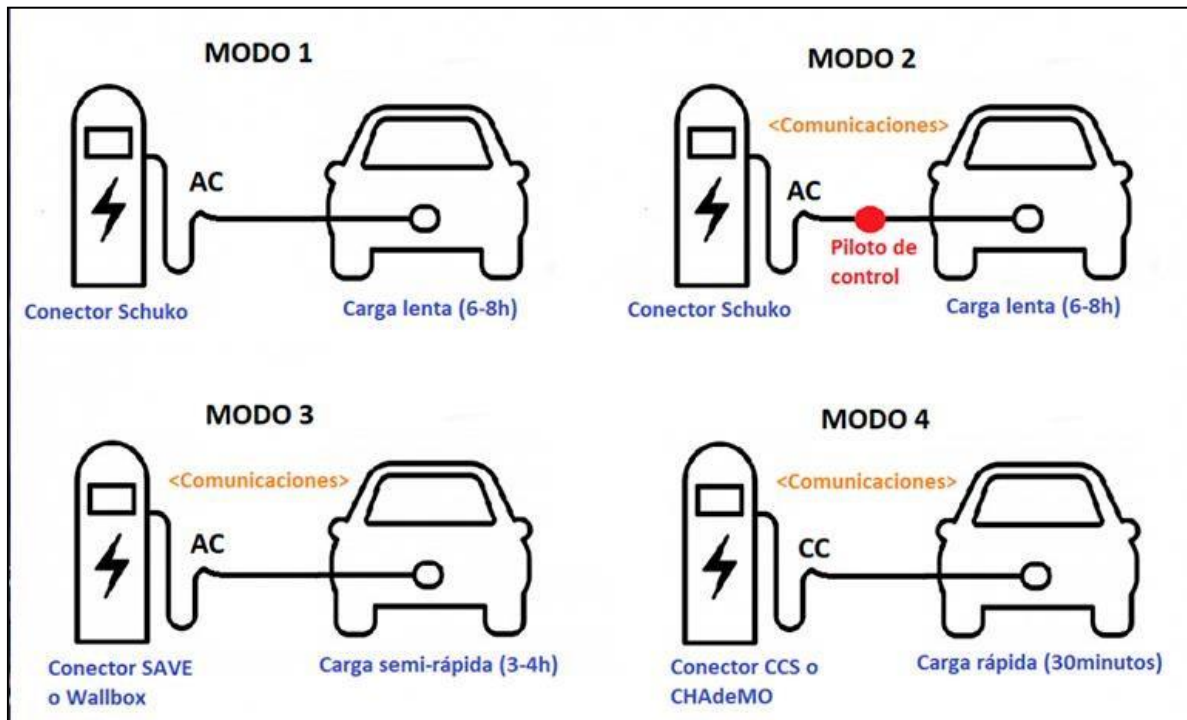
Para desarrollar una infraestructura de carga, es necesario entender cómo los conductores recargan sus vehículos. Los vehículos de motor de combustión interna, por lo general, se reabastecen de combustible cuando el tanque de gasolina está casi vacío y es usual que se llene al máximo. Esto se debe a que el único lugar donde se pueden reabastecer es en una estación de servicio. Con los vehículos eléctricos, los conductores recargan la batería, a menudo al 80%, en caso se utilice para viajes diarios o cortos que estén dentro del alcance de la batería o al 100%, si se va a realizar un trayecto largo.

#### **4.4.2 Modos de Carga del VE**

Desde el punto de vista del consumidor, lo que finalmente se busca es que la infraestructura de carga sea de fácil acceso, en el sentido de que existan suficientes electrolineras disponibles, con una estructura operativa y adecuada.

