



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

# **INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**Autor:** Jácome Gagnay Nikolai Alexander

**Tutor:** Ing. Fernando Gómez Berrezueta

**Protocolo de Diagnóstico del Sistema de Baterías de Vehículos  
Eléctricos Usando un Escáner Launch Pad VII**



**Certificado de Autoría**

Yo, Jácome Gagñay Nikolai Alexander, 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.

---

Jácome Gagñay Nikolai Alexander

C.I.: 0952278117

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

C.I.: 0103441846

Director de Proyecto

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional y apoyo constante a lo largo de mi carrera académica. A mis amigos, por su compañía y ánimo durante los momentos difíciles. A mis profesores, por su guía y enseñanzas que han sido fundamentales en mi formación. A todas las personas que de alguna manera han contribuido a la realización de este proyecto, ¡gracias de corazón!

*Nikolai Jácome*

## **Agradecimiento**

Agradezco sinceramente a mi familia por su constante apoyo y comprensión a lo largo de este proceso. También quiero expresar mi gratitud a mis amigos y seres queridos por su ánimo y aliento en los momentos difíciles. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de proyecto, Fernando Gómez Berrezueta, por su orientación experta, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso. Agradezco a mis profesores por su orientación y conocimiento compartido, y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de este proyecto. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible.

*Nikolai Jácome*

## Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tablas .....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Capítulo I .....	1
Antecedentes .....	1
1.1 Tema de Investigación .....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2.2 Formulación del Problema.....	6
1.2.3 Sistematización del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación .....	7
1.4.1 Justificación Teórica.....	7
1.4.2 Justificación Metodológica.....	9
1.4.3 Justificación Práctica .....	10
1.4.4 Delimitación Temporal .....	10

1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i> .....	10
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i> .....	11
	Capítulo II.....	13
	Marco Referencial.....	13
2.1	Marco Teórico.....	13
2.1.1	<i>Conceptos Preliminares</i> .....	13
2.1.2	<i>Rendimiento de la Batería mediante Diagnósticos en los Vehículos Eléctricos</i> .....	13
2.1.3	<i>Batería en Vehículos Eléctricos</i> .....	14
2.1.4	<i>Baterías de Ion-Litio en Vehículos Eléctricos</i> .....	15
2.1.5	<i>Mantenimiento de Baterías para Vehículos Eléctricos</i> .....	17
2.2	Marco Conceptual.....	18
2.2.2	<i>Duración de la Batería de Vehículos Eléctricos</i> .....	18
2.2.3	<i>Propiedades de las Baterías de Ion Litio Automotriz</i> .....	19
2.2.3	<i>Baterías de Iones de Litio de Alto Voltaje</i> .....	20
2.2.4	<i>Vehículos Eléctricos y la Salud de las Baterías</i> .....	22
2.2.5	<i>Problemas Comunes de las Baterías de los Automóviles Eléctricos</i> .....	23
2.2.6	<i>Seguridad y Mantenimiento</i> .....	24
2.2.7	<i>Ciclos de Carga de Batería</i> .....	25
	Capítulo III.....	27
	Barreras y los Desafíos de los Vehículos Eléctricos en Ecuador.....	27
3.1	Retos de la Electrificación del Automóvil .....	27
3.2	Tecnología de Batería Mejorada.....	34
3.3	Principales Barreras para Avanzar en la Movilidad Eléctrica .....	35
3.4	Mantenimiento de Vehículos Eléctricos .....	37
3.5	Fallas en las Baterías de Alta Tensión .....	41

3.6	Fallo de Batería Durante el Funcionamiento del Sistema.....	43
	Capítulo IV.....	45
	Guía Práctica para Verificación de las Baterías de un Vehículo Eléctrico.....	45
4.1	Descripción.....	45
4.1.1	<i>Inspección Visual</i> .....	46
4.1.2	<i>Revisión del Sistema de Gestión de Baterías (BMS)</i> .....	46
4.1.3	<i>Prueba de Capacidad de la Batería</i> .....	46
4.1.4	<i>Prueba de Capacidad de las Baterías del Vehículo</i> .....	48
4.1.5	<i>Monitoreo de Temperatura</i> .....	49
4.1.6	<i>Prueba de Ciclos de Vida</i> .....	49
4.1.7	<i>Documentación y Reporte</i> .....	50
4.1.8	<i>Consideraciones Finales</i> .....	50
4.2	Diagnóstico de Baterías de Alta Tensión en el Skywell ET5.....	50
4.2.1	<i>Preparación del Escáner Launch Pad VII</i> .....	51
4.2.2	<i>Conexión al Vehículo</i> .....	51
4.2.3	<i>Encendido del Vehículo</i> .....	53
4.2.4	<i>Selección del Sistema y Protocolo</i> .....	53
4.2.5	<i>Escaneo y Diagnóstico</i> .....	55
4.2.6	<i>Interpretación de los Resultados</i> .....	55
4.2.7	<i>Documentación y Reporte</i> .....	56
4.2.8	<i>Finalización del Proceso</i> .....	57
	Conclusiones.....	58
	Recomendaciones.....	59
	Bibliografía.....	60

