

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



Tema:

**Análisis de Autonomía de Vehículos Eléctricos en Función del Ciclo
de Conducción**

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica
Automotriz**

Cristian Abel Pacheco Rodríguez

Director:

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

Guayaquil-Ecuador

Junio, 2022

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz

Certificado

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MSc.

Certifica:

Que el trabajo “Análisis de Autonomía de Vehículos Eléctricos en Función del Ciclo de Conducción” realizado por el estudiante: Cristian Abel Pacheco Rodríguez, 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, recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un enpastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor Cristian Abel Pacheco Rodríguez, que lo entregue a biblioteca de la Escuela, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, junio del 2022

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MSc.

Director de Proyecto

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

Yo, Cristian Abel Pacheco Rodríguez, 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.

Cristian Abel Pacheco Rodríguez
CI: 0915717169

Dedicatoria

Mi dedicatoria va en especial a Dios y a mi Madre Jacinta Rodríguez Macias que desde el cielo me está guiando y recordando cada uno de sus consejos que me daba en vida y gracias a ella soy un profesional.

A mi hermano Raúl Pacheco Rodríguez, que siempre estuvo conmigo con su consejo profesional, apoyo en todo momento fue mi ejemplo a seguir y culminar mi profesión.

A mi hermana Keyla Gómez Rodríguez fue mi motivación.

A mi esposa Ketty Tigua y mis Hijas que fueron mi motivación en todo mi proceso universitario hasta ahora mi objetivo alcanzado, cada uno de ellos fueron mi motivación y ejemplo a seguir.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por todas las experiencias vividas en la universidad, ya que estas me enseñaron humildad y lo hermoso de la vida, además de permitirme finalizar mi carrera profesional, y ser fiel testigo del esfuerzo y la dedicación que rinden frutos.

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

Agradezco el apoyo del Ing. Iván Chávez Alcívar, Gerente General de la Empresa TAAET Electrónicos por la ayuda prestada en transmitir el conocimiento para el desarrollo de mi tesis.

Agradezco al del Sr: Ángel Sancho Taday, Socio de la Cooperativa de TAXICOL en Guayaquil y dueño de un vehículo eléctrico BYD modelo E5.

A todos ellos muchas gracias!!!

Resumen

En el presente proyecto se desarrolló un análisis de autonomía del vehículo eléctrico en función del ciclo de conducción, la prueba se realizó en la ciudad Guayaquil, en un vehículo eléctrico BYD modelo E5 tipo taxi. Para llevar a cabo las pruebas, se realizó la identificación del punto de carga en una electrolinera para un vehículo eléctrico, luego se verificó los parámetros de monitoreo del proceso de carga del vehículo eléctrico, para lo cual se debe cargar la batería al 100% para lo cual se espera un tiempo predeterminado. También se identificó los parámetros de la prueba de autonomía del vehículo eléctrico BYD E5, monitoreando el estado de carga través de los kilovatios consumidos, luego se procedió a realizar las pruebas de ruta, por medio de las cuales se pudo determinar el consumo energético en función del recorrido del vehículo eléctrico. Con los resultados obtenidos de manera real y teórica se determinó el comportamiento del consumo de la autonomía del VE en la ciudad de Guayaquil en una ruta específica.

Palabras clave: batería, consumo de energía, ciclo de conducción, vehículo eléctrico.

Abstract

In this project an analysis of the autonomy of the electric vehicle was developed based on the driving cycle, the test was conducted in the city of Guayaquil, in a BYD electric vehicle model E5 cab type. To carry out the tests, the identification of the charging point in an electric station for an electric vehicle was carried out, then the monitoring parameters of the electric vehicle charging process were verified, for which the battery must be charged to 100% for which a predetermined time is expected. The parameters of the autonomy test of the BYD E5 electric vehicle were also identified, monitoring the state of charge through the kilowatts consumed, then proceeded to perform the route tests, through which it was possible to determine the energy consumption based on the route of the electric vehicle. With the results obtained in a real and theoretical way, the consumption behavior of the EV autonomy in the city of Guayaquil on a specific route was determined.

Keywords: battery, energy consumption, driving cycle, electric vehicle.

Indice de Contenidos

Certificado	iii
Certificado y Acuerdo de Confidencialidad	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Indice de Contenidos.....	ix
Indice de Figuras.....	xiii
Indice de Tablas	xvi
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
<i>1.1. Tema de Investigación</i>	<i>1</i>
<i>1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema</i>	<i>1</i>
1.2.1. Planteamiento del Problema	1
1.2.2. Formulación del Problema.....	2
1.2.3. Sistematización del Problema	2
<i>1.3. Objetivos de la Investigación</i>	<i>2</i>
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos	3

<i>1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación</i>	3
1.4.1. Justificación Teórica	3
1.4.2. Justificación Metodológica	3
1.4.3. Justificación Práctica	4
1.4.4. Delimitación Temporal	4
1.4.5. Delimitación Geográfica	4
1.4.6. Delimitación del Contenido	4
<i>1.5. Hipótesis</i>	5
<i>1.6. Variables de Hipótesis</i>	5
1.6.1. Variables Independientes	5
1.6.2. Variables Dependientes	5
Capítulo II	6
Marco de Referencia	6
<i>2.1. Marco Teórico</i>	6
2.1.1. Definición de Vehículo	6
2.1.2. Vehículo Eléctrico	6
2.1.3. Historia del Vehículo Eléctrico	7
2.1.4. Componentes de un Vehículo Eléctrico	9
2.1.5. Funcionamiento del Vehículo Eléctrico	13
2.1.7. Tipos de Vehículos Eléctricos	14

2.1.8. Diferencias entre Vehículos Eléctricos y Vehículos de Combustión	18
2.1.9. Ciclos de Conducción.....	19
2.1.9.1 Ciclos de Conducción en el Mundo	20
2.1.9.2 Ciclos de Conducción en Ecuador	20
2.1.10. Técnicas de Instrumentación y Parámetros para el Desarrollo de Ciclos.....	21
2.1.11. Métodos de Elaboración de Ciclos de Conducción	21
2.1.12. Análisis de Autonomía del Vehículo Eléctrico	22
2.1.13. Sistema de Recarga	23
2.1.14. Recarga de los Vehículos Eléctricos	23
2.1.15. Puntos de Recarga.....	23
2.1.16. Clasificación de los Puntos de Recarga.....	24
2.1.17. Tipos de Batería Eléctrica	24
Capítulo III.....	26
Determinación de Autonomía de Vehículo Eléctrico.....	26
3.1. Concepto Preliminar de Autonomía de Vehículo Eléctrico	26
3.2. Diseño Metodológico.....	26
3.3. Elementos para el Análisis de la Autonomía del Vehículo Eléctrico	26
3.4 Scanner Marca Thinktool y Conector OBDII Marca Thinktool.....	27
3.8 Modo Eco en Vehículo Eléctrico.....	40
Capítulo IV	45

Análisis de Autonomía de Vehículo Eléctrico	45
<i>4.1. Determinación de la Autonomía de Vehículo Eléctrico</i>	<i>45</i>
<i>4.2. Especificaciones técnicas de Vehículo Eléctrico</i>	<i>47</i>
Conclusiones	59
Recomendaciones	61
Bibliografía	62

Índice de Figuras

Figura 1 Robert Anderson Carruaje Eléctrico.....	8
Figura 2 Componentes del Vehículo Eléctrico.....	10
Figura 3 Sistema de Frenado Regenerativo	12
Figura 4 Batería de un Auto Híbrido	16
Figura 5 Ciclo de Conducción del Distrito Metropolitano de Quito	21
Figura 6 Vehículo.....	27
Figura 7 Scanner	28
Figura 8 Conector del Adaptador OBDII en el Vehículo Eléctrico	30
Figura 9 Encendido de Scanner y del Vehículo Eléctrico	30
Figura 10 Diagnóstico Inteligente y Código VIN	31
Figura 11 Detección de Código VIN, Marca y Modelo del Vehículo Eléctrico	31
Figura 12 Diagnosticar y Búsqueda Automática del Modelo del Vehículo en Sscanner.....	32
Figura 13 Selección Manual del Modelo de Vehículo en Scanner.....	32
Figura 14 Selección del Modelo E5 (general) y Selección del Sistema en Scanner	33
Figura 15 Selección del Módulo de Poder y Sistema de Gestión de Batería en Scanner	33
Figura 16 Selección de Opción No y de Opción Leer Flujo de Datos en Scanner.....	33
Figura 17 Opciones del Parámetro Flujo de Datos en Scanner.....	34
Figura 18 Opciones Seleccionar Todo y Confirmar en Scanner	34
Figura 19 Elección de Datos de Interés en el Scanner	35
Figura 20 Ubicación del Punto de Carga para el Vehículo Eléctrico BDY Modelo E5.....	35
Figura 21 Localización de la Electrolinería.....	36
Figura 22 Proceso de Carga del Vehículo Eléctrico en una Electrolinería.....	36

Figura 23 Funcionamiento de Aplicación BYD y Lectura de Código QR para carga del Vehículo Eléctrico	37
Figura 24 Puerto de Carga del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	37
Figura 25 Colocación del Cargador e Inicio de Recarga del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5.....	38
Figura 26 Procedimiento de Carga	38
Figura 27 Monitoreo del Proceso de Carga del Vehículo Eléctrico	39
Figura 28 Finalización del Proceso de Carga del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	39
Figura 29 Colocación del Cargador en su Dispensador en la Electrolinera.....	40
Figura 30 Cierre del Puerto de Carga en el Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	40
Figura 31 Modo Eco en Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	41
Figura 32 Modo Eco y Sport en Panel del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	41
Figura 33 Modo Eco y Sport en panel del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	42
Figura 34 Diferencia entre KW y Km/h en Panel del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	42
Figura 35 Ubicación del Punto de Prueba para Analizar la Autonomía del Vehículo Eléctrico BDY Modelo E5.....	43
Figura 36 Prueba 1 de Autonomía del Vehículo Eléctrico BDY Modelo E5	44
Figura 37 Prueba 2 de Autonomía del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5.....	44
Figura 38 Carga de Batería en su Totalidad	49
Figura 39 Punto de Carga para Vehículo Eléctrico en Parque Samanes	49
Figura 40 Prueba de Autonomia	50
Figura 41 Ubicación del Inicio del Recorrido.....	52
Figura 42 Distancia Recorrida.....	53

Figura 43 Distancia Recorrida..... 54
Figura 44 Distancia Recorrida..... 55
Figura 45 Distancia de Recorrido..... 56

Indice de Tablas

Tabla 1 Ficha Técnica de Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5	48
Tabla 2 Análisis de Recorrido Día 1.....	51
Tabla 3 Análisis de Recorrido Día 2.....	53
Tabla 4 Análisis de Recorrido Día 3.....	54
Tabla 5 Análisis de Recorrido Día 4.....	55
Tabla 6 Análisis de Recorrido Día 5.....	56
Tabla 7 Presupuesto General de Gastos	58

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Tema de Investigación

Análisis de Autonomía de Vehículos Eléctricos en Función del Ciclo de Conducción.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

El combustible fósil está siendo desplazado por la electricidad, por su alta contaminación desde la extracción de la materia prima y su producción. Los vehículos eléctricos son una nueva vía para disminuir el impacto ambiental, por lo que se considera necesario la elaboración del presente proyecto con el enfoque de analizar su autonomía en la conducción diaria en la ciudad, lo que beneficia al medio ambiente y a la economía.

1.2.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, el uso de un medio de transporte es algo esencial para el diario vivir de las personas por las grandes distancias que deben recorrer para transportarse de un sitio a otro, debido expansión geográfica que presenta cada ciudad. En Ecuador existen varios tipos de transporte, pero la tecnología siempre está buscando la forma de innovar la movilización y adicionalmente las empresas de este sector se enfocan en el cuidado del medio ambiente. A nivel país, existen dudas o incertidumbre sobre el rendimiento de la electromovilidad principalmente lo que corresponde a su autonomía (Estrada, 2012).

La desventaja principal de este tipo de vehículos frente a los de motor a combustión se debe a su baja autonomía, dado que el proceso de carga es lento. Por ejemplo, para contar con 200 kilómetros de autonomía en el auto eléctrico es necesaria una carga rápida de 1 hora con 6 minutos y en carga lenta es necesario un tiempo de 24 horas con 21 minutos, frente a los vehículos de combustible fósil que para un recorrido de 600 kilómetros de autonomía demandan 5 minutos para

realizar la recarga, es importante mencionar que existen algunos parámetros que influyen en la autonomía de un vehículo, entre ellos: la condición del clima, la velocidad, la aerodinámica, la carga, el modo de conducción y los neumáticos (Rocano, 2018).

El vehículo eléctrico representa una forma muy efectiva para cuidar el medio ambiente, en los países como Inglaterra, Japón y Estados Unidos desde hace algún tiempo se realizan proyectos piloto basados en la movilización eléctrica para mejorar el transporte, además que se evidencia que estos automóviles pueden disminuir cinco toneladas de CO₂ al año, lo que evita los índices elevados de contaminación en las grandes urbes (Lopez, 2015).

Hoy en día se considera que los vehículos eléctricos son un medio de transporte sostenible, permitiendo contribuir a la solución de algunas problemáticas que afectan al medio ambiente tales como; la contaminación del aire por gases de efecto invernadero y acústica (CNAE, 2019).

1.2.2. Formulación del Problema

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se puede deducir lo siguiente: ¿Es factible el uso del vehículo eléctrico en la ciudad de Guayaquil?

1.2.3. Sistematización del Problema

- ¿Cómo funciona el sistema de conducción de un vehículo eléctrico?
- ¿Qué pruebas se necesitan para identificar el rendimiento y autonomía de un vehículo eléctrico en la ciudad de Guayaquil?
- ¿Cuál es el resultado obtenido al conducir un vehículo eléctrico por la ciudad de Guayaquil?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar la autonomía de un taxi eléctrico BYD en función de su ciclo de conducción durante

el recorrido en la ciudad de Guayaquil-Ecuador, 2021.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Investigar sobre el funcionamiento del sistema de conducción de un vehículo eléctrico.
- Determinar los ciclos de conducción del taxi eléctrico BYD en la ciudad de Guayaquil.
- Analizar los resultados obtenidos al conducir un vehículo eléctrico en la ciudad de Guayaquil.