Aunque los modos de carga de los coches eléctricos (Figura 25) están en constante evolución, actualmente existen cuatro modalidades principales:

- Modo 1: se realiza en un enchufe clásico doméstico, el mismo que usamos para cualquier electrodoméstico en nuestras casas. Esta modalidad no cuenta con protección contra problemas eléctricos, y puede dar lugar a sobrecalentamiento y otros problemas eléctricos.
- Modo 2: de hasta 2,3 kW, es recomendable para cargar tu coche con una toma doméstica, ya que dispone de protecciones para asegurar la seguridad del hogar, el usuario y el coche. Esta modalidad permite cargar en unas 8 horas aproximadamente.
- Modo 3: es el más seguro para cargar el VE, permite cargar hasta 22kW. Este modo de carga requiere de un punto de recarga destinado exclusivamente a recargar vehículos eléctricos. Conectada con un cable a un circuito derivado específico, la estación de carga suministra una corriente de carga elevada sin que esto afecte a la red eléctrica de la vivienda. En esta modalidad, el tiempo de carga suele ser más breve y en aproximadamente 4 a 8 horas dependiendo de los elementos de carga mencionados anteriormente. Los dispositivos de control y protecciones se encuentran dentro del propio punto de recarga, y el cable incluye hilo piloto de comunicación integrado (por ejemplo, los conectores SAE J1772, Mennekes, Combinado o Scame).
- Modo 4: a diferencia de los modos de carga 1, 2 y 3, carga el coche en corriente continua y con una potencia de más de 22kW, con lo que permite una carga ultrarrápida. Cuando estimas el tiempo de carga de un cargador Modo 4, se calcula hasta el 80% de la batería, como son potencias muy altas, las baterías sufren y se desgastan. Hay un conversor a corriente continua y solo se aplica a recarga rápida (por ejemplo, conector CHAdeMO).

**Figura 28***Modos de Carga de Vehículos Eléctricos*

#### 4.5 Análisis de Riesgos y Mitigantes

Las principales amenazas para el proceso de implementación de la electromovilidad son:

- El elevado costo incremental de la adquisición de vehículos.
- El elevado tiempo de importación del vehículo tipo y de las piezas de recambio.
- La subida del precio de la energía eléctrica.
- La disminución del precio del combustible fósil.
- La menor autonomía de las baterías.
- La necesidad de infraestructura de recarga.
- La topografía de las ciudades.
- La oposición de los operadores a la implementación del proyecto.
- El fabricante no da opción al arrendamiento de las baterías.
- Las fluctuaciones de demanda importante, sobre todo a la baja.

- La combinación de varias amenazas.

#### 4.6 Matriz de Riesgos

Es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes en un proyecto. Su llenado es simple y requiere del análisis de las tareas que se desarrollan. Se pretende identificar los riesgos que pueden desestabilizar o hacer inviables los procesos de electromovilidad, así como los mitigantes de estos riesgos que pueden reducir las consecuencias sobre el proyecto de sustitución de flota.

Riesgo es un evento incierto que en el caso de ocurrir tendrá un impacto (ya sea negativo o positivo) en el proyecto.

Los riesgos negativos se consideran amenazas y los riesgos con impacto positivo se consideran oportunidades, a continuación, se indica 3 pasos necesarios para generar una efectiva matriz de riesgos para un proyecto.

Paso 1: Lógicamente el primer paso será identificar el máximo posible número de riesgos para nuestro proyecto (en el punto 4.5 se enuncian los que se obtuvieron).

Paso 2: Luego de identificar los riesgos, el siguiente paso sería hacer un análisis cualitativo y a ser posible también cuantitativo de los mismos para poder clasificarlos de mayor a menor importancia en nuestra Matriz de Riesgos.

Paso 3: Una vez analizada la probabilidad y el impacto de los riesgos del proyecto, siguiendo los pasos 1 y 2, procederíamos a cumplimentar la Matriz de Riesgos.

En esta matriz indicaríamos por un lado el riesgo, y por otro su probabilidad e impacto, el resultado de multiplicar  $P \times I$  (Probabilidad x Impacto) será la clasificación global del riesgo, podemos usar un código de colores para los riesgos en nuestra matriz como el siguiente: verde (riesgo bajo), amarillo (riesgo medio), rojo (riesgo alto). En la Figura 28 se puede apreciar en resumen los pasos para generar la matriz de riesgo en Excel.