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Crecimiento Histórico Global de las Ventas de Baterías de Iones de Litio</i> .....	4
Figura 2 <i>Modelos de Automóviles Disponibles en 2023 y Nuevos por Sistema de Propulsión</i> ..6	6
Figura 3 <i>Componentes de un Vehículo Eléctrico</i> .....	15
Figura 4 <i>Baterías de Iones de Litio en Vehículos Eléctricos</i> .....	16
Figura 5 <i>Ciclo de Vida de la Batería</i> .....	19
Figura 6 <i>Solución Diferente para Disposiciones de Baterías</i> .....	22
Figura 7 <i>Datos de Baterías de Iones de Litio de Vehículos Eléctricos</i> .....	23
Figura 8 <i>Carcasa de Batería Desarrollada por Bertrandt y Voestalpine</i> .....	24
Figura 9 <i>Curva Típica de Carga-Descarga Cíclica</i> .....	25
Figura 10 <i>Principales Desafíos para la Adopción Generalizada de Vehículos Eléctricos</i> ...	29
Figura 11 <i>Diferentes Desafíos y Oportunidades con los Vehículos Eléctricos</i> .....	33
Figura 12 <i>Desarrollo de la Capacidad de las Baterías entre 1980 y 2025</i> .....	35
Figura 13 <i>Mantenimiento del Vehículo Eléctrico</i> .....	37
Figura 14 <i>Curva de Eficiencia por Temperatura (Rango Real vs Rango Nominal)</i> .....	38
Figura 15 <i>Ejemplo de Carga CA y CC</i> .....	40
Figura 16 <i>Curva de Carga de los Coches Eléctricos</i> .....	41
Figura 17 <i>Reemplazos de Baterías de Vehículos Eléctricos por Fallas, Modelo 2011-2023</i> .43	43
Figura 18 <i>Flujo de Datos</i> .....	47
Figura 19 <i>Verificación de Datos</i> .....	49
Figura 20 <i>Escáner Launch Pad VII</i> .....	51
Figura 21 <i>Registro de Datos</i> .....	52
Figura 22 <i>Detección Automática del Vehículo</i> .....	53
Figura 23 <i>Identificación Inteligente</i> .....	54
Figura 24 <i>Verificación del Sistema y Funciones</i> .....	54

Figura 25 <i>Verificación del Flujo de Datos</i> .....	55
Figura 26 <i>Flujo de Datos</i> .....	56
Figura 27 <i>Flujo de Datos de BMS</i> .....	56
Figura 28 <i>Informe de Resultados</i> .....	57

**Índice de Tablas**

Tabla 1 <i>Datos del Vehículo Skywell</i> .....	52
---	----

## Resumen

El proyecto de investigación se enfoca en el desarrollo de un protocolo de diagnóstico para evaluar el sistema de baterías en vehículos eléctricos utilizando el escáner Launch Pad VII de Launch. Este protocolo busca proporcionar una metodología estructurada y eficiente para analizar el estado de las baterías, identificar posibles problemas y ofrecer recomendaciones para su mantenimiento y reparación. El estudio se basa en la recopilación de datos de diferentes vehículos eléctricos mediante el uso del escáner Launch Pad VII, el cual cuenta con herramientas de diagnóstico avanzadas y funciones específicas para evaluar el sistema de baterías. Se llevarán a cabo pruebas y análisis detallados para evaluar la capacidad, salud y rendimiento de las baterías, así como para identificar posibles fallas o degradaciones. El proyecto también incluirá la elaboración de un manual o guía de uso del escáner Launch Pad VII para el diagnóstico del sistema de baterías, que abarcará desde la configuración inicial hasta la interpretación de resultados y la formulación de recomendaciones. Se prestará especial atención a la precisión y fiabilidad de los procedimientos de diagnóstico, así como a la optimización del rendimiento de las baterías y la prolongación de su vida útil. El objetivo final de este proyecto es proporcionar a técnicos y profesionales del sector automotriz una herramienta efectiva y práctica para el diagnóstico del sistema de baterías en vehículos eléctricos, con el fin de mejorar el mantenimiento y la gestión de estos componentes críticos en la industria de la movilidad eléctrica.