1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación

Luego de establecer los objetivos, se considera importante justificar la ejecución del presente trabajo, desde el enfoque teórico, metodológico y práctico.

1.4.1. Justificación Teórica

La elaboración de esta investigación se justifica por su finalidad de aportar información sobre el uso de vehículos eléctricos, estos datos permiten determinar la viabilidad y factibilidad de la movilidad eléctrica en la ciudad de Guayaquil.

El fundamento teórico del proyecto comprende toda la información sobre los motores y vehículos eléctricos, su funcionamiento, operación, ventajas y desventajas.

1.4.2. Justificación Metodológica

Este proyecto consta de dos etapas, en la primera se emplea el método bibliográfico y de campo, donde se buscan y analizan las rutas donde se puedan realizar las pruebas de manejo y control del vehículo eléctrico, además de su autonomía en comparación con el vehículo a combustible fósil.

La segunda etapa se realiza usando el método analítico de las pruebas aplicadas mediante la conducción del vehículo en las rutas establecidas en la etapa anterior, mediante el análisis descriptivo y comparativo.

1.4.3. Justificación Práctica

Conocer el funcionamiento y operación del vehículo eléctrico, muestra al mundo como estos automotores están siendo más o menos eficientes que los vehículos de combustible fósil, se muestra la versatilidad y el impacto económico al usar este tipo de automotores por tener la hoja de ruta y las condiciones en las que el vehículo presenta un consumo de energía, todos estos factores ayudan a establecer al automóvil no como un lujo, sino como una necesidad.

1.4.4. Delimitación Temporal

El trabajo se realiza desde el mes de octubre del 2021 hasta abril del 2022 , durante este periodo de tiempo se realiza la investigación de forma precisa y se diseña la propuesta.

1.4.5. Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrolla en la ciudad de Guayaquil, específicamente en la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil; que se ubica en el sector Noroeste de la ciudad.

1.4.6. Delimitación del Contenido

El presente proyecto consta de toda la información acerca de los vehículos y motores eléctricos, lo que corresponde a su funcionamiento y el análisis de cada una de sus partes.

El primer bloque está compuesto por el planteamiento y delimitación del problema, antecedentes de la investigación.

En su segundo bloque se elabora un marco teórico referencial sobre las generalidades de los vehículos eléctricos, luego se describe un marco conceptual donde se evidencian algunos terminos de importancia para el proyecto.

En el tercer bloque se resume la situación actual de la movilización eléctrica, sus beneficios y los retos que se presentan, lo que respecta a beneficios se refiere a impactos positivos en los conductores, el ambiente y la red eléctrica.

El cuarto bloque se enfoca en la descripción de la parte teórica y práctica de la utilización del vehículo eléctrico, estableciendo el análisis de su autonomía en función de analizar los resultados obtenidos al conducir un vehículo eléctrico en la ciudad de Guayaquil. Por último, es posible emitir conclusiones y recomendaciones.

1.5. Hipótesis

El análisis de autonomía del taxi eléctrico BYD en función de su ciclo de conducción es factible y muestra un alto rendimiento al conducir en zonas transitadas de Guayaquil.

1.6. Variables de Hipótesis

1.6.1. Variables Independientes

- Análisis de autonomía de vehículos eléctricos.

1.6.2. Variables Dependientes

- Vehículo eléctrico.
- Taxi eléctrico BYD.
- Ciclo de conducción.

Capítulo II

Marco de Referencia

2.1. Marco Teórico

2.1.1. *Definición de Vehículo*

El vehículo es un medio de transporte que permite el traslado de personas o cosas desde un lugar a otro. El término vehículo proviene del griego “vehiculum” y se designa a todo aquel medio de transporte terrestre como aquellos que se movilizan sobre rieles (tren, vagón, tranvía, locomotoras), vehículos del suelo o pavimento (automóvil, camión, autobús, bicicleta, carro, motocicleta, tráiler, etc.) y vehículos de terreno no acondicionado (buggy, tractor, tanque, moto nieve, etc.) (Arauz, 2020).

2.1.2. *Vehículo Eléctrico*

Un vehículo eléctrico es aquel que para su funcionamiento necesita ser propulsado por uno o más de un motor eléctrico, alimentándose de un suministro externo de energía eléctrica que funcione como fuente energética, sin embargo, también se destacan los vehículos eléctricos autónomos, los cuales tienen instalados baterías, generadores solares o paneles eléctricos capaces de transformar el combustible en electricidad (Lugo, 2017)

Los vehículos eléctricos incluyen a los camiones, ferrocarril, embarcaciones submarinas y de superficie, aviones eléctricos y naves espaciales eléctricas.

Estos vehículos, aunque pareciera novedoso fueron creados desde hace siglos y fueron comercializados por importantes armadoras de autos y fabricantes en todo el mundo, la fuente de energía utilizada por estos vehículos es la electricidad, considerada como renovable, siempre y cuando obtengan fuentes naturales virtualmente inagotable, como el caso de la energía solar, geotérmica, eólica.

El vehículo eléctrico más antiguo que los impulsado por combustible fósiles fue en año de 1830 en el país de Escocia ya existía un vehículo completamente eléctrico, en ese entonces llegaron a ser tan populares como los de gasolina.

En el continente europeo en el siglo XIX se comenzaron a utilizar trenes impulsados por motores eléctricos , en los cuales se transportaron a millones de personas.

El vehículo eléctrico está siendo fabricado por diversas compañías en todo el mundo, sin embargo, solo algunas han sido introducidas en nuestro país, por el momento solo están siendo utilizadas por empresas de taxistas y muy poca en particulares.

Como ejemplo, los vehículos eléctricos que circulan actualmente en la ciudad de México tienen una autonomía de hasta 200 km, que se prevee que se incrementen notablemente en los próximos años como consecuencia del desarrollo tecnológico de las baterías.

2.1.3. Historia del Vehículo Eléctrico

El primer vehículo eléctrico surgió en 1828 por Ányos Jedlik, un húngaro que inventó el primer modelo de vehículo de motor eléctrico.

Posteriormente, en 1834 Thomas Davenport, un herrero de Vermont construyó un artilugio de características semejantes a las de Jedlik, el cual operaba a pista corta, estratificada y circular.

Un año después, el profesor Aibrandus Stratingh oriundo de Países Bajos, en colaboración con su asistente Christopher Becker, diseñó un Vehículo eléctrico a pequeña escala con celdas primarias no recargables (Castillo, 2017).

En 1837, el químico escosés Robert Davidson construyó la primera locomotora eléctrica (Figura 1), la misma estaba propulsada por una batería de células galvánicas y fue en 1841 donde Davidson construyó la locomotora más grande jamás construida, llamada Galvani, la cual se exhibió en la sesión del Royalton Scottish Story of Art (Pérez, 2017).

Figura 1*Robert Anderson Carruaje Eléctrico*

Fuente: (BBVA, 2019)

En el año de 1890, el medio de transporte terrestre más empleado fue el vehículo eléctrico debido a que su proporción era de 10:1 en comparación con los vehículos a combustión, siendo considerados los vehículos eléctricos como una de las tecnologías más populares y novedosas de aquella época. Sin embargo, a partir de 1910 los vehículos a combustión tuvieron su ingreso paulatino al mercado ocasionando la disminución del uso del vehículo eléctrico esto se asoció al elevado costo de producción ya que en aquel entonces la energía eléctrica era más cara que el combustible y era complicado encontrar un lugar para recargar el sistema de almacenamiento de energía eléctrica (Allangue, 2016).

En 1840 en Inglaterra y en 1847 en USA, Gastón Planté inventó la batería recargable de ácido-plomo, la cual está vigente hasta la actualidad para permitir el arranque de los vehículos. En 1898 se elaboraron y comercializaron los primeros modelos de vehículos eléctricos, que empezaron a circular por las calles de Londres y Nueva York a velocidades promedio de 60 km/h (Altuve, 2016).

Alrededor de 1980 con la crisis del petróleo originada en 1973 se produjo un renacimiento del interés de uso y producción de vehículos eléctricos, es así que los vehículos eléctricos

producidos en Estados Unidos por Anthony Electric, Detroit, Edison y otros tuvieron un éxito comercial abrumador. Sin embargo, debido a sus limitantes tecnológicas y por la velocidad máxima alcanzada en aquel entonces (32 km/h) fueron vendidos como Vehículos para el transporte de uso exclusivo de la alta sociedad (Davalos, 2018).

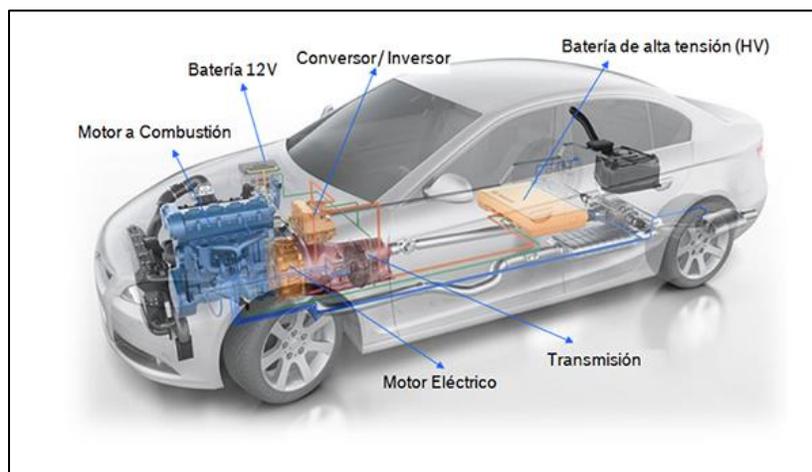
La introducción del sistema de arranque eléctrico del Cadillac en el año 1913 facilitó la tarea del arranque del motor de combustión interna, debido a que resultaba dificultoso por cuestiones de acceso. Esta innovación junto con el sistema de producción de cadenas de montaje por Ford en 1908 contribuyó a la caída del vehículo eléctrico.

Hacia 1899, los progresos del vehículo eléctrico se hicieron patentes por el récord de velocidad del ingeniero belga Camille Jenatzy y su vehículo apodado “La Jamais Contente”, quien fue la primera persona en superar los 100 km/h. Fue en 1990 donde se fabricaron alrededor de 4.192 vehículos en Estados Unidos y el 28% de estos correspondían a vehículos eléctricos (Torres, 2016).

2.1.4. Componentes de un Vehículo Eléctrico

El vehículo eléctrico consta de algunos componentes, que se pueden apreciar en la Figura 2. Entre ellos:

- Conversor/Inversor.
- Batería de alta tensión.
- Motor eléctrico.
- Transmisión.
- Batería 12V.
- Motor a combustión.
- Transformadores

Figura 2*Componentes del Vehículo Eléctrico*

Fuente: (RACE, 2017)

2.1.4.1 Cargador

El cargador o también denominado conector es el elemento que emplea la electricidad en forma alterna desde la red y la transforma en corriente continua para permitir el funcionamiento y carga de la batería principal (Franco, 2019).

Es el encargado de recibir la electricidad de la toma de alimentación y de adaptar en forma de corriente continua para que a la vez sea almacenado en la batería.

2.1.4.2 Batería Eléctrica

La batería es el componente encargado de almacenar la electricidad necesaria para el funcionamiento del vehículo, la batería suministra la corriente eléctrica al motor del vehículo mientras que la capacidad de la batería, define el alcance del vehículo eléctrico. Se distinguen varios tipos de batería eléctrica, sin embargo, la mayoría de los vehículos eléctricos modernos utilizan baterías de litio, puesto que presentan una alta densidad de energía lo que hace que el vehículo sea capaz de almacenar más energía por volumen físico (Franco, 2019).

Es el elemento clave para la autonomía del vehículo, las prestaciones y para el precio final

que tendrá, ya que es el componente más costoso, cuanto más capacidad tenga, más kilómetros podrá recorrer con cada recarga.

En la actualidad, el tipo de batería más utilizada es el iones de Litio desde 16kwh de capacidad como la que tienen los modelos Peugeot iOn y Citroen C-Zero, que es de 28 Kwh.

2.1.4.3 Inversores

La batería de un vehículo eléctrico almacena la corriente eléctrica a manera de Corriente Directa (CC), sin embargo, la Abriría de los motores empleados en los vehículos eléctricos funcionan con Corriente Alterna (AC) y el inversor tiene como función convertir la corriente directa en corriente alterna (Saragon, 2017).

Transforma la corriente continua/suministrada por el conector a corriente alterna trifásica que es la que el motor utiliza, el equipo de música, iluminación la toma de 12 voltios que se incluye dentro del vehículo o por los elementos del salpicadero.

2.1.4.4 Motor Eléctrico

El motor eléctrico provee de la fuerza y potencia para rotar las ruedas del vehículo, los motores puede ser de tipo DC/AC, aunque en los vehículos eléctricos modernos el motor de tipo Corriente Alterna (AC) es el más común (Merchán, 2016).

2.1.4.5 Transformadores

Es la que está encargada de transformar la corriente alterna que llega desde la red eléctrica en corriente continua y es la que se almacena en la batería, de este modo se equilibra los voltajes a los que trabajan el motor como la batería.

2.1.4.6 Sistema de Frenado Regenerativo

El vehículo eléctrico posee energía limitada disponible, por lo que necesita almacenar a manera de reserva energía en cada unidad.

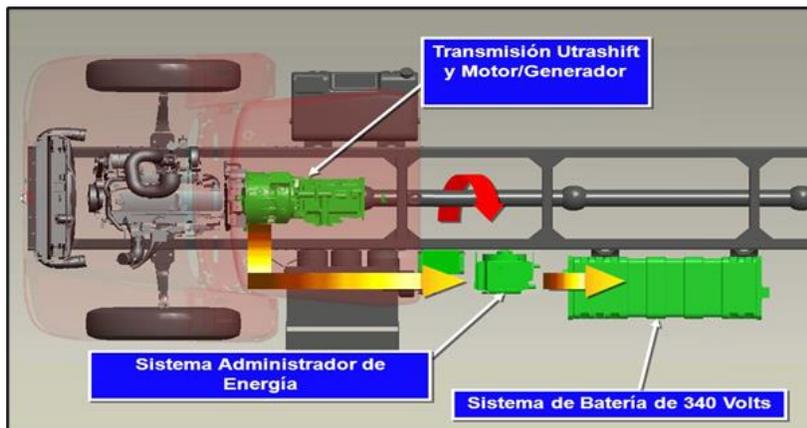
Permite transformar la energía cinética de las ruedas en movimiento en energía eléctrica, esto hace que el motor pase a funcionar como un generador, invirtiendo el flujo de la energía en la misma y alimentar la batería.