El principio de aceptación de riesgos será el denominado “Tan reducido como razonablemente posible” (ALARP –*As Low As Reasonably Practicable*–, por sus siglas en inglés). Este principio puede representarse mediante el diagrama de la Figura 29.

**Figura 30**

*Principio ALARP de Aceptación de Riesgos*



Fuente: Automatización Industrial y Más (23012), basado en figura de la norma EN 50126

En la Tabla 6 muestra un listado de las amenazas de carácter general referentes a proyectos de introducción de autobuses eléctricos en un país, junto a las posibles medidas mitigantes que se pueden adoptar para reducir el nivel de cada riesgo.

## 4.8 Frecuencia de Peligros

**Tabla 6**

*Frecuencia de Peligros*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
6 Frecuente	Es probable que ocurra con frecuencia. El peligro se experimentará continuamente.	>1 en tres meses
5 Probable	Se dará varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra con frecuencia.	De 1 en tres meses a 1 al año
6 Ocasional	Es probable que se dé varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra varias veces o bien ha ocurrido varias veces anteriormente.	De 1 al año a 1 en 4 años
7 Remota	Es probable que se dé alguna vez en la vida del sistema. Puede razonablemente esperarse que el peligro ocurra o bien ha ocurrido alguna vez anteriormente.	De 1 en 4 años a 1 en 10 años
8 Improbable	Es improbable, aunque posible que ocurra. Puede suponerse que el peligro ocurrirá excepcionalmente. Se conoce algún caso.	De 1 en 10 años a 1 en 35 años
9 Increíble	Es extremadamente improbable que ocurra. Puede suponerse que el peligro pueda no ocurrir.	Mayor de 35 años

Fuente: Norma Europea EN 50126 (septiembre, 1999)

**Tabla 7**

*Consecuencia de la Implementación del Proyecto*

<b>NIVEL</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>
4 Catastrófica	El proyecto no se puede implementar.
3 Muy grave (crítica)	El proyecto se puede implementar con muchas dificultades
2 Grave (mínima)	El proyecto se puede implementar con alguna dificultad
1 Menor (insignificante)	El proyecto se puede implementar sin problemas

Fuente: Norma Europea EN 50126 (septiembre, 1999)

En función de la frecuencia y consecuencia del peligro, se obtiene la matriz de riesgos, tal y como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Matriz de Riesgos*

		NIVELES DE RIESGO			
FRECUENCIA		BAJO 2	MEDIO 3	ALTO 4	MUY ALTO 5
PROBABILIDAD	FRECUENTE	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
	PROBABLE	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
	OCASIONAL	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
	REMOTA	Despreciable	Tolerable	No deseable	No deseable
	IMPROBABLE	Despreciable	Despreciable	Tolerable	Tolerable
	INCREIBLE	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
		INSIGNIFICANTE	MINIMO	CRITICO	CATASTROFICO
NIVELES DE GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS					

#### 4.9 Medidas de Mitigación

Las principales medidas de mitigación son:

- Realizar un estudio exhaustivo del mercado actual y futuro.
- Mercado muy dinámico.
- Formar a conductores y mecánicos.
- Promover una conducción eficiente.
- Implantar restricciones de circulación.
- Implantar restricciones de emisiones.
- Almacenar piezas de recambio previstas, involucrando a los proveedores.
- Implantación del fabricante en la región.
- Aplicar tarifas especiales a la energía eléctrica utilizada para el transporte.
- Acordar una exención de impuestos en base al precio de la energía.



- Incluir especificaciones de bajas emisiones en nuevas licitaciones.
- Modificar la normativa sobre el impuesto específico interno.
- Modificar la normativa sobre el impuesto sobre las rentas.
- Crear un incentivo estatal focalizado en el costo de adquisición del vehículo tipo.
- Fomentar una política de información.
- Respetar los ciclos de carga y recarga de las baterías.