**Palabras Clave:** Escáner automotriz, protocolo de diagnóstico, baterías, vehículo eléctrico.

## Abstract

The research project focuses on the development of a diagnostic protocol to evaluate the battery system in electric vehicles using Launch's Launch Pad VII scanner. This protocol seeks to provide a structured and efficient methodology to analyze the condition of the batteries, identify possible problems and offer recommendations for maintenance and repair. The study is based on the collection of data from different electric vehicles through the use of the Launch Pad VII scanner, which has advanced diagnostic tools and specific functions to evaluate the battery system. Detailed testing and analysis will be carried out to evaluate the capacity, health and performance of the batteries, as well as to identify possible failures or degradation. The project will also include the development of a manual or user guide for the Launch Pad VII scanner for battery system diagnosis, which will cover everything from initial configuration to interpretation of results and formulation of recommendations. Special attention will be paid to the accuracy and reliability of diagnostic procedures, as well as optimizing battery performance and extending their useful life. The final objective of this project is to provide technicians and professionals in the automotive sector with an effective and practical tool for diagnosing the battery system in electric vehicles, in order to improve the maintenance and management of these critical components in the automotive industry. electric mobility.

**Keywords:** Automotive scanner, diagnostic protocol, batteries, electric vehicle.

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Protocolo de diagnóstico del sistema de baterías de vehículos eléctricos usando un escáner Launch Pad VII.

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

La electromovilidad, también conocida como e-movilidad, se refiere al uso de vehículos de propulsión eléctrica. El desarrollo actual en este campo se centra en los turismos, pero también existen nuevas soluciones ecológicas para autobuses e incluso camiones. La electromovilidad abarca una amplia gama de cuestiones, desde el diseño y la producción hasta la venta y el uso de vehículos eléctricos. El término también se refiere a las tecnologías utilizadas y la infraestructura necesaria para operar estos vehículos, como las estaciones de carga.

El diagnóstico preciso de las baterías de vehículos eléctricos es un desafío técnico complejo. Las baterías son sistemas complejos que involucran una interacción sofisticada de química, eléctrica y control electrónico. La capacidad de detectar de manera temprana y precisa cualquier anomalía en estas baterías es crucial para evitar fallos inesperados, garantizar la seguridad del usuario y prolongar la vida útil del vehículo.

Los estudios muestran que un millón de vehículos eléctricos adicionales en Alemania consumirían sólo el 0,5% de la demanda total de electricidad. Un análisis del Reino Unido concluyó que, si uno de cada tres automóviles vendidos en 2035 es totalmente eléctrico, representarían sólo el 3% de la demanda de electricidad. Noruega, líder mundial en cuota de mercado de coches eléctricos, demuestra que no hay necesidad de preocuparse por el suministro de electricidad. Los propietarios cargarán sus coches cuando la electricidad sea más barata, por ejemplo, durante la noche (Rbm.unicore.com, 2024).

Como parte de almacenamiento de energía de los vehículos eléctricos, el sistema de batería de iones de litio ha tomado la delantera en las aplicaciones de vehículos eléctricos debido a sus características sobresalientes, que incluyen alta potencia y densidad de energía, larga vida útil y factores ambientales. Un paquete de baterías suele comprender cientos de celdas conectadas en configuraciones en serie y en paralelo. Sin embargo, pueden ocurrir diferentes tipos de fallas en los sistemas de baterías, incluido el abuso de la batería y fallas de actuadores y sensores, lo que resulta en degradación y envejecimiento acelerado de la batería, fallas de los vehículos eléctricos y accidentes peligrosos. Se informa que el 30% de los accidentes de vehículos eléctricos se deben a fallos de la batería (Shete, 2022).

A pesar de la disponibilidad del escáner Launch Pad VII, diseñado para realizar diagnósticos avanzados en vehículos eléctricos, todavía persisten limitaciones en la capacidad de este escáner para detectar de manera temprana y precisa los problemas específicos relacionados con las baterías de estos vehículos. La falta de un protocolo de diagnóstico efectivo y estandarizado para las baterías de vehículos eléctricos impide la capacidad de los técnicos automotrices para identificar y abordar rápidamente los problemas, lo que puede resultar en costosos tiempos de inactividad para los propietarios de vehículos y, en última instancia, afectar la confianza en la tecnología de vehículos eléctricos.

Por lo tanto, el problema central que enfrenta este proyecto es la falta de un protocolo de diagnóstico en baterías de vehículos eléctricos que aproveche plenamente las capacidades del escáner Launch Pad VII para identificar de manera precisa y oportuna los problemas en las baterías, permitiendo así intervenciones rápidas y eficaces por parte de los técnicos automotrices. La ausencia de este protocolo efectivo limita la eficiencia operativa de los talleres de reparación automotriz, afecta la satisfacción del cliente y obstaculiza la adopción continua de vehículos eléctricos en el mercado.