El sistema de frenado regenerativo le permite al vehículo recuperar energía perdida cuando el vehículo frena y lo emplea para cargar las baterías restantes (Carreño, 2020).

El sistema de frenado en un vehículo a combustión durante el frenado transforma parte de la energía cinética en energía térmica, por lo que una proporción de energía se pierde, a diferencia de los vehículos eléctricos (Figura 3) que hacen uso de esa energía frenada para poder cargar las baterías (Roman, 2017).

Figura 3

Sistema de Frenado Regenerativo



Fuente: (Agata, 2004)

2.1.4.7 Unidad de Control de Potencia

La unidad de control de potencia es la encargada de realizar la función principal, debido a que controla las actividades de todos los componentes del vehículo eléctrico, controlando la salida del motor y la carga de las baterías, a más de suministrar información necesaria para el conductor (Hernan, 2020).

2.1.4.8 ECU (Engine Control Unit)

Es la unidad de control electrónico que supervisa y regula el motor del vehículo como sus operaciones, este ECU trabaja en conjunto con el sensor que da alertas a la unidad central como parámetro electrónico enviando órdenes a la mecánica automotriz (Enrique , 2017)

2.1.4.9 Sistemas Auxiliares

Su función principal radica en proporcionar energía para permitir el arranque del vehículo eléctrico. Los sistemas auxiliares controlan el sistema de aire acondicionado, el sistema de calefacción, la bomba de agua, bomba de vacío, y algunos otros elementos auxiliares (Murphy , 2018).

2.1.5. *Funcionamiento del Vehículo Eléctrico*

El vehículo eléctrico dispone de un motor eléctrico instalado en el eje de las ruedas del automóvil para transformar la energía cinética en electricidad para permitir que la batería se cargue a través del freno regenerativo. Los vehículos eléctricos que disponen de un motor convencional se adecuan de mejor manera obteniéndose un motor más potente (Palafox, 2018).

El vehículo eléctrico dispone de un sistema de tracción eléctrico que trabaja en conjunto con un controlador que almacena la energía de la batería y la direcciona hacia el motor eléctrico. La velocidad del vehículo eléctrico se genera gracias a la energía que es obtenida por la vinculación del controlador con el acelerador, siendo los entornos urbanos la principal indicación de los vehículos eléctricos (Samprieto, 2019).

2.1.6. *Ventaja y Desventaja de un Vehículo Eléctrico*

Ventajas

- No produce contaminación atmosférica
- No produce contaminación acústica

- Ahorro en mantenimiento
- Ahorro de espacio
- Mayor eficiencia (menor consumo)

Desventajas

- Menor Autonomía
- Pocos talleres especializados
- Precios elevados

2.1.7. Tipos de Vehículos Eléctricos

Hay que diferenciar el vehículo eléctrico dependiendo el nivel de electrificación que posea, en la actualidad podemos distinguir de 5 tipos de Vehículos Eléctricos:

A. Vehículo Eléctrico de Baterías o Battery Electric Vehicle (BEV)

Este tipo de Vehículo es 100% puro Eléctrico, puesto que toda la energía dedicada al movimiento procede íntegramente al almacenamiento de electricidad en sus baterías, suelen tener un sistema de recuperación de energía mediante frenadas y desaceleración que mediante el sistema eléctrico pueden cargar de energía las baterías del vehículo a pesar de las limitaciones de las recargas por estos dispositivos suelen ser insuficientes para la carga total o parcial, para una recarga completa la batería debe de estar enchufada a un punto de recarga (Gesthispania, 2019).

El sistema de frenado regenerativo le permite emplear la energía del frenado volviendo al vehículo más eficiente. Los vehículos eléctricos puros no emiten ningún tipo de gases contaminantes, ruidos ni vibraciones y ofrecen una menor duración del proceso de mantenimiento durante su vida útil (Smith, 2017).

Una de las desventajas de este tipo de vehículos es la batería, la misma proporciona una baja autonomía, son pesados y de costo elevado. Es por ello que este tipo de vehículos se prefieren para

cortas distancias (Fredback, 2017).

B. Vehículo Eléctrico Híbrido (HEV)

Este tipo de vehículos en comparación con los vehículos eléctricos puros emplean dos motores, uno de combustión interna y uno eléctrico, lo que permite reducir el consumo de combustible y emisiones externas.

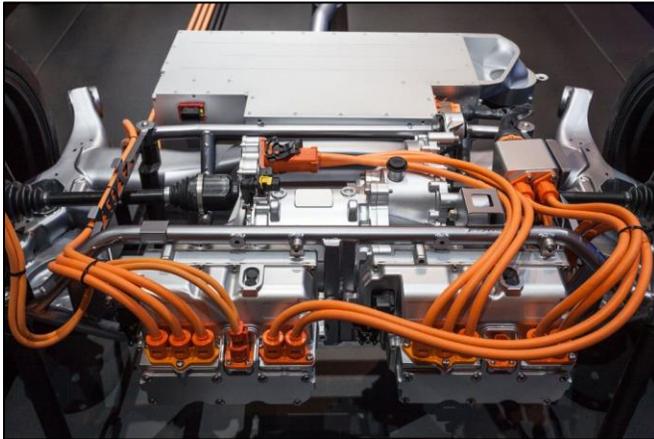
El vehículo eléctrico híbrido al tener dos motores conlleva a un incremento del peso del vehículo (Fradeu, 2018).

Estos dos tipos de motores tienen la peculiaridad de ser capaces de funcionar a manera única o en conjunto. Si el sistema de baterías dispone de energía almacenada, el vehículo podrá desplazarse con esta energía y si por el contrario, se produce una disminución de las baterías eléctricas, el vehículo empieza a desplazarse por el motor de combustión (Valenzuela, 2018).

Tiene una autonomía eléctrica muy reducida, normalmente no suele ser más de un kilómetro, siendo perfecto al ahorro de combustible en vía urbana para este caso, cuentan con dispositivos ambiental ECO (Gesthispania, 2019).

La finalidad de este tipo de vehículos es disminuir las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) en comparación con un vehículo convencional. El trabajo de Abrilr peso está a cargo del motor de combustión convirtiendo al vehículo eléctrico híbrido en un tipo de vehículo complejo que recibe un aumento del precio de su valor total (Scalese, 2017).

Las baterías pertenecientes al motor eléctrico (Figura 4) tienen poca capacidad comparada con el motor eléctrico puro (BEV) puesto que solo almacenan energía proveniente de las frenadas, del motor de combustión, las retenciones, las aceleraciones y no de la energía de la red eléctrica (Garcia, 2020).

Figura 4*Batería de un Auto Híbrido*

Fuente: (RACING, 2020)

En cuanto a la autonomía, los vehículos eléctricos híbridos poseen una mayor autonomía en relación con los vehículos eléctricos puros y esto les permite recorrer grandes distancias y no requieren de puntos de carga por lo que no es necesario permanecer tiempo estático para su carga. Sin embargo, las emisiones de CO₂ son mayores en comparación con el vehículo eléctrico híbrido (Muñoz, 2018).

C. Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable o plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

El vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) al igual que el VEH está conformado de dos motores, un motor eléctrico y un motor a diésel o gasolina, pero se diferencia del VEH por las baterías que emplea, puesto a que tienen como requisito ser cargadas a la red eléctrica (Valarezo, 2020). El precio de estos vehículos se ve aumentado por el costo de las baterías, pero representa una disminución considerable en cuanto al volumen de eliminación de CO₂ en comparación con el vehículo eléctrico híbrido.

El motor eléctrico tiene una mayor capacidad de almacenamiento de sus baterías

proporcionando una Abrilr autonomía (Rodríguez, 2020).

Estas características permiten que el vehículo eléctrico híbrido enchufable pueda ser capaz de recorrer distancias cortas y largas con una disminución de la emisión de CO₂, estos vehículos son considerados ecológicos que los proveen de una etiqueta de la Dirección General de Tránsito (DGT), la cual funciona como un acceso a regiones restringidas para autos con estas peculiaridades (Patiño, 2021).

En la Abrilría de los modelos híbridos enchufable, se puede hacer uso del motor de combustión para cargar la batería que se va a suministrar electricidad al motor eléctrico, es considerado en la categoría de 0 emisiones siempre que tenga una autonomía pura eléctrica Abrilr a los 40 km (Gesthispania, 2019).

D. Vehículo Eléctrico de Autonomía Extendida (EREV)

Es un vehículo que combina las peculiaridades del híbrido con el eléctrico puro, está conformado por un motor eléctrico y uno de combustible.

El motor eléctrico es aquel que desempeña la función más importante puesto que es el encargado de mover al vehículo y generar la tracción. A diferencia de los vehículos híbridos, las baterías se recargan de la red eléctrica permitiendo al vehículo dotar de una Abrilr autonomía. El E-REV dispone de una autonomía de hasta 240 km a las que se añaden 200 km por el motor de apoyo (Gutiérrez, 2018).

En lo que respecta a la autonomía, la disponible antes de que tenga que acudir al motor de combustión, suele ser Abrilr que los Vehículos Híbridos enchufable, puesto que su batería tiene Abrilr capacidad, pero menos que los eléctricos puros, el EREV también recibe el distintivo ambiental cero emisiones siempre que tenga una autonomía eléctrica pura Abrilr a los 40 km (Gesthispania, 2019).

El motor de combustión actúa directamente a nivel del generador, el mismo que recarga la batería cuando la red inalámbrica se encuentra en niveles mínimos. Este tipo de vehículos eléctricos se encuentra en desarrollo (Rodríguez & Bohorquez, 2019).

E. Vehículo Eléctrico de Pila de Hidrógeno (FCEV)

La ventaja más importante del Hidrógeno es que puede almacenarse por largos periodos de tiempo, además puede transportarse fácilmente sin que se pierda las propiedades necesarias para realizar esta reacción química, el FCEV también recibe el distintivo ambiental de cero emisiones (Gesthispania, 2019).

2.1.8. Diferencias entre Vehículos Eléctricos y Vehículos de Combustión

Una vez expuestos los Elementos que conforman el vehículo eléctrico y cómo permiten su funcionamiento, se detallan las diferencias entre un vehículo de combustión y el eléctrico, con la finalidad de comprender porque el vehículo eléctrico surge como una alternativa al motor convencional (Rodriguez & Bohorquez, 2019).

- Emisiones de CO₂: Los vehículos eléctricos emiten una menor cantidad de gases contaminantes en relación a los vehículos de combustible, esto se debe a una disminución de la intervención del motor térmico durante su funcionamiento.
- Eficiencia: El cociente entre la energía producida y la energía suministrada hace referencia al rendimiento energético durante la conducción. En los motores térmicos la eficiencia es del 25% en comparación con los motores eléctricos del 90%, por la ausencia de engranajes y menor número de pérdidas de calor.
- Costes de mantenimiento: La simplicidad del sistema de propulsión y la ausencia de circuitos de aceites y refrigeración disminuyen hasta en un 50% los costes de mantenimiento de los vehículos de electricidad (*Sanchez, 2017*).

- Vida útil: El vehículo eléctrico sufre menos daños en comparación con el vehículo a combustión, permitiendo así extender la vida útil del mismo y se atribuye a la simplicidad de la maquinaria.
- Autonomía: Las baterías eléctricas proporcionan autonomía en el vehículo eléctrico.
- Peso del vehículo: A pesar de que las baterías de los vehículos eléctricos tienen un peso ligeramente elevado en relación a las baterías de combustibles, el peso total del vehículo eléctrico es hasta 15 veces menor (*Martinez, 2018*).
- Curva de potencia: Los vehículos eléctricos disponen de una curva de potencia ideal para la tracción, por lo que brindan potencia constante y esto les permite alcanzar grandes velocidades con mínimas revoluciones. El vehículo puede arrancar en cero rpm alcanzando una velocidad máxima en un corto periodo de tiempo (*Jaime, 2020*).

2.1.9. Ciclos de Conducción

El ciclo de conducción es una gráfica estadística de la velocidad con respecto al tiempo que se obtiene en un área determinada. Se han descrito y desarrollado diversos ciclos de conducción que incluyen ciclos de vehículos livianos, autobuses, camiones, furgonetas y motocicletas (Vasquez, 2018).

Se distinguen dos tipos de ciclos de conducción en base a la creación del lugar donde se encuentran:

- Ciclos legislativos: Generalmente corresponden al Estado, por ende, controlan las emisiones de gases contaminantes que provienen principalmente de los motores a base de combustible.
- Ciclos no legislativos: Son aquellos que se aplican para el análisis de consumo de combustible y emisiones contaminantes del motor que generalmente se desarrollan

dentro de los laboratorios de pruebas.

De acuerdo con el entorno o región, los ciclos de conducción se clasifican en estacionarios y transitorios.

- Ciclos de conducción estacionarios: También denominados “modales”, poseen como atributo aceleraciones constantes en relación con el perfil de velocidad y tiempo. Se emplean para incorporar condiciones de manejo determinadas en laboratorio con dinamómetros de prueba (*Arias, 2016*).
- Ciclos de conducción transitorios: Estos ciclos se caracterizan porque poseen variaciones de velocidad por instante de tiempo, son mediciones de manejo urbano en tiempo real donde se producen variaciones de picos de velocidad a lo largo del ciclo.

2.1.9.1 Ciclos de Conducción en el Mundo

The Trasport Research Laboratory (TRL por sus siglas en inglés) asentada en Inglaterra, presenta alrededor de 256 ciclos de conducción, a continuación, se detallan los más relevantes:

- Ciclos legislativos de la Unión Europea.
- Ciclos de los Estados Unidos de América.
- Ciclos legislativos japoneses.
- Ciclos de conducción ARTENIS.
- Ciclos de conducción ENPA.
- Ciclos de conducción Handbook (León, 2018).