En la Tabla 9 se puede apreciar las posibles amenazas.

**Tabla 9**

*Listado de Amenazas*

ACONTECIMIENTO O ACCIÓN POTENCIAL	ACTOR	FRECUENCIA	CONSECUENCIA O SEVERIDAD	RIESGO
Disminución del precio de los combustibles fósiles	Gobierno	3 Remota	4 Catastrófico	No deseable
Subida del precio de la energía eléctrica debido al cambio del modo de generación eléctrica	Gobierno	3 Remota	4 Catastrófico	No deseable
Incremento del precio de la energía eléctrica debido a la subida de impuestos	Gobierno	4 Ocasional	4 Catastrófico	Intolerable
Oposición de operadores a la implantación de autobuses eléctricos	Operador	3 Remota	4 Catastrófico	No deseable
Falta de piezas de recambio	Operador	Probable 3	Muy grave	Intolerable
Menor vida útil de las baterías que el esperado	Usuario	5 Probable	2 Grave	No deseable
Mayor coste de las baterías	Operador	4 Ocasional	1 Menor	Tolerable
Fluctuaciones de la demanda importantes, sobre todo a la baja	Operador	4 Ocasional	3 Muy grave	No deseable

#### 4.10 Oportunidades

Contrariamente a los riesgos son las oportunidades que favorecen el proceso de electromovilidad. Se han identificado una serie de oportunidades que pueden favorecer la viabilidad del proyecto de sustitución eléctrica, mitigando algunas de las amenazas. Destaca la disminución del precio de la energía eléctrica, el aumento del precio del combustible fósil, una mayor competencia en el mercado de autobuses eléctricos (mejorando la tecnología y disminuyendo el costo de adquisición de estos) y la creación de tarifas especiales al transporte.

Se definen a continuación algunas de las oportunidades aplicables al proyecto:

- Disminución del precio de la energía eléctrica. Supone un claro beneficio en la implantación de autobuses eléctricos. Así, a largo plazo, se podría estimar una disminución del precio de la energía eléctrica debido a una disminución de impuestos.
- Aumento del precio de combustibles fósiles. La electromovilidad en América Latina en la actualidad se recibe un subsidio considerable cercano al 65 % para combustibles fósiles en algunas ciudades para que el proyecto sea viable. No obstante, si se produjese un aumento del precio del combustible, el modelo mejoraría notablemente al ser mayor la diferencia entre el precio del combustible fósil y el de la energía eléctrica.
- Mayor competitividad del mercado de vehículos eléctricos. Se prevé que el mercado de vehículos eléctricos usados en flotas sea más competitivo en unos años, con posibilidad de implantación en todo tipo de flotas, esto ayudaría a que por cantidad los gastos de importación disminuirían. A su vez, implicará un menor tiempo y costo de adquisición de los repuestos y del periodo de importación del vehículo.
- Una estrategia integral de electromovilidad. Se debe seguir uniendo esfuerzos para reforzar una propuesta que apoye a las autoridades en la definición de políticas y

estrategias nacionales de electromovilidad, estudios de factibilidad, proyectos piloto e inversiones en flotas institucionales y de empresas de transporte. También respaldará el desarrollo de infraestructura de carga eléctrica y nuevos modelos de negocio para estos servicios.

## Conclusiones

Al realizar este proyecto he podido determinar que a nivel internacional, existen diversas acciones que son recomendadas para el fomento de la electromovilidad, por ejemplo la fijación de estándares de eficiencia energética al parque vehicular, subsidios para la compra de automóviles eléctricos, especialmente en el transporte público, o mediante el fomento de la infraestructura de recarga para estos vehículos y estas mismas acciones pueden ser implementadas en la ciudad de Guayaquil en el caso de los vehículos de flotas pequeñas.