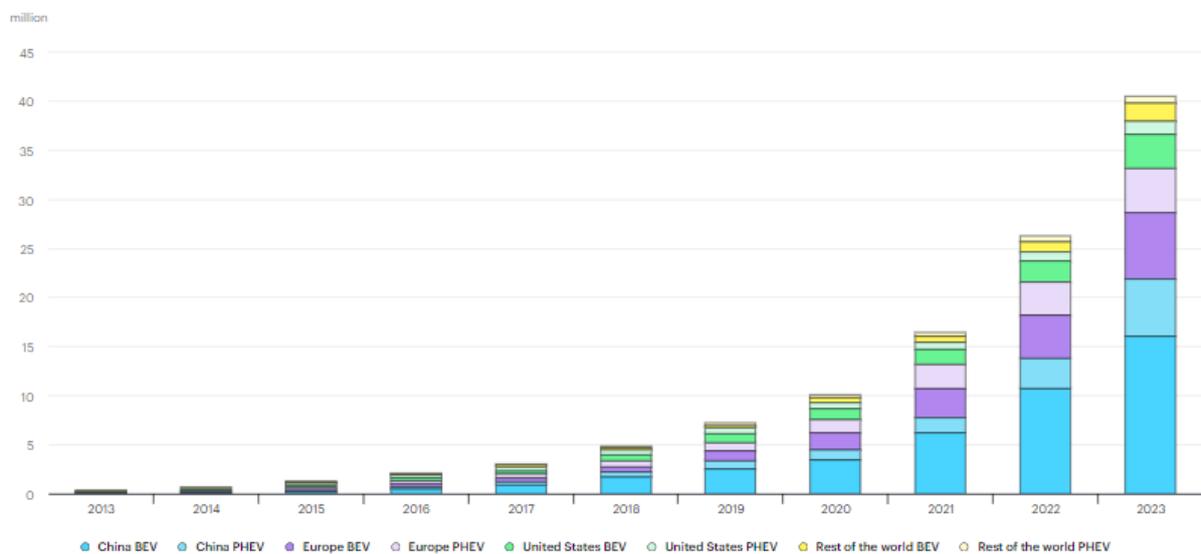
### ***1.2.1 Planteamiento del Problema***

Los vehículos eléctricos en los últimos años han evolucionado mucho y con este avance también se ha hecho más complejo el diagnóstico y solución de averías. Uno de los instrumentos clave utilizados para el diagnóstico de vehículos, incluidos los vehículos eléctricos, es el escáner automotriz. Aunque estos escáneres han sido diseñados para abordar una variedad de problemas en vehículos convencionales, su eficacia y precisión en el diagnóstico de vehículos eléctricos pueden no ser óptimas.

Casi 14 millones de coches eléctricos nuevos se registraron a nivel mundial en 2023 (Figura 1), lo que elevó su número total en las carreteras a 40 millones, siguiendo de cerca el pronóstico de ventas de la edición de 2023 del Global EV Outlook (GEVO, 2023). El valor total del mercado de coches eléctricos ya alcanzó los 23.330 millones de dólares en 2020. Según los analistas de Research and Markets, esta cifra aumentará a 37.220 millones en 2023, un aumento del 60% en sólo tres años.

Varios factores crean condiciones tan favorables para el desarrollo. Uno de ellos es la política medioambiental de la Unión Europea, que apoya firmemente las soluciones de electromovilidad. El objetivo es reducir la cantidad de contaminantes ambientales emitidos por el uso de motores de combustión tradicionales, frenando así la degradación del medio natural. Además de producir sustancias nocivas durante el propio proceso de combustión del combustible, estos motores también contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero. Con el uso de modernos motores eléctricos es posible reducir las emisiones de dióxido de carbono y ozono, entre otras cosas. Así, una mayor proporción de coches eléctricos en el total de vehículos tiene un impacto directo en la calidad del aire, lo que aumenta significativamente el confort de vida, especialmente en los espacios urbanos.

El mercado más grande para las baterías de iones de litio es y seguirá siendo diversos escenarios de aplicación de vehículos eléctricos.

**Figura 1***Crecimiento Histórico Global de las Ventas de Baterías de Iones de Litio*

Tomado de: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars>

El planteamiento del problema en el proyecto de investigación "Protocolo de Diagnóstico del Sistema de Baterías de Vehículos Eléctricos Usando un Escáner Launch Pad VII" se centra en la necesidad de establecer un método efectivo y sistemático para diagnosticar el estado de las baterías en vehículos eléctricos utilizando el escáner Launch Pad VII de Launch.

A pesar de los avances en la tecnología de vehículos eléctricos, el diagnóstico preciso del estado de las baterías sigue siendo un desafío importante. La falta de un protocolo estandarizado y eficiente para evaluar la salud y el rendimiento de las baterías puede llevar a problemas de mantenimiento inadecuado, tiempos de inactividad prolongados y costos operativos adicionales para los propietarios y operadores de vehículos eléctricos.

El escáner Launch Pad VII ofrece una amplia gama de capacidades de diagnóstico, pero su aplicación específica para evaluar las baterías de vehículos eléctricos aún no ha sido completamente explorada ni estandarizada. Por lo tanto, es crucial desarrollar un protocolo de diagnóstico detallado que aproveche al máximo las funciones y herramientas disponibles en

el escáner Launch Pad VII para proporcionar resultados precisos y confiables sobre el estado de las baterías.