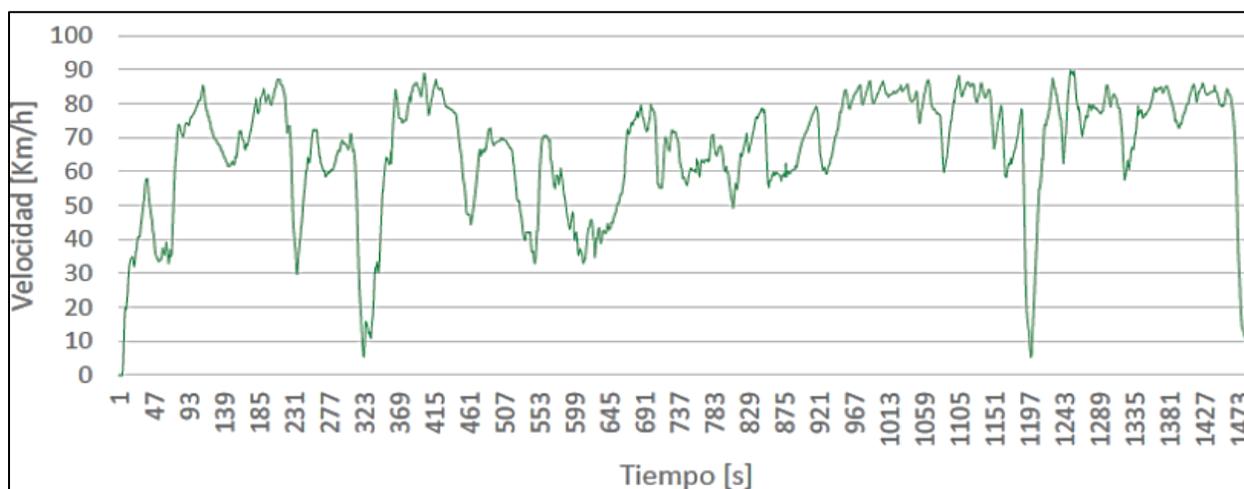
2.1.9.2 Ciclos de Conducción en Ecuador

En Latinoamérica se conoce que existen varios estudios acerca de los ciclos de conducción, especialmente en las ciudades de los países del sur del continente, se detallan los principales a nivel de Ecuador. Para la determinación de los ciclos de conducción de Distrito Metropolitano de

Quito (Figura 5) se obtuvieron tres ciclos aplicados en sentido Norte-Sur, Sur-Norte y Este-Oeste. Para la elaboración de cada ciclo se realizó bajo condiciones reales de manejo hacia rutas de Abril tráfico, con un recorrido de 1325.84 km durante 59 horas de conducción.

Figura 5

Ciclo de Conducción del Distrito Metropolitano de Quito



Fuente: Página Web Dspace- Pérez y Quito (2018)

2.1.10. Técnicas de Instrumentación y Parámetros para el Desarrollo de Ciclos

- Técnica On-Board: Para la aplicación eficaz de esta técnica se requiere del uso de más de un conductor para poder visualizar el comportamiento de conducción de una ruta determinada (Gonzalez, 2019).
- Técnica de la Persecución del Vehículo: Esta técnica emplea dos vehículos, uno a manera de vehículo de “casería” y otro a manera de “objetivo” en la cual el vehículo de casería sigue al vehículo objetivo representando el manejo. Esta técnica fue empleada por primera vez en la ciudad de Edimburgo en el 2001 y no se recomienda emplearlo en buses de transporte público (Gleas, 2016).

2.1.11. Métodos de Elaboración de Ciclos de Conducción

Se distinguen 2 tipos de métodos de elaboración de ciclos de conducción, a continuación,

se especifican cada uno de los métodos:

- **Métodos Directos:** Consiste en referir las mediciones reales en un ciclo del tráfico real del entorno del que se está estudiando. De manera rutinaria las rutas son preseleccionadas para las pruebas y a través del deslizamiento del vehículo se registran los datos de velocidad y del tiempo (Torres, 2016).
- **Métodos Indirectos:** Los métodos indirectos coleccionan información de los registros previos de viajes realizados en rutas establecidas para su posterior reajuste de velocidades de tiempos y velocidades en base a modelos internacionales (Roman, 2017).

Para la selección de rutas, es recomendable realizar recorridos que representen condiciones reales de conducción en las ciudades tales como: rutas de la ciudad, vías secundarias, vías de Abrir fluido y lugares de destino de la ciudad. Para la elección de las rutas, dependerá del clima, tipo de suelo y estado de la ciudad (León, 2018).

2.1.12. Análisis de Autonomía del Vehículo Eléctrico

La autonomía del vehículo eléctrico es un término que hace referencia a la máxima distancia que puede recorrer el vehículo con una batería al 100%, sin recarga de combustible o de baterías eléctricas.

En la actualidad, un vehículo eléctrico de tamaño medio cuenta con una batería de al menos 70 kWh de capacidad, en el mínimo de casos el consumo medio es de 20 kWh/100 km circulando sobre carreteras a velocidades de 120 km/h ofreciendo una autonomía de 350 km. Considerando que no es recomendable la descarga por completo de la batería ni su recargo al 100% la autonomía real sería de 805 equivalente a 280 km (Matias, 2020).

Sin embargo, el avance tecnológico y eléctrico va en ascenso, por lo que se estima que con

una batería un poco Abrilr, un consumo menor y apurando los límites de carga y descarga, es factible recorrer más de 350 km con cada carga, una distancia que supera el viaje convencional (Carmilin, 2017).

2.1.13. Sistema de Recarga

Es aquel que permite recargar la energía en el banco de baterías, este recargo de energía se realiza en base a criterios de mantenimientos técnicos de la batería esto equivale a proporcionar la energía necesaria para desencadenar la reacción electroquímica inversa de la batería sin implicar daños en los materiales que la conforman (Jaimez, 2020).

Los cargadores de las baterías son dispositivos electrónicos que permiten la recarga de baterías, estos sistemas pueden abastecerse a través de la red pública o algún otro sistema que genere energía eléctrica.

2.1.14. Recarga de los Vehículos Eléctricos

La recarga de los vehículos eléctricos puede tardar desde minuto hasta horas, la recarga de vehículos eléctricos es preferiblemente de noche, cuando la demanda energética es menor. Con la recarga eléctrica los ventiladores de la batería se mantienen a temperatura estable (Franco, 2019).

El tiempo de recarga varía en relación con el amperaje y voltaje, de tal forma que la carga doméstica no permite una carga rápida, por otro lado, la recarga de las baterías eléctricas es más rápida mientras más vacías están las baterías. La primera parte de la batería es rápida mientras que la otra mitad de la batería demora de cargar (Altuve, 2016).

2.1.15. Puntos de Recarga

La recarga del vehículo eléctrico no es únicamente un avance tecnológico, sino que se adapta al comportamiento de los usuarios. La recarga de un vehículo eléctrico es útil para la planificación de viajes en cuanto a tiempo, trayecto y destino, por lo que su recarga es un factor decisivo

(Valarezo, 2020).

2.1.16. Clasificación de los Puntos de Recarga

Según el perfil del usuario los puntos de recarga para el vehículo eléctrico se podrán clasificar en los siguientes:

- **Vías públicas:** La recarga en las vías públicas facilita al usuario poder cargar sus vehículos mientras realiza actividades entorno al trabajo o paseo familiar.
- **Parqueaderos eléctricos:** Los parqueos eléctricos públicos o privados permiten al usuario poder realizar paradas para el recargo del vehículo.
- **Residencias individuales o colectivas:** Los usuarios prefieren esta opción cuando el vehículo permanece durante más de 10 horas en el parqueo domiciliario.
- **Estacionamientos de servicio eléctrico:** Son medios ideales que se adaptan al recargo de los vehículos eléctricos, la gran mayoría suelen ser privados (Altuve, 2016).

2.1.17. Tipos de Batería Eléctrica

La batería es un elemento fundamental del vehículo eléctrico, por lo que es importante describir sus tipos y es un aspecto que se tomará en cuenta para el proceso de carga:

- **Plomo-Ácido (PB-ÁCIDO):**

Es la batería más antigua también empleada en vehículos convencionales, dispone de entre 6 a 12 voltios, autonomía de 100 km y se emplea principalmente para funciones relacionadas con el arranque del vehículo, iluminación y soporte eléctrico. Tiene un ciclo de vida limitado entre 500 y 8000 ciclos de carga y descarga. Dispone de un bajo costo en el mercado, sin embargo, son pesados y el plomo es tóxico (Acurio, 2018).

- **Níquel-Cadmio (NiCd):**

Son las baterías más usadas en la automovilística, tienen un alto costo y efecto de memoria

contaminante, dispone de un ciclo de vida de entre 1500 y 2000 cargas y descargas, y una densidad de 60 a 40 Wh/Kg (N. López , 2018).

- Níquel-hidruro metálico (NiMh):

Es el tipo de batería más empleada por los vehículos híbridos, con un ciclo de vida de 300 a 500 ciclos de carga y descarga, densidad de 30-80 Wh/kg y requieren de altos costes en mantenimiento, esta batería no tolera descargas fuertes y ofrece poca resistencia a altas temperaturas.

- Ion-litio (LiCoO₂):

Es un tipo de batería de creación reciente, que supera hasta en el doble a la densidad de las baterías de NiCa a pesar de que su tamaño es tres veces menor. Dispone de un ciclo de vida entre 400 y 1200 cargas y descargas, densidad de 100-250 Wh/kg, tiene un peso ligero sin efecto memoria, sin embargo, su alto coste asociado a la fragilidad la convierten en la más sensible.

- Ion-Litio con cátodo de LiFePO₄:

Son baterías estables que no emplean cobalto en su estructura lo que las convierte en baterías seguras por ofrecer una gran estabilidad por su alta cantidad de hierro, dispone de un ciclo de vida de 2000 cargas y descargas, densidad 90-100 Wh/kg, son seguras, potentes, estables y de menor coste.

- Polímero de litio (LiPo):

Son una variación de las baterías de ion-litio, son de gran potencia y densidad energética, ligeras y sin efecto de memoria, dispone de un ciclo de vida por debajo de las 1000 cargas y descargas, densidad de 300 Wh/kg, son ligeras y eficientes, pero su costo es elevado (Davila , 2021).

Capítulo III

Determinación de Autonomía de Vehículo Eléctrico

3.1. Concepto Preliminar de Autonomía de Vehículo Eléctrico

Se denomina autonomía a la distancia máxima que un vehículo puede recorrer sin la necesidad de recargar sus baterías, es una característica o cualidad de gran valor en las zonas menos pobladas donde las personas deben movilizarse y existe menos posibilidades de poder recargar el vehículo eléctrico. La autonomía del vehículo a electricidad presenta un gran reto por sus baterías, en la mayoría de los casos requieren mucho tiempo para su carga, el estrés de las cargas y descargas rápidas, el gasto de electricidad al usar la calefacción y el aumento drástico de consumo que experimenta el vehículo fuera del área urbana donde requiere una mayor velocidad de marcha.

3.2. Diseño Metodológico

Primero, se realiza una investigación de tipo descriptiva sobre los vehículos eléctricos, sus componentes y su funcionamiento, además que se analizan algunos aspectos que influyen en la autonomía del vehículo. Se realiza un análisis detallado de los tipos de vehículos eléctricos disponibles en el mercado. La movilidad eléctrica beneficia al ambiente, evitando la contaminación de la atmósfera de acuerdo con el tráfico que existe en la ciudad de Guayaquil, lo que conlleva a emisiones vehiculares que afectan a la atmósfera.

3.3. Elementos para el Análisis de la Autonomía del Vehículo Eléctrico

A continuación, se realiza una descripción de los materiales o elementos que se emplean para determinar la autonomía del vehículo eléctrico:

- Vehículo BYD Modelo E5

El vehículo marca BYD E5 es un sedán con tracción delantera eléctrico puro, cuenta con un largo alcance. Es ideal para satisfacer las demandas de taxis eléctricos, este modelo viene con

tecnología patentada del primer nivel, las baterías proporcionan un alcance de 400 kilómetros con solo una carga. Este vehículo eléctrico se caracteriza por su ruido bajo, su comodidad y la eficiencia; una gran opción ecológica para el medio ambiente. BYD es una marca china que se ha dedicado a desarrollar modelos híbridos y eléctricos, en esta prueba se empleará el modelo E5 (Figura 6).

Figura 6

Vehículo



3.4 Scanner Marca Thinktool y Conector OBDII Marca Thinktool

THINKTOOL Pro 8" es la herramienta de diagnóstico del sistema completo con 28 funciones especiales, bluetooth y conexión wifi software libre de codificación de la ECU, test de activación de hacer el ajuste de AF, 32GB de almacenamiento multi idiomas soportados, 2 años de actualización gratuita, 5 años de garantía, asistencia técnica gratuita de por vida (Figura 7).

Prueba Rápida: Permite acceder rápidamente a todas las unidades de control electrónico del vehículo y generar un informe detallado. Vehículo de exploración del sistema de apoyo y el sistema seleccionado.

Análisis del Sistema: Analiza automáticamente todos los sistemas del vehículo.

La selección del Sistema: Elegir manualmente el sistema de control electrónico automotriz. verificación rápida y de impresión.

Adopta el modo de detección inteligente. Después de que el vehículo está conectado, el sistema reconoce automáticamente la información del vehículo, comprueba automáticamente el vehículo, y genera automáticamente un informe. La impresión es de forma automática.

Figura 7

Scanner



3.4. Procedimiento para el Uso de Scanner en Vehículo Eléctrico

Una vez que tenemos alimentación de los diferentes sistemas con los que vienen los vehículos ya sea PCM, AIRBAG, ABS, tablero de instrumentos, BCM, etc. Tenemos que identificar el origen de la marca del vehículo, es decir si tenemos un vehículo de marca Renault vamos a ingresar por europeos ya que esta marca su casa matriz se encuentra en Francia.

Otro ejemplo que encontramos al momento de diagnosticar, es en los vehículos marca Hyundai los cuales su casa matriz se encuentra en Corea del Sur, por lo tanto vamos a ingresar por la opción de asiáticos.

Después de tener alimentación y tener definido el origen de la marca, vamos a escoger la referencia del vehículo ejemplo: europeo, Renault, Symbol. Otro ejemplo es: Asia, Hyundai, Accent.

Ya determinada la referencia del vehículo vamos a ingresar el modelo del mismo. Ejemplo: europeo, Renault, Symbol, 2000-2007. Quiere decir que vamos a diagnosticar un vehículo fabricado entre los años 2000 y 2007. Siguiendo ejemplo: Asiático, Hyundai, Accent, 2010 (vehículo fabricado en el 2010).