Al realizar el análisis del marco legal relacionado con los incentivos o la regulación de medidas impuestas favorables para propiciar un proceso de sustitución de las flotas de vehículos a nivel nacional o local, es imperioso y se han tomado algunas medidas a nivel de la ciudad como a nivel nacional para favorecer el desarrollo eficiente de la electromovilidad desde el punto de vista energético, ambiental y de movilidad. De este modo, se pueden plantear el objetivo de establecer la estandarización y normativa de la red de cargadores, una normativa de diseño de instalaciones de electrolineras, propuesta de homologación de cargadores, entre otros temas, en la Hoja de Ruta destacan algunas propuestas concretas para la ciudad de Guayaquil.

Al verificar el estado actual de la flota de vehículos mediante un análisis comparativo mediante la revisión de las fichas técnicas entre los vehículos de combustión interna y los vehículos eléctricos para determinar diferencias entre ellos se pudo determinar las ventajas y desventajas del vehículo eléctrico en relación con el vehículo a combustión

Presentar una revisión detallada del proceso de implementación de la electromovilidad y los resultados obtenidos en la ciudad de Guayaquil.

Determinar la matriz de riesgos que puede desestabilizar la implementación de la electromovilidad, exponiendo las soluciones que se deben adoptar para mitigar dichos riesgos y conseguir la viabilidad financiera y socioeconómica del proyecto.

## **Recomendaciones**

Se propone seguir desarrollando las energías renovables y eficiencia energética en el país y acelerar la transición a la movilidad eléctrica para beneficiar al Ecuador, teniendo en cuenta que se debería eliminar ciertas barreras, en cuanto a las normativas y de políticas públicas para implementación de vehículos eléctricos.

Para complementar este tipo de proyectos se debe crear las condiciones para el establecimiento de redes de recarga que permitan la operación a grandes escalas de vehículos eléctricos, primero en zonas urbanas, para progresivamente poder competir también a nivel nacional y en la región y estudios en implementación de diferentes flotas de vehículos.

## Bibliografía

- AEADE. (2018). Obtenido de <https://www.aeade.net/>
- Ameinfo.com. (2019). Obtenido de <https://www.ameinfo.com/industry/tech-and-mobility/ev-vs-internal-combustion-engine-vehicle-icev-electric-cars>
- ARCONEL. (2020). *AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/>
- BID. (2018). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/solr-search/content?keys=electromovilidad>
- BNEF. (2018). *Electric Vehicle Outlook*. Obtenido de <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.
- BYD. (2017). *BYD Build Your Dreams*. Obtenido de <https://byd.com.ec/>
- Chocteau, V. D. (2011). Collaborative innovation for sustainable fleet operations: The electric vehicle adoption decision.
- Chocteau, V., Drake, D., Kleindorfer, PR, Orsato, RJ y Roset, A. (2011). Operaciones de flota sostenibles: la adopción colaborativa de vehículos eléctricos. *Documento de trabajo de investigación y profesores de INSEAD*
- Clean Energy Ministerial. (2019). *Clean Energy Ministerial*. Obtenido de <http://www.cleanenergyministerial.org/>
- COMEX. (2019). *Ministerio de Producción, Comercio exterior, Inversiones y Pesca*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/comex/>
- EIA. (2015). *Administración de Información Energética (EIA)*.
- EIA. (2017). *US Energy Information Administration*.
- EIA. (2018). *US Energy Information Administration*. Obtenido de Estado de la transformación del sistema : <https://www.eia.gov/>
- El Comercio. (2020). *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/>
- ElEspectador.com. (2019). *Movilidad eléctrica en Colombia, una alternativa que toma cada vez más fuerza*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/movilidad-electrica-en-colombia-una-alternativa-que-toma-cada-vez-mas-fuerza/>
- ElTelegrafo.com. (2019). Obtenido de <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/ledesma-debate-subsidio-combustibles>
- European Environment Agency . (2018). *European Environment Agency (EEA)*. Obtenido de <https://www.eea.europa.eu/es>
- FIA. (2020). *Federation Internationale de l'Automobile*. Obtenido de <https://www.fia.com/es/la-fia>
- Fliit.com. (2020). Obtenido de <https://www.fliit.com/blog/que-es-la-gestion-de-flotas>
- Ghiani, G. L. (2004). *Introduction to logistics systems planning and control*. John Wiley & Sons.
- Herce, M. (. (2019). *Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Reverté.
- ICCT. (2018). *The International Council on Clean Transportation*. Obtenido de <https://theicct.org/>
- IEA. (2014). *International Energy Agency (IEA)*. Obtenido de The World Bank. IEA Statistics © OECD/IEA: <https://www.iea.org/t&c/termsandconditions/>
- Jans B., M. (2017). MOVILIDAD URBANA: EN CAMINO A SISTEMAS DE TRANSPORTE COLECTIVO INTEGRADOS. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad]*, 6-11. doi:10.4206/aus.2009.n6-02.