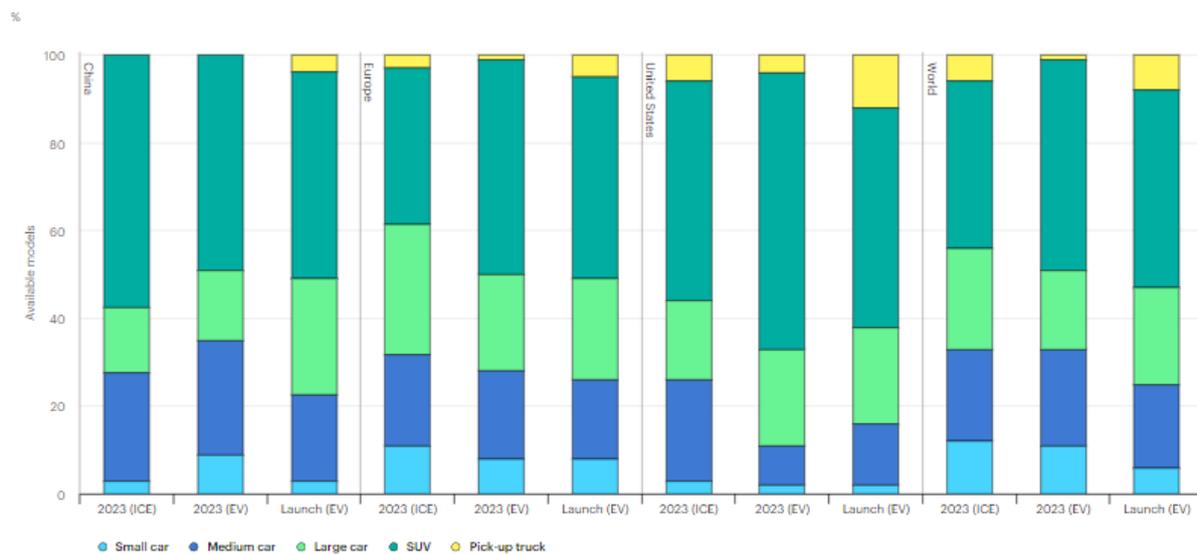
El problema radica en la falta de un protocolo claro y efectivo para utilizar el escáner Launch Pad VII en el diagnóstico del sistema de baterías de vehículos eléctricos, lo que dificulta la identificación temprana de posibles problemas y la implementación de medidas preventivas o correctivas adecuadas. Por lo tanto, abordar este problema es fundamental para mejorar la eficiencia y la fiabilidad de los vehículos eléctricos y promover su adopción generalizada como una alternativa sostenible de movilidad.

Los modelos de automóviles eléctricos más grandes tienen un impacto significativo en las cadenas de suministro de baterías y en la demanda de minerales críticos. En 2023, el SUV eléctrico con batería promedio ponderado por ventas en Europa tenía una batería casi dos veces más grande que la del automóvil eléctrico pequeño promedio, con un impacto proporcional en las necesidades críticas de minerales. Por supuesto, la autonomía de los coches pequeños suele ser más corta que la de los SUV y los coches grandes. Sin embargo, al comparar los SUV eléctricos y los automóviles eléctricos de tamaño medio, que en 2023 ofrecían una autonomía similar, la batería del SUV seguía siendo un 25% mayor. Esto significa que, si todos los SUV eléctricos vendidos en 2023 hubieran sido automóviles de tamaño mediano, se podrían haber evitado alrededor de 60 GWh de batería equivalente a nivel mundial, con un impacto limitado en la autonomía. Teniendo en cuenta las diferentes sustancias químicas utilizadas en China, Europa y Estados Unidos, esto equivaldría a casi 6.000 toneladas de litio, 30.000 toneladas de níquel, casi 7.000 toneladas de cobalto y más de 8.000 toneladas de manganeso. Los principales fabricantes de automóviles han anunciado el lanzamiento de modelos de coches eléctricos más pequeños y asequibles en los últimos años. Sin embargo, cuando se consideran todos los anuncios de lanzamiento, se esperan muchos menos modelos más pequeños que SUV, modelos grandes y camionetas. Solo el 25% de los

más de 400 lanzamientos esperados durante el período 2024-2028 son modelos pequeños y medianos, lo que representa una proporción menor de modelos disponibles que en 2023 (Figura 2).

**Figura 2**

*Modelos de Automóviles Disponibles en 2023 y Nuevos por Sistema de Propulsión*



Tomado de: <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/electric-vehicles>

### 1.2.2 Formulación del Problema

En este contexto, surge la pregunta: ¿Cómo desarrollar un protocolo de diagnóstico efectivo utilizando el Escáner Launch Pad VII para evaluar el estado de las baterías de los vehículos eléctricos, permitiendo una detección temprana y precisa de posibles problemas, y contribuyendo así a la seguridad del usuario y a la durabilidad de los vehículos eléctricos?