Para asegurar que estamos ingresando al modelo del vehículo correcto, podemos encontrar esta información en la tarjeta de propiedad, si no estamos seguros de algún dato que nos pida el escáner.

Después de encontrar el modelo del vehículo se procede a ingresar el sistema al cual nosotros queremos diagnosticar. Ejemplo: europeo, Renault, Symbol, 2000-2007, Inyección (pero también podemos ingresar a Airbag, ABS, BCM, etc. Para nuestro caso de Hyundai esta es la ruta de acceso con el escáner: asiático, Hyundai, Accent, 2010, 1.6 DOHC, Engine.

Para este caso el escáner nos va a pedir información adicional como: el cilindraje del vehículo y posteriormente el sistema a diagnosticar, en este caso vamos a diagnosticar el motor (Engine).

Como se puede observar, para el diagnóstico automotriz mediante un escáner los procedimientos, sin importar la marca del vehículo son muy similares, en resumen y ya para terminar los pasos básicos para ingresar con un escáner a diagnosticar un vehículo son: switch de encendido en posición ON, origen del fabricante, marca del vehículo, modelo del vehículo, cilindraje del motor, tipo de combustible, sistema a diagnosticar (Figura 8).

En este apartado se describen los pasos a seguir para el uso del scanner en el vehículo eléctrico y que nos permita obtener el diagnóstico del Vehículo:

- Primero, se debe encontrar en el panel del vehículo el conector de diagnóstico OBDII, que se encuentra a un lado del conductor, específicamente en la parte inferior del

tablero, el adaptador debe conectarse al vehículo cuando se encuentra apagado.

Figura 8

Conector del Adaptador OBDII en el Vehículo Eléctrico



- Al encontrarse conectado el adaptador en el conector OBDII, una vez que el scanner se encuentre encendido, se prende el vehículo eléctrico a través del botón power (Figura 9).

Figura 9

Encendido de Scanner y del Vehículo Eléctrico



3.5 Selección del Diagnóstico Inteligente

En el Scanner se selecciona el diagnóstico inteligente y empieza la detección del código VIN. El Número de Identificación Vehicular VIN (Vehicle Identification Number) es un estándar internacional que consta de 17 caracteres alfanuméricos que permiten identificar y conocer los

registros de un auto, camioneta SUV o camión. Descubre dónde y cómo encontrar el número VIN de tu vehículo y entender para qué sirven cada uno de sus caracteres (Figura 10).

Figura 10

Diagnóstico Inteligente y Código VIN



3.6 Detección del Código VIN

Una vez detectado el código VIN (Figura 11), aparece de manera automática en el scanner las características del vehículo: marca, año y modelo. BYD modelo E5.

Figura 11

Detección de Código VIN, Marca y Modelo del Vehículo Eléctrico



3.7 Diagnóstico y Búsqueda Automática del Modelo del Vehículo en el Scanner

Además de identificar los errores que pueda almacenar la computadora del vehículo y corregir los mismos, los scanners automotrices cumplen otras funciones que los hacen más

atractivos. Las más importantes son las de programación y adaptación.

Otra particularidad de estos dispositivos es que, a través de un programa de lectura, permite conocer el estado del sensor de oxígeno, cuál es la tensión de batería, mostrar la velocidad del motor, realizar ajustes de combustible, verificar los frenos ABS, entre otros.

El diagnóstico es fundamental sobre todo si el auto ha sufrido algunas reparaciones electrónicas recientemente. Ahora que se conoce cuántos tipos de scanner automotriz existen, se debe escoger el modelo ideal (depende de las necesidades). Sin embargo, es conveniente que se acuda a un especialista en la materia, éste podrá brindar mejor orientación sobre los códigos de error que el auto pueda arrojar (Figura 12).

Figura 12

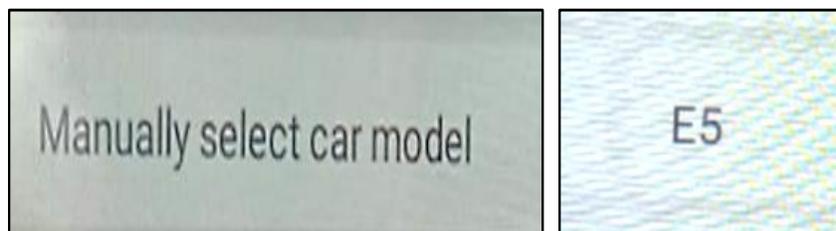
Diagnosticar y Búsqueda Automática del Modelo del Vehículo en Sscanner



Seleccionar manualmente modelo de vehículo E5 (Figura 13)

Figura 13

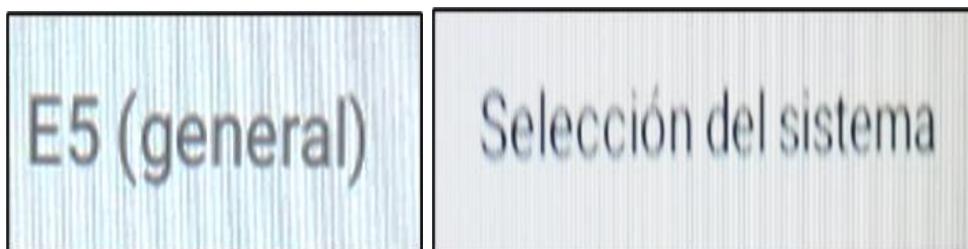
Selección Manual del Modelo de Vehículo en Scanner



Seleccionar el E5 general y el parámetro selección del sistema (Figura 14)

Figura 14

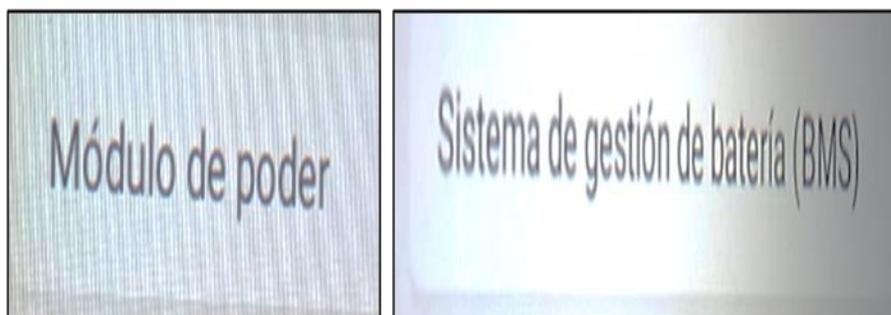
Selección del Modelo E5 (general) y Selección del Sistema en Scanner



Seleccionar el parámetro “Módulo de poder “ y el “Sistema de Gestión de Batería BMS (Figura 15), esta última corresponde al inglés BATTERY MANAGEMENT SYSTEM.

Figura 15

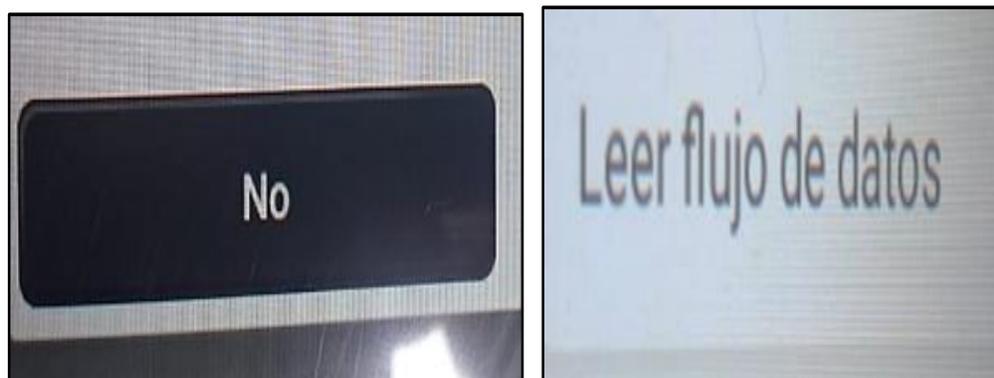
Selección del Módulo de Poder y Sistema de Gestión de Batería en Scanner



A continuación selecciona la opción “NO” y después la opción “Leer flujos de Datos” (Figura 16).

Figura 16

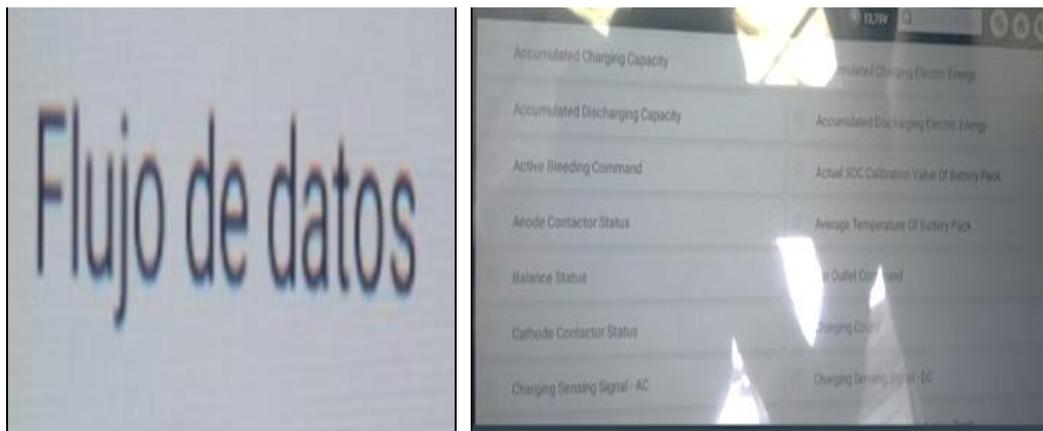
Selección de Opción No y de Opción Leer Flujo de Datos en Scanner



Seleccionar el parámetro de “Flujo de Datos”, se verifica de que se desplieguen varias opciones con respecto a los datos (Figura 17).

Figura 17

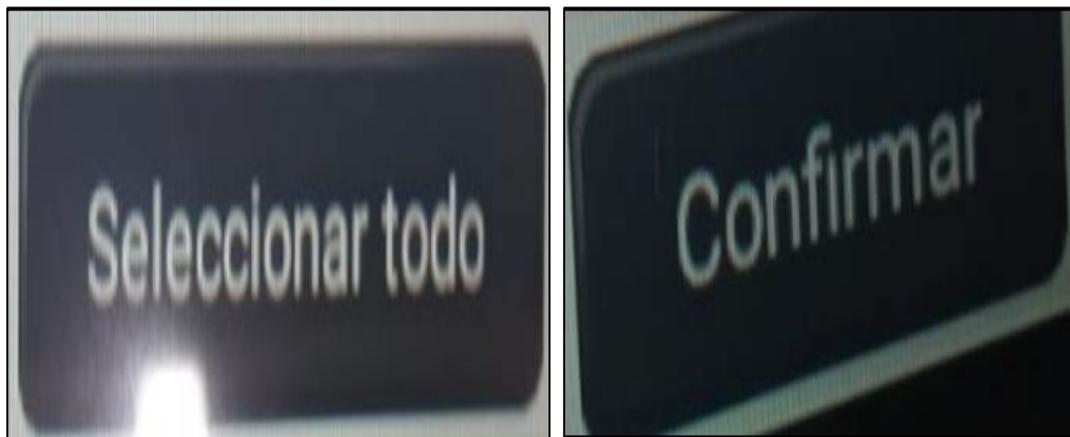
Opciones del Parámetro Flujo de Datos en Scanner



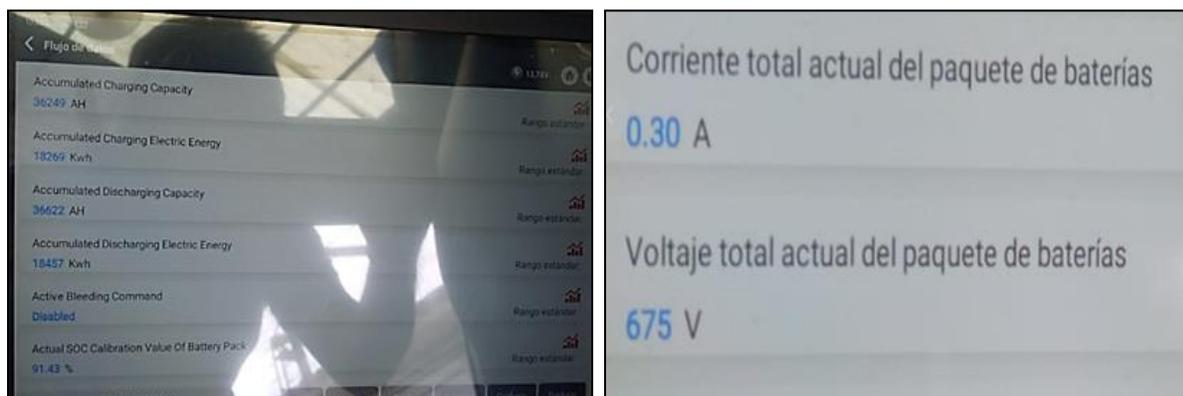
Se realiza la selección de la opción “Seleccionar Todo” y “Confirmar” (Figura 18).

Figura 18

Opciones Seleccionar Todo y Confirmar en Scanner



Luego de completar todo lo enunciado anteriormente expuesto, se muestran todos los datos, se procede a seleccionar con los que se va a trabajar como: Corriente y Voltaje Total (Figura 19).

Figura 19*Elección de Datos de Interés en el Scanner*

Procedimiento de Recarga de Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5. En esta etapa, lo primero que se realiza es la identificación del punto de carga para el vehículo eléctrico que se emplea en el estudio (Figura 20), este sitio se encuentra situado en el sector norte de la ciudad de Guayaquil, detrás del parque Samanes, en la autopista Narcisa de Jesús (Figura 21).

Figura 20*Ubicación del Punto de Carga para el Vehículo Eléctrico BDY Modelo E5*

Figura 21*Localización de la Electrolinera*

En este apartado, se realiza una descripción sobre cómo se realiza el proceso de carga del vehículo eléctrico en una electrolinera.