- Karabakal, N., Lohmann, JR y Bean, JC (1994). Reemplazo paralelo bajo restricciones de racionamiento de capital. *Ciencias de la gestión* , 40 (3), 305-319.
- Keles, P., & Hartman, J. C. (2004). Case study: bus fleet replacement. *The Engineering Economist*, 49(3), 253-278.
- Kleindorfer, P. R., Neboian, A., Roset, A., & Spinler, S. (2012). Fleet renewal with electric vehicles at La Poste. *Interfaces*, 42(5), 465-477.
- Lema, S. (2016). Peatón Primero, Pro bicicleta y Zonas Calmas: Las iniciativas del Plan Integral de Movilidad de Santiago. Sistemas de Información Geográfica.
- Lieven, T. (s.f.). Policy measures to promote electric mobility – A global perspective. 2015, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415002359>.
- Loría-Salazar, L. G.-J.-R.-J.-A.-M.-S. (2014). Implicaciones en infraestructura y transporte. *McKinsey Quarterly*, R. H. (2009). *Electrifying cars: How three industries will evolve*.
- Ministerio de Energía. (2018). Obtenido de <https://energia.gob.cl/>
- MTOP-Ecuador. (2018). *PLAN-ESTRATEGICO-INSTITUCIONAL-MTOP-2018-2021*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec>
- OLADE. (2018). *Organización Latinoamericana de Energía*. Obtenido de <http://www.olade.org/>
- ONU Medio Ambiente. (2017). *Movilidad eléctrica: Oportunidades para Latinoamérica*. Obtenido de ONU Medio Ambiente: [http://moveatam.org/Movilidad%20electrica\\_%20Oportunidades%20para%20AL.pdf](http://moveatam.org/Movilidad%20electrica_%20Oportunidades%20para%20AL.pdf)
- ONU Medio Ambiente. (2018). *Movilidad eléctrica: Avances en América*.
- OURWORLDINDATA. (2020). *Desigualdades globales en emisiones de CO<sub>2</sub>*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/>
- Pastor, R. P. (2017). Ciudades sostenibles y electromovilidad. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, (72), 33-56.
- Ravnitzky, M. (2009, May). Electric Drive Vehicles for Mail Delivery: Identifying Key Issues. In *Rutgers University CRRRI 28th Annual Eastern Conference, Skytop, PA*.
- Rueda, V. O. M., & García, C. G. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta ecológica*, (65), 7-23.
- Salomon, I. y Mokhtarian, PL (1998). ¿Qué sucede cuando los segmentos de mercado inclinados a la movilidad se enfrentan a políticas de mejora de la accesibilidad? *Investigación sobre transporte, Parte D: Transporte y medio ambiente* , 3 (3), 129-140.
- Soulopoulos, N. (2017). When will electric vehicles be cheaper than conventional vehicles. *Bloomberg New Energy Finance*, 12(2).
- Srinivasan, S. (2008). *Automotive Mechanics* . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education .
- Tamor, M. y. (2015). Vehículos eléctricos en hogares con varios vehículos. *Investigación del transporte Parte C: Tecnologías emergentes*, 56 , 52-60.
- Urban, G. L. (1988). Lead user analyses for the development of new industrial products. *Management science*, 34(5), 569-582.