### 1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son las barreras y los desafíos de los vehículos eléctricos en Ecuador?
- ¿Cuáles son las principales fallas del sistema de baterías de un vehículo eléctrico que se pueden encontrar empleando el escáner Launch Pad VII?

- ¿Existe una falta de herramientas específicas y protocolos adecuados para diagnosticar problemas en baterías de vehículos eléctricos de manera precisa y eficiente?

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

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

- Diagnosticar posibles problemas en las baterías de vehículos eléctricos, incluyendo celdas defectuosas, desequilibrios de carga y otros problemas de rendimiento usando un escáner Launch Pad VII.

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

- Investigar sobre las barreras y los desafíos de los vehículos eléctricos en Ecuador.
- Analizar las principales fallas del sistema de baterías de un vehículo eléctrico empleando el escáner Launch Pad VII.
- Describir el proceso de verificación de las baterías de un vehículo eléctrico realizando guías prácticas.

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

El diagnóstico regular de las baterías con tecnología de punta como el escáner Launch Pad VII facilitará la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo. Esto reducirá los tiempos de inactividad de los vehículos al prevenir fallas inesperadas y permitirá una mejor planificación de los servicios de mantenimiento, lo que es especialmente relevante en flotas de vehículos eléctricos utilizados para servicios públicos y de transporte.

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

La justificación teórica del proyecto "Protocolo de Diagnóstico del Sistema de Baterías de Vehículos Eléctricos Usando un Escáner Launch Pad VII" se sustenta en la necesidad de desarrollar un enfoque sistemático y eficiente para diagnosticar el estado de las

baterías en vehículos eléctricos utilizando el escáner Launch Pad VII. A continuación, se detallan algunas razones que respaldan esta investigación:

- Complejidad del diagnóstico de baterías de vehículos eléctricos: Las baterías de vehículos eléctricos son componentes críticos y complejos que requieren un diagnóstico preciso para garantizar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil. Debido a su naturaleza eléctrica y química, el diagnóstico de las baterías de vehículos eléctricos puede ser complicado y requiere el uso de herramientas especializadas, como el escáner Launch Pad VII.
- Necesidad de herramientas de diagnóstico avanzadas: La tecnología de los vehículos eléctricos está en constante evolución, y es fundamental contar con herramientas de diagnóstico avanzadas que puedan adaptarse a los cambios en los sistemas de baterías y proporcionar resultados precisos y confiables. El escáner Launch Pad VII ofrece funciones específicas para el diagnóstico de baterías de vehículos eléctricos, lo que lo convierte en una herramienta adecuada para este propósito.
- Optimización del mantenimiento y reparación: Un protocolo de diagnóstico estructurado y eficiente puede ayudar a optimizar el mantenimiento y la reparación de las baterías de vehículos eléctricos, lo que a su vez puede contribuir a reducir los costos operativos y mejorar la fiabilidad y durabilidad de los vehículos eléctricos.
- Contribución al avance de la tecnología de vehículos eléctricos: Desarrollar un protocolo de diagnóstico del sistema de baterías de vehículos eléctricos utilizando el escáner Launch Pad VII puede contribuir al avance de la tecnología de vehículos eléctricos al proporcionar una metodología estandarizada y eficaz para evaluar el estado de las baterías y mejorar su rendimiento y fiabilidad.

En resumen, la justificación teórica de este proyecto se basa en la necesidad de contar con un enfoque estructurado y eficiente para diagnosticar el estado de las baterías en vehículos eléctricos, utilizando el escáner Launch Pad VII como herramienta principal para llevar a cabo este proceso.

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

En la actualidad, los vehículos eléctricos están ganando terreno en la industria automotriz debido a su eficiencia energética y beneficios ambientales. Sin embargo, el diagnóstico y mantenimiento de las baterías de estos vehículos representan desafíos significativos debido a la complejidad de sus sistemas eléctricos y de gestión de energía. Por lo tanto, es crucial contar con un protocolo de diagnóstico bien estructurado y confiable para asegurar un rendimiento óptimo y una vida útil prolongada de las baterías de los vehículos eléctricos.

El escáner Launch Pad VII de Launch ofrece herramientas avanzadas y capacidades de diagnóstico específicas para los sistemas de baterías de vehículos eléctricos. Esta tecnología permite acceder a datos cruciales sobre el estado de carga, voltaje, corriente y otros parámetros importantes de las baterías. Por lo tanto, utilizar este escáner como parte del protocolo de diagnóstico proporcionará resultados precisos y detallados sobre la salud y el rendimiento de las baterías de los vehículos eléctricos.

La justificación metodológica de este proyecto radica en la necesidad de aprovechar la tecnología disponible para desarrollar un enfoque integral y efectivo para el diagnóstico de las baterías de los vehículos eléctricos. Al implementar un protocolo de diagnóstico sólido utilizando el escáner Launch Pad VII, se podrán identificar y abordar de manera oportuna posibles problemas de las baterías, lo que contribuirá a maximizar la eficiencia operativa y la durabilidad de los vehículos eléctricos, así como a garantizar una experiencia segura y satisfactoria para los usuarios.