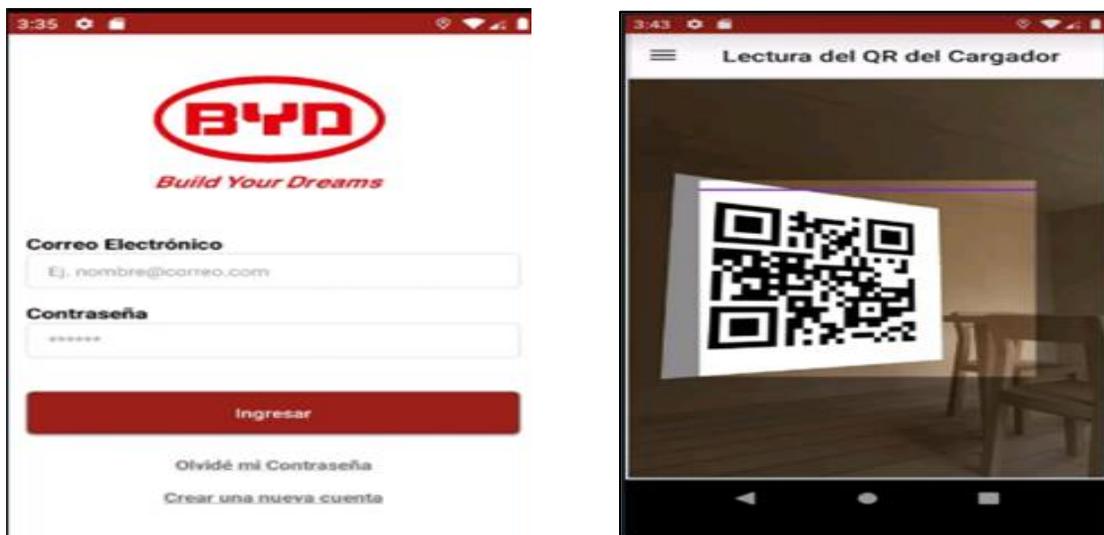
- Estacionar el vehículo eléctrico BYD modelo E5 en algún poste o dispensador de carga y apagar el vehículo (Figura 22).

Figura 22*Proceso de Carga del Vehículo Eléctrico en una Electrolinera*

- Descargar en el teléfono celular la aplicación BYD, activar la cuenta y escanear el código de lectura de carga QR en el dispensador (Figura 23).

Figura 23

Funcionamiento de Aplicación BYD y Lectura de Código QR para carga del Vehículo Eléctrico



- Levantar la manilla del vehículo para abrir la tapa del puerto de carga y así mismo el protector de carga (Figura 24).

Figura 24

Puerto de Carga del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



- Se procede a retirar el cable con el cargador del dispensador, colocar el cargador en el puerto de carga del vehículo eléctrico. Al realizar esta acción, se activa la carga en el celular, se coloca el valor de carga que se desea de acuerdo al presupuesto económico o si desea la carga completa, una vez seleccionado aquello, se presiona la opción “iniciar recarga” en el celular (Figura 25 y Figura 26).

Figura 25

Colocación del Cargador e Inicio de Recarga del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5

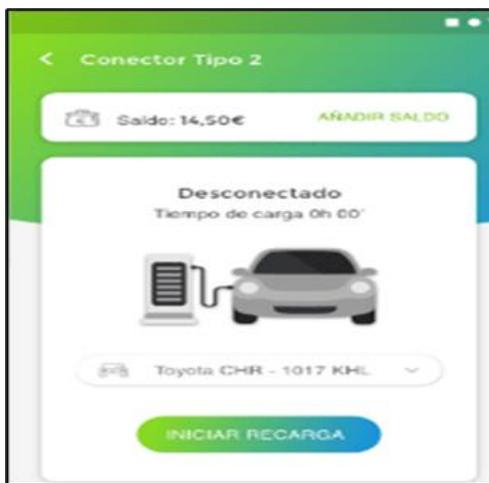


Figura 26

Procedimiento de Carga



- Cuando empieza la carga de la batería del vehículo eléctrico, se realiza un monitoreo de este proceso a través de la aplicación del celular y el panel del vehículo. Se observa

la hora y los minutos de carga en la batería, para establecer cuando empieza su carga y cuando culmina (Figura 27).

Figura 27

Monitoreo del Proceso de Carga del Vehículo Eléctrico



- Al culminar la carga de la batería, se finaliza la carga a través de la aplicación móvil, al realizar esta acción se debe desconectar el cargador de la electrolinera del puerto de carga (Figura 28).

Figura 28

Finalización del Proceso de Carga del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



- Al desconectar el cargador del puerto de carga, debe colocarse en su dispensador (Figura 29).

Figura 29

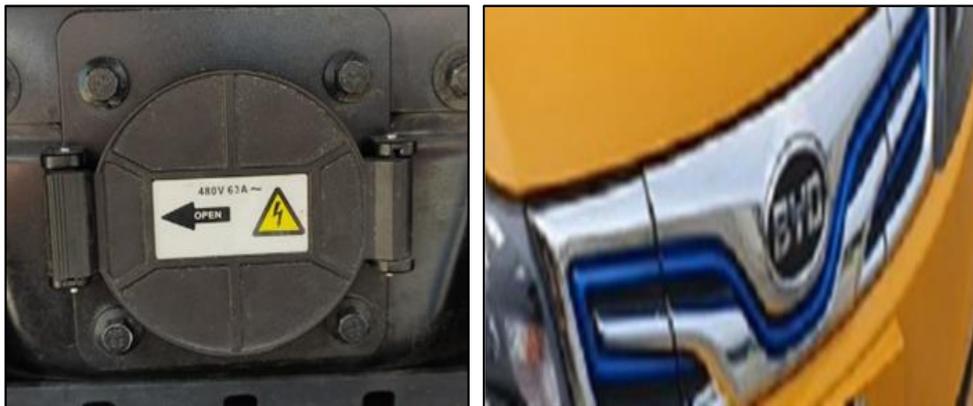
Colocación del Cargador en su Dispensador en la Electrolinera



- Cerrar la tapa del protector de carga y también el puerto de carga (Figura 30).

Figura 30

Cierre del Puerto de Carga en el Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



3.8 Modo Eco en Vehículo Eléctrico

El “Eco” en un vehículo eléctrico es un modo que se enfoca en optimizar la autonomía de este, es decir se limita la entrega de potencia al motor y la climatización es configurada en el modo de consumo mínimo de energía. El “Eco” relaciona el control del motor y la respuesta del pedal del acelerador (Figura 31).

Figura 31

Modo Eco en Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



El modo “Eco” puede cambiar al modo “Sport” solo con se aplasta el interruptor Eco que se encuentra al lado izquierdo del volante del conductor (Figura 32). Es importante describir la diferencia entre estos modos, la principal característica será el manejo:

- Modo Eco: Significa disminuir la velocidad de 80 a 90 km/h.
- Modo Sport: Se refiere al aumento de velocidad de 90 a 110 km/h en adelante en cuatro segundos.

Figura 32

Modo Eco y Sport en Panel del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



A continuación, se expone un ejemplo entre el modo “Eco” y el Modo “Sport” (Figura 33).

- Modo Eco: Si se acelera en 10 KW en Km/h resulta 70 Km/h.
- Modo Sport: Si se acelera en 10 KW en Km/h resulta 60 Km/h.

- Modo Eco: Si se acelera en 20 KW en Km/h resulta 90 Km/h.
- Modo Sport: Si se acelera en 20 KW en Km/h resulta 80 Km/h.

Figura 33

Modo Eco y Sport en panel del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



Es importante también mencionar la diferencia entre KW y Km/h (Figura 34).

- KW: Se entiende como la capacidad de carga en relación a la velocidad de descarga.
- Km/h: Se conceptualiza como la velocidad o aceleración que se expresa en número de kilómetros recorridos.

Figura 34

Diferencia entre KW y Km/h en Panel del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5

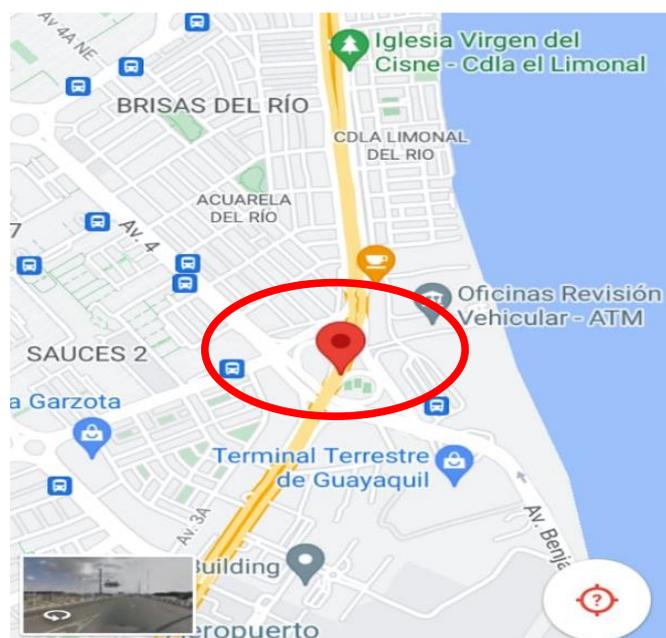


3.9 Prueba de Autonomía del Vehículo Eléctrico

La ubicación donde se llevó a cabo la prueba de autonomía del vehículo eléctrico BYD modelo E5, fue cerca de la autopista Terminal Terrestre en el sector norte de la ciudad de Guayaquil (Figura 35).

Figura 35

Ubicación del Punto de Prueba para Analizar la Autonomía del Vehículo Eléctrico BDY Modelo E5



Se realiza una prueba de autonomía con la finalidad de verificar algunos parámetros como el consumo de corriente y el voltaje total de batería. El modelo de vehículo empleado es el E5 de la línea BYD, se monitorea el estado de carga de la batería, los KW consumidos para mantener los vehículos es de aproximadamente 60 Kw/h. Se realizan las pruebas de ruta que se describen a continuación sobre el recorrido del vehículo por cada Km y el consumo de energía, un ejemplo:

Se determina el recorrido del vehículo por Km, recorre un rango aproximadamente de 314 Km, con 10 Kw, porque es la corriente total por el voltaje total.

$$15.90 \text{ A} \times 659 \text{ V} = 10 \text{ Kw.}$$

En cuanto al consumo de energía: La carga de batería es de 100% a 92% de recarga de la

batería que se ha consumido un 8% de energía (Figura 36).

Figura 36

Prueba 1 de Autonomía del Vehículo Eléctrico BDY Modelo E5



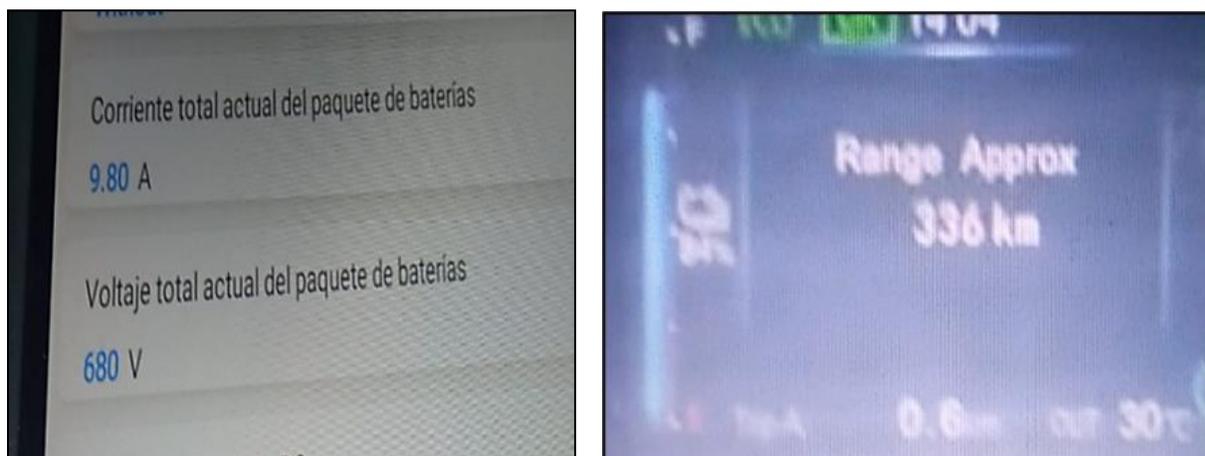
Se determina el recorrido del vehículo por Km: El vehículo recorre un aproximado de 336 Km, con 6 Kw, porque es la corriente total por el voltaje total.

$$9.80 \text{ A} \times 680 \text{ V} = 6 \text{ Kw}$$

En cuanto al consumo de energía: La carga de batería es de 100% a 84% de recarga de la batería se ha consumido un 16% de energía (Figura 37).

Figura 37

Prueba 2 de Autonomía del Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5



Capítulo IV

Análisis de Autonomía de Vehículo Eléctrico

La empresa BYD Company fundada en China en el año de 1995 nace el año 2003 BYD Auto, tras adquirir la Compañía Qinchuan Vehicle Factory, enfocada en el desarrollo y la investigación de nuevas tecnologías aplicada a la automoción, BYD Auto se destaca en el campo de los Automóviles Eléctricos. Como empresa interesada en la investigación, BYD ha puesto en producción numerosos avances propios, en las cuales muchos de ellos englobados en el Vehículo Eléctrico de aplicación efectiva y real, como hibridado combinando un motor de gasolina y uno eléctrico, destaca el BYD F6DM.

Bajo las siglas BYD se oculta un mensaje BUILD YOUR DREAMS, que significa construye tus sueños, para conseguirlo la empresa china no ha estado exenta de problemas, como tener que enfrentar a una acusación de plagio en los modelos de vehículos y hasta en su logo o imagen.

La evaluación del desempeño de los vehículos automotores en la ciudad de Guayaquil es importante por la influencia de sus emisiones en los índices de contaminación atmosférica. Los automóviles eléctricos, simbolizan una oportunidad para disminuir esta contaminación, por lo que es de interés analizarlos.

4.1. Determinación de la Autonomía de Vehículo Eléctrico

La autonomía que genera las baterías es uno de los principales factores que limita al desarrollo del vehículo eléctrico, las previsiones que muestran son de un plazo de 15 a 20 años.

Los vehículos de media gama tienen una autonomía de unos 300 a 400 km además el litio que es la materia prima para la elaboración de la batería existe en países como Bolivia y Chile, lo cual puede crear un inconveniente en el desarrollo de este modelo de energía.