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

El uso del escáner Launch Pad VII ofrece una oportunidad única para desarrollar un protocolo de diagnóstico especializado que permita evaluar el estado de las baterías de manera precisa y confiable. Esto no solo mejoraría la eficiencia en el mantenimiento de los vehículos eléctricos, sino que también contribuiría a prolongar la vida útil de las baterías y optimizar su rendimiento.

Además, un protocolo de diagnóstico estandarizado facilitaría el trabajo de los técnicos automotrices al proporcionarles una herramienta confiable y fácil de usar para identificar posibles problemas en el sistema de baterías de los vehículos eléctricos. Esto a su vez reduciría los tiempos de inactividad y los costos de reparación para los propietarios de estos vehículos, lo que representa un beneficio práctico significativo.

En resumen, el proyecto de investigación sobre el "Protocolo de Diagnóstico del Sistema de Baterías de Vehículos Eléctricos usando un Escáner Launch Pad VII" se justifica por la necesidad de mejorar la eficiencia y fiabilidad del mantenimiento de los vehículos eléctricos, así como por el potencial de contribuir al desarrollo y la adopción generalizada de esta tecnología sostenible en la industria automotriz.

### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

El trabajo se lleva a cabo desde octubre de 2023 hasta abril de 2024, periodo durante el cual se realiza la investigación y desarrolla el proyecto propuesto.

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

El trabajo se desarrolla en la ciudad de Guayaquil. La delimitación geográfica de una investigación sobre el uso de herramientas de diagnóstico para determinar el estado del sistema de baterías de un vehículo eléctrico.

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

La delimitación del contenido del proyecto de investigación "Protocolo de Diagnóstico del Sistema de Baterías de Vehículos Eléctricos Usando un Escáner Launch Pad VII" se establece en los siguientes puntos:

- Enfoque en el diagnóstico de las baterías de vehículos eléctricos: El proyecto se centra exclusivamente en el desarrollo de un protocolo de diagnóstico para evaluar el estado de las baterías de vehículos eléctricos utilizando el escáner Launch Pad VII.
- Uso del escáner Launch Pad VII: El estudio se limita a la utilización específica del escáner Launch Pad VII como herramienta de diagnóstico. No se considerarán otros dispositivos o equipos de diagnóstico en este proyecto.
- Métodos de diagnóstico: El contenido del proyecto se enfoca en el diseño y desarrollo de métodos de diagnóstico específicos para evaluar la salud, capacidad y rendimiento de las baterías de vehículos eléctricos mediante el uso del escáner Launch Pad VII.
- Exclusión de otras áreas de diagnóstico: El proyecto no aborda otros sistemas o componentes de los vehículos eléctricos que no estén directamente relacionados con las baterías. Se excluyen del alcance del proyecto aspectos como el diagnóstico de sistemas de propulsión, sistemas de carga, o sistemas de gestión de energía.
- Aplicabilidad práctica: El contenido del proyecto se enfoca en la elaboración de un protocolo de diagnóstico que pueda ser aplicado en entornos reales de mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos, con el objetivo de mejorar la eficiencia y precisión en el diagnóstico de las baterías.

Con estas delimitaciones, se establece el alcance y contenido específico del proyecto de investigación, enfocado en el desarrollo de un protocolo de diagnóstico para el sistema de baterías de vehículos eléctricos utilizando el escáner Launch Pad VII como herramienta principal.

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### 2.1 Marco Teórico

El marco teórico para un proyecto de diagnóstico en vehículos eléctricos establece una base sólida de conocimiento sobre los vehículos eléctricos, los sistemas de diagnóstico automotriz y criterios de diagnóstico.

##### 2.1.1 *Conceptos Preliminares*

Con el creciente interés en la movilidad eléctrica y la transición hacia vehículos más sostenibles, la eficacia y el mantenimiento adecuado de las baterías de los vehículos eléctricos se han vuelto imperativos. El mantenimiento preventivo y el diagnóstico preciso de las baterías son fundamentales para garantizar un rendimiento óptimo, la seguridad del vehículo y la satisfacción del cliente. En este contexto, el desarrollo de protocolos de diagnóstico eficientes se convierte en una necesidad crítica para los técnicos y especialistas en mantenimiento de vehículos eléctricos.

Este documento se centra en presentar los conceptos preliminares y la importancia del protocolo de diagnóstico del sistema de baterías de vehículos eléctricos utilizando un escáner Launch Pad. Se explorarán los fundamentos de los sistemas de baterías de vehículos eléctricos, así como el papel vital que desempeña un escáner Launch Pad en el diagnóstico y mantenimiento de estas baterías.