Para el desarrollo del proyecto de titulación, que tiene por objetivo un análisis de

determinación de la autonomía de vehículo eléctrico mediante ciclos de conducción, la investigación se basa en un diseño experimental, evaluando cada uno de los factores que más inciden en el consumo de energía eléctrica.

Los factores influyen en el consumo y aumenta la autonomía de tu vehículo eléctrico son múltiples.

La autonomía de los vehículos eléctricos puede variar según el uso que se le da al vehículo, pero también según el clima. Es importante descubrir los factores que afectan al vehículo y las soluciones que se adaptan a sus necesidades.

Algunas recomendaciones de cómo conseguir una mejor autonomía para el vehículo eléctrico:

- Uso del frenado regenerativo
- Comprobar la presión de los neumáticos
- Recargar siempre la batería
- No acelerar en exceso
- Usar el aire acondicionado lo menos posible

La autonomía de los vehículos eléctricos puede variar mucho dependiendo de factores como:

- El peso y el tamaño del Vehículo
- El tamaño de la batería
- La especificación del motor eléctrico
- El estilo de conducción
- El terreno
- Las condiciones meteorológicas de cada trayecto en concreto
- La propia climatización del vehículo.

Para maximizar la autonomía y la carga de la batería se puede ajustar el nivel de frenado regenerativo y conducir de forma eficiente y respetando siempre los límites legales.

El clima es un factor clave que influye directamente en el rendimiento de cualquier tipo de batería. El funcionamiento óptimo de los acumuladores de energía se da entre los 20 y 40 °C.

Al considerar la media de los kilómetros que recorreremos a diario los taxis en Guayaquil, con las pruebas realizadas se pudo comprobar que la autonomía real es más que suficiente para afrontar los trayectos rutinarios sin problemas, ni necesidad de parar a repostar. Para que así, cuando se tenga que volver a realizar un recorrido (generalmente salir por la mañana) el vehículo está de nuevo al 100%.

Asimismo, para poder obtener todo el rendimiento del vehículo eléctrico, es importante entender cómo funciona y de qué manera se debe conducir para hacer un buen uso de este tipo de vehículo. Se debe adaptar a este nuevo tipo de conducción lo más pronto posible, ya que no requiere mucho tiempo ni dificultad.

Sea cual sea el trayecto a recorrer, siempre se debe considerar que se aprovecha al máximo la autonomía del vehículo si se practica una conducción eficiente.

4.2. Especificaciones técnicas de Vehículo Eléctrico

En la Tabla 1 se indican las características del vehículo eléctrico usado para el desarrollo del proyecto.

Tabla 1*Ficha Técnica de Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5*

Parámetros		
Dimensiones	• Largo	• 4,680 mm
	• Ancho	• 1,765 mm
	• Alto	• 1,500 mm
	• Distancia entre ejes	• 2,660 mm
	• Distancia al suelo	• >120 mm
	• Min radio de giro	• <5,3 m
	• Peso en vacío	• 1,900 kg
	• Neumáticos	• 205/55 R16
	• Ángulo de aproximación (carga completa)	• >16°
	• Ángulo de salida (carga completa)	• >18°
	• Capacidad de cajuela	• 450 Lts.
Rendimiento	• Velocidad máxima	• >130 km
	• Aceleración 0-100 km/	• <14 s
Motor	• Potencia máxima	• 160 kW/ 214.56 hp
	• Toque máximo	• 310 N.m
Batería	• Voltaje	• 604,8 v (168 celdas)
	• Capacidad	• 60,5 kWh
Cargador	• Tipo de carga	• Corriente alterna
	• Potencia de carga	• Electrolinera 40 kW/ Cargador de casa 7.7 kW
	• Tiempo de carga	• Electrolinera 1.5h/ Cargador de casa 7 a 8 horas

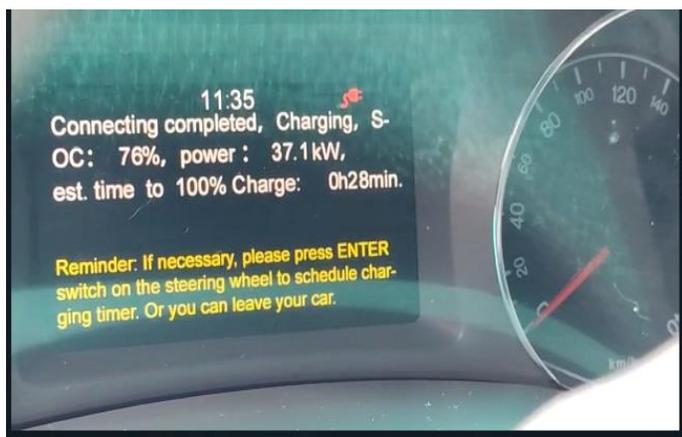
Fuente: (BYD, 2022)

4.2 Análisis de Resultados

En la Figura 38 se visualiza el proceso de carga y descarga de la batería del vehículo eléctrico.

Figura 38

Carga de Batería en su Totalidad



Lo primero que se realiza es identificar el punto de carga en la ciudad de Guayaquil para el Vehículo Eléctrico Modelo BYD.

Se obtienen algunas muestras de carga en un vehículo eléctrico para llegar a la totalidad del 100% (Figura 39).

Para realizar la carga de 76% de inicio con 37,1 kw para llegar a su 100% (carga total) se realiza en aproximadamente 28 minutos.

Figura 39

Punto de Carga para Vehículo Eléctrico en Parque Samanes



Es una Prueba de autonomía de vehículo eléctrico modelo E5 BYD (Figura 40), lo primero que se debe hacer es identificar el diagnóstico realizado OBDII, del vehículo eléctrico por medio de una canalización que es el Bluetooth.

Figura 40

Prueba de Autonomia



En esta Prueba de Autonomia realizada en el vehículo eléctrico, es precisamente verificar los parámetros, del consumo de corriente y voltaje total de la batería del vehículo eléctrico modelo E5 de la marca BYD, se realiza un recorrido de ruta donde monitoreamos el estado de carga de la batería, verificando los Kw consumidos para mantener un aproximado de 60km/h.

Las condiciones de manejo registradas fueron manejo en ciudad o carretera.

4.3 Tipos de Investigación

- Investigación Exploratoria

Es utilizada para estudiar un problema que no esta claramente definido por lo cual se lleva a cabo para comprenderlo mejor, pero sin proporcionar resultados concluyentes, es importante mencionar este tipo de investigación porque se encarga de generar hipótesis que impulse al desarrollo de un estudio más profundo donde se extraen resultados y conclusiones

- Investigación de Campo

Es la que recopila los datos directamente de la realidad y permite la obtención de información

directa en relación del problema, este tipo de investigación es esencial para realizar otras como la exploratoria, correlacional o la mixta.

4.4 Análisis de Recorrido de Vehículo Eléctrico BYD Modelo E5

Para la selección de la ruta se considera algunos parámetros que afectan en la toma de los resultados como: el clima, el tipo de calzada, modos de conducción. Luego de realizar los estudios necesarios y tomando en consideración los parámetros establecidos, se caracterizó la ruta desde la Urbanización Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús, con una distancia de 40 km aproximadamente (Ida y vuelta).

Tabla 2

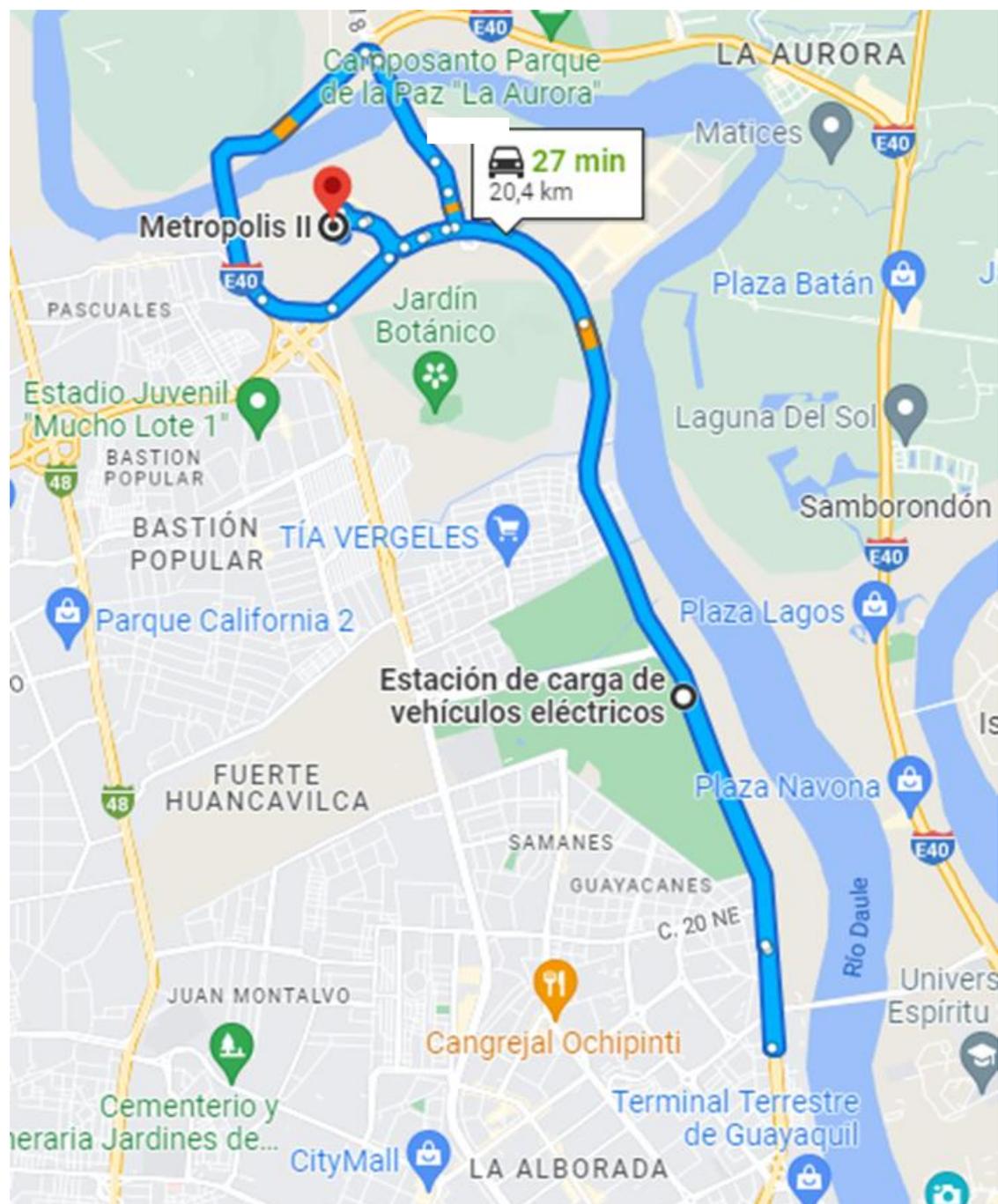
Análisis de Recorrido Día 1

Mes de Febrero 05 del 2022	Dias de Recorrido 1
• Tramo	• Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús
• Hora de Partida	• 10:00
• Hora de Llegada	• 12:10
• Tiempo de Ruta	• 2 horas 10 minutos
• Km Inicial	• 314 km
• Km Final	• 354 Km
• Temperatura del Motor	• 28 °C
• Carga de Batería Inicial %	• 100%
• Carga de Batería de Recorrido %	• 78%

En el análisis de Prueba de Recorrido 1 que es de la partida de Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús ida y vuelta durante las 2 horas 10 minutos (Figura 41), observamos que la batería empieza al 100% y durante el tiempo de recorrido solo se descarga un 22% del total.

Figura 41

Ubicación del Inicio del Recorrido



En la Tabla 3 se pueden observar los datos obtenidos en el segundo día de pruebas.

Tabla 3*Análisis de Recorrido Día 2*

Mes de Febrero 12 del 2022	Dias de Recorrido 2
• Tramo	• Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús
• Hora de Partida	• 9:00
• Hora de Llegada	• 11:14
• Tiempo de Ruta	• 2 horas 14 minutos
• Km Inicial	• 336 km
• Km Final	• 376 km
• Temperatura del Motor	• 30 °C
• Carga de Batería Inicial %	• 100%
• Carga de Batería de Recorrido %	• 84%

En el análisis de prueba de recorrido 2 que es de la partida de Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús ida y vuelta durante las 2 horas 14 minutos se observa que la batería empieza al 100% y durante el tiempo de recorrido solo se descargó un 16% de descarga, lo cuál es muy ahorrativo en esta marca de vehículo eléctrico y beneficioso observando el cuadro de recorrido, esto se debe al tráfico encontrado en ese día (Figura 42).

Figura 42*Distancia Recorrida*

En la Tabla 4 se pueden observar los datos obtenidos en el tercer día de pruebas.

Tabla 4

Análisis de Recorrido Día 3

Mes de Febrero 19 del 2022	Días de Recorrido 3
• Tramo	• Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús
• Hora de Partida	• 9:00
• Hora de Llegada	• 11:18
• Tiempo de Ruta	• 2 horas 08 minutos
• Km Inicial	• 346 km
• Km Final	• 391 km
• Temperatura del Motor	• 33 °C
• Carga de Batería Inicial %	• 100%
• Carga de Batería de Recorrido %	• 86%

En el análisis de prueba de recorrido 3 que es de la partida de Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús ida y vuelta durante las 2 horas 08 minutos se observa que la batería está al 100% y durante el tiempo de recorrido solo se descarga un 14%, lo cuál es muy ahorrativo en esta marca de vehículo eléctrico y beneficioso observando el cuadro de recorrido (Figura 43).

Figura 43

Distancia Recorrida



En la Tabla 5 se pueden observar los datos obtenidos en el cuarto día de pruebas.

Tabla 5

Análisis de Recorrido Día 4

Mes de Febrero 26 del 2022	Días de Recorrido 4
• Tramo	• Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús
• Hora de Partida	• 9:00
• Hora de Llegada	• 11:10
• Tiempo de Ruta	• 2 horas 10 minutos
• Km Inicial	• 345 km
• Km Final	• 385 km
• Temperatura del Motor	• 33 °C
• Carga de Batería Inicial %	• 100%
• Carga de Batería de Recorrido %	• 86%

En el análisis de prueba de recorrido 4 que es de la partida de Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús ida y vuelta durante las 2 horas 10 minutos se observa que la batería inicia con el 100% de carga y durante el tiempo de recorrido se descarga un 14% y beneficioso observando el cuadro de recorrido siguiendo el ciclo de conducción propuesto (Figura 44).