##### 2.1.2 *Rendimiento de la Batería mediante Diagnósticos en los Vehículos Eléctricos*

Los diagnósticos de baterías desempeñan un papel crucial en la evaluación del estado y el estado de las baterías de los vehículos eléctricos. Al realizar periódicamente pruebas de diagnóstico integrales, los técnicos automotrices pueden identificar problemas potenciales, como degradación de las celdas, desequilibrios de voltaje o anomalías de temperatura. Detectar estos problemas antes de que se conviertan en un problema grave permite tomar

medidas proactivas para optimizar el rendimiento de la batería, extender su vida útil y evitar reemplazos costosos. Además, los diagnósticos de la batería también pueden ayudar a predecir problemas futuros e identificar posibles reclamaciones de garantía.

Para los propietarios de vehículos eléctricos, el diagnóstico de la batería brinda tranquilidad y seguridad de que la fuente de energía de su vehículo está funcionando de la mejor manera. La gestión eficiente de la batería también puede traducirse en ahorros de costos a largo plazo, ya que una batería en buen estado y en buen estado puede retrasar mucho el camino para reemplazos y reparaciones.

### **2.1.3 Batería en Vehículos Eléctricos**

Actualmente, la mayoría de los coches eléctricos funcionan con baterías recargables de iones de litio, que son compactas y tienen una densidad energética muy alta. Se cargan principalmente mediante una fuente de electricidad externa, que puede ser tan simple como un tomacorriente estándar de 120 voltios. El cargador integrado toma la electricidad de corriente alterna (CA) entrante y la convierte en corriente continua (CC) para cargar la batería principal. La potencia se entrega a lo que se llama motor de tracción eléctrica que impulsa las ruedas del coche. En el proceso intervienen una variedad de componentes electrónicos sofisticados.

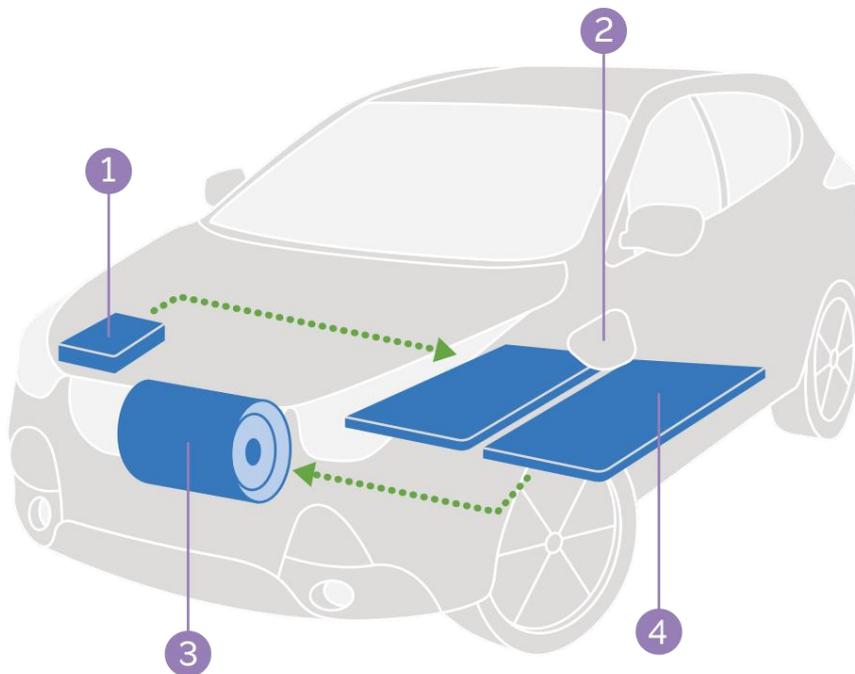
Los componentes de un vehículo eléctrico se muestran en la Figura 3.

- Cargador integrado (1): convierte la electricidad de CA entrante en energía de CC para cargar la batería.
- Puerto de carga (2): permite conectar el automóvil a una fuente de alimentación externa para cargar la batería.
- Motor eléctrico (3): alimentado por la batería, el motor eléctrico impulsa el automóvil en todo momento.

- Batería (4): normalmente ubicadas debajo de los asientos para mejor distribución del peso, estas baterías pueden tener hasta 100 kWh y alimentar el motor eléctrico.

**Figura 3**

*Componentes de un Vehículo Eléctrico*



Tomado de: <https://driveclean.ca.gov/battery-electric>

#### **2.1.4 Baterías de Ion-Litio en Vehículos Eléctricos**

La batería de iones de litio es el componente más importante de un vehículo eléctrico, ya que es la fuente de energía. El tamaño de la batería demuestra la autonomía de conducción y las capacidades de carga del vehículo. El tamaño de la batería también afectará el costo del vehículo. El tipo más común de batería de vehículo eléctrico está hecha de iones de litio. Esto se debe a su energía específica (Wh/kg), ciclo de vida y alta eficiencia. La batería se compone de dos electrodos en un electrolito. Las similitudes entre la batería de iones de