Figura 44

Distancia Recorrida



En la Tabla 6 se pueden observar los datos obtenidos en el quinto día de pruebas.

Tabla 6

Análisis de Recorrido Día 5

Mes de Marzo 5 del 2022	Días de Recorrido
• Tramo	• Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús
• Hora de Partida	• 9:00
• Hora de Llegada	• 11:13
• Tiempo de Ruta	• 2 horas 13 minutos
• Km Inicial	• 344 km
• Km Final	• 384 km
• Temperatura del Motor	• 33 °C
• Carga de Batería Inicial %	• 100%
• Carga de Batería de Recorrido %	• 86%

En el análisis de prueba de recorrido 5 que es de la partida de Metropolis II hasta la Autopista Narcisa de Jesús ida y vuelta durante las 2 horas 13 minutos se observa que la batería inicia con 100% de carga y durante el tiempo de recorrido se descarga un 14% (Figura 45).

Figura 45

Distancia de Recorrido



Para realizar el recorrido propuesto, diariamente por el lapso de 5 días se ha acudido a la empresa de taxi TAXI- COL, la cual es una de las empresas de taxi de la ciudad de Guayaquil, que utiliza

para la transportación de usuarios la marca BYD Model E5 vehículo eléctrico.

El vehículo de pruebas pertenece al socio de la Cooperativa de Taxis mencionada, el señor Angel Oswaldo Sancho Taday, quien facilitó uno de sus vehículos para el análisis de prueba de autonomía de vehículo eléctrico en su ciclo de conducción.

La evaluación del desempeño del vehículo en condiciones reales de manejo se lleva a cabo mediante ciclos de manejo desarrollados de acuerdo con protocolos preestablecidos.

Se toman en cuenta algunas consideraciones, una de las que más afecta a la autonomía de un Vehículo eléctrico es pisar el acelerador. Cuanto más se acelera, más energía se consume. Esto provoca que se vaya más rápido, pero que el número de kilómetros a recorrer sea menor.

La energía se utiliza para acelerar el vehículo y esto resta autonomía al mismo.

Para evitarlo, hay que aprovechar más la inercia del vehículo, sin utilizar el acelerador. De esta manera no se gasta tanta energía para recorrer la misma distancia.

No existen ciclos de conducción capaces de representar de manera típica la forma y regularidad de conducir de un taxi en la ciudad de Guayaquil.

Los análisis que se han realizado en otras localidades son procesos y parámetros comunes que, según el criterio de los expertos, no se consideran los más adecuados para representar los ciclos de nuestra localidad. Haciendo mención a los factores como la distribución del tránsito y la intrincada forma geográfica que tiene la urbe, se reitera: no existe una metodología estandarizada para representar ciclos.

4.5 Elementos de Gasto

En la Tabla 7 se puede observar los gastos promedio.

Tabla 7*Presupuesto General de Gastos*

Presupuestos de Gastos		
Gastos	Diario	Total
Alquiler de Taxi	40*5	\$200
Energía Eléctrica	4+14+14+10+5	\$47
Alquiler de Scanner	30*4	\$120
Total		\$367

Conclusiones

En las condiciones típicas de operaciones de taxi en la ciudad de Guayaquil son favorables para lograr la inserción de vehículo completamente eléctrico en la ciudad.

El análisis del consumo energético de cada 100 km recorrido de un vehículo eléctrico es tres veces inferior al respecto del costo por el consumo energético de un vehículo con motor de combustión.

La principal estrategia para la inserción de vehículo eléctrico para el uso de transporte de taxi es: Marco Legal firme, exoneración total de arancel para vehículos eléctricos a batería, subsidios gubernamentales, locales para la compra de vehículo eléctrico y una infraestructura de carga adecuada.

Al contrario que los modelos con motor de combustión, los vehículos eléctricos gastan menos en ciudad y más en autopista. En áreas urbanas, circulando entre calles y semáforos, resultan especialmente eficientes y es poco probable agotar la batería. Una de las particularidades de los vehículos eléctricos, es que proporcionan todo su poder desde cero. Son diferentes de los vehículos de combustión interna que proveen una amplia escala de velocidades, de acuerdo con las revoluciones que alcanza gradualmente el motor.

No existen ciclos de conducción que permitan representar de manera exacta la forma de conducir de un taxi en la ciudad de Guayaquil, ya que intervienen varios factores como tráfico, clima, factores fisiológicos de los conductores. Estudios de este tipo se han realizado en otras ciudades, siguiendo ciertos parámetros, pero para ciertos autores no se pueden representar los ciclos de ciertas localidades de manera exacta al no disponer de una metodología estandarizada para representar ciclos en la ciudad.

La investigación tuvo como fin analizar la autonomía de un taxi eléctrico BYD en función

de su ciclo de conducción durante el recorrido en la ciudad de Guayaquil-Ecuador, para lo cual se selecciona un ciclo de conducción típico de un taxi en el entorno de la ciudad de Guayaquil y con los resultados obtenidos proponer la realización de futuros proyectos.

Recomendaciones

Se debe considerar que las instalaciones de carga también generen su propia energía a partir de fuentes renovables.

Debemos ampliar y hacer un análisis con mayor profundidad de los factores y parámetros influyentes en este tipo de estudio sobre el vehículo eléctrico.

Con los datos obtenidos a futuro realizar el análisis del consumo energético de los vehículos en rutas urbanas de la ciudad, en general.

Realizar un estudio considerando más cantidad de perfiles de movilidad que varíen según la población con posibilidad de convertirse en un perfil determinado por usuario de vehículo eléctrico.

Bibliografía

- Acurio, S. (2018). Tipos de propulsión de baterías del Vehículo eléctrico. *Tecnología del automóvil*, 11(2), 5.
- Allangue, A. (2016). *Qué es un vehículo eléctrico y cómo funciona* (Vehículos y automóviles; p. 7). Ingenieros.top. <https://ingenierostop.com/articulos/14-%C2%BFQue-es-un-Vehículo-eléctrico-y-como-funciona?>
- Altuve, J. (2016). Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual Y Retos Futuros. *Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Málaga, España*, 28(4), 14.
- Arauz, A. (2020). Vehículo y sus partes. *Revista Educamos Conduciendo*, 21(7), 18.
- Arias, D. (2016). *Influencia del vehículo eléctrico sobre la fiabilidad de los sistemas eléctricos* [Escuela Politécnica Superior]. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23428/TFG_David_Arias_Perez.pdf
- Caballero, L., & Sanchez, S. (2017). Factores en la Decisión de Compra de Vehículos Eléctricos de Transporte Privado en la Ciudad de Bogotá. *Universidad EAN*, 26(3), 18.
- Carmilín, A. (2017). Boletín Vehículo Eléctrico. *Boletín VT*, 2(12), 11.
- Carreño, E. (2020). Diseño y fabricación de un vehículo autónomo impulsado por energía solar. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 17(5), 17.
- Castillo, A. (2017). *Rediseño interior del showroom del concesionario Nissan en la ciudad de Ambato y su aporte a la comercialización y venta de los vehículos* (p. 116) [Arquitectura y Urbanismo]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24638/1/Tesis%20Castillo%20A.%20PDF.pdf>
- CNAE. (2019). *Diez beneficios de la movilidad sostenible*. Luz en Ámbar. <https://www.cnae.com/blog/index.php/beneficios-movilidad-sostenible/>

- Correa, C., & Patiño, D. (2021). Impacto de los vehículos eléctricos en los concesionarios del Poblado en Medellín en el 2019. *Revista CIES*, 11(01), 16.
- Dávalos, D. (2018). *Obtención de un ciclo típico de conducción para los vehículos de la unión de taxista del Azuay* [Universidad del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7274/1/13217.pdf>
- Davila, E. (2021). Baterías de litio de los Vehículos eléctricos: Un problema de reciclaje y contaminación. *Autocasion Argentina*, 18(4), 11.
- Díez, P. (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico* (p. 15). Universidad de Valladolid.
<https://core.ac.uk/download/pdf/222807924.pdf>
- Duque, D., & Rocano, J. (2018). *Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados* [Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
- Enrique, E. (2017). Diseño y construcción de un vehículo eléctrico autobalanceado personal (VEAP) de dos ruedas en paralelo estilo SEGWAY.Edison. *Carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz (ESPEL)*, 74(12), 11.
- Estrada, B. (2012). *Tecnología y modernización: Evolución del transporte urbano en Valparaíso*. 33, 5.
- Fradeu, A. (2018). *Energía renovable para la movilidad eléctrica*. Revista de Ingeniería Mecatrónica.
https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/04_Vehículo_electrico_DIGITAL.pdf
- Fredback, L. (2017). Manual del vehículo eléctrico enchufable para consumidores. *U.S Departaments od Energy*, 55(21), 16.

- Galeas, R. (2016). Los vehículos eléctricos: Hacia un transporte más sustentable en el Perú. *Conferencia MOVICI-MOYCOT 2018*, 18(4), 30.
- Gutierrez, A. (2018). *La industria del automóvil: Transformación e innovación para enchufarse al futuro*. Revista ISTAS. https://istas.net/sites/default/files/2021-02/AUTOMOCION_RESUMEN_EJECUTIVO_CAST.pdf
- Hernán, C. (2020). La incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 29(9), 11.
- Jaimez, E. (2020). Análisis comparativo de Elementos del tren de potencia de vehículos eléctricos. *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial*, 18(5), 135.
- Lavalleja, M., & Scalese, F. (2017). *Impacto fiscal de la política de estímulos a la sustitución del parque automotor por vehículos eléctricos*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44592/1/S1900191_es.pdf
- León, F. (2018). *Implenentación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31275/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>
- López, N. (2018). *Tipos de baterías para Vehículos eléctricos: Presente y futuro* (Movilidad eléctrica, p. 4). <https://movilidadelectrica.com/tipos-de-Baterías-para-Vehículos-eléctricos-presente-y-futuro/>
- López, S. (2015). *Los automóviles eléctricos y su impacto económico en las cooperativas de taxis de la ciudad de Ambato* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/17422/1/T3187e.pdf>

- Martínez, D. (2018). *Evaluación financiera y ambiental de utilizar vehículos eléctricos, en las empresas, para el proceso de distribución* [Universidad de San Buenaventura Sede Bogotá]. <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/68904.pdf>
- Matías, F. (2020). Autos Eléctricos, mitos, realidades. *Inacorp*, 12(2), 11.
- Merchán, A. (2016). *Análisis del impacto de vehículos eléctricos en las redes de distribución del cantón Cuenca* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13680/1/UPS-CT006945.pdf>
- Muñoz, E. (2018). *Caracterización de la demanda por vehículos eléctricos en Santiago, Chile* [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168045/Caracterizaci%C3%B3n-de-la-demanda-por-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Santiago-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Murphy, S. (2018). Historia de los Vehículos eléctricos. *Dialnet*, 23(4), 7.
- Palafox, G. (2019). *Diseño y construcción de un vehículo eléctrico con variador de velocidad mediante un convertidor DC-CD* [Universidad Tecnológica de la Mixteca]. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10990.pdf
- Pérez, P. (2017). Determinación de los ciclos de conducción de un vehículo categoría M1 para la ciudad de Cuenca. *Pontificia Universidad Javeriana*, 12(7), 14.
- Rodríguez, J., & Lafoz, M. (2017). *La tecnología de los motores eléctricos en vehículos*. (Dpto. Ingeniería Eléctri, p. 17). Universidad Politécnica de Madrid. <http://asepa.es/pdf/ETSII.pdf>
- Rodríguez, M. (2020). *Caso de estudio para la instalación y puesta en marcha de cargadores para carros eléctricos enfocados a vivienda para venta o arriendo del suministro* [Universidad Católica de Colombia].

- https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24560/1/PROYECTO_551409_551380%20.pdf
- Rodriguez, M., & Bohorquez, A. (2019). Estudios sobre el desempeño de Vehículos Eléctricos Dependiendo de La Arquitectura de su Sistema de Tracción. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 75(17), 17.
- Román Úbeda, J. (2017). Vehículo Eléctrico: Situación actual y perspectivas futuras. *Dialnet*, 14(2), 8.
- Sampietro, J. (2019). Estrategia de gestión de la energía en vehículos eléctricos con pila de combustible y sistema de almacenamiento híbrido utilizando control predictivo económico. *Scielo*, 14(3), 11.
- Sandoval, E., & Franco, P. (2019). Vehículos eléctricos: ¿Una solución para reducir los gases de efecto invernadero proveniente del sector transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México? *Acta universitaria*, 29(10), 5.
- Sanz, I., & González, R. (2019). Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea. *Universidad de Comillas*, 17(12), 36.
- Saragon, L. (2017). *El Vehículo del futuro pone su foco sobre el 5G*. Thkner.ing.
<https://blogthinkbig.com/tag/Vehículo-eléctrico>
- Smith, K. (2017). *Guía del vehículo eléctrico II*. Consejería, Economía y hacienda.
<https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2015/04/Guia-del-Vehículo-Eléctrico-II-fenercom-2015.pdf>
- Torres, D. (2016). *Estudio de viabilidad de la implemención de vehículos electrónicos*. [Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8050/1/UPS-CT004893.pdf>

- Trujillo, J., & García, E. (2020). Respuesta de demanda de energía por introducción de vehículos eléctricos: Estado del arte. *Revista Tecnológica*, 20(12), 12.
- Vacca, E., & Lugo, I. (2017). Fabricación de un vehículo autónomo impulsado por energía solar. *Tecnura*, 16(32), 15.
- Valarezo, A. (2020). *Autos eléctricos enchufables (Plug-in electric vehicles): Factores que influyen en el consumo de la energía, costo y desempeño en Quito* [Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9014>
- Valenzuela, F. (2018). *Modelado, simulación y puesta en marcha de una bancada de máquinas de imanes permanentes* (p. 85). Escuela Técnica Superior de Ingenieros.
- Vázquez, R. (2018). *El vehículo eléctrico, una solución medioambiental sostenible y eficiente* [Universidad Carlos III de Madrid]. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/29057/TFG_Rodrigo_Vazquez_Casillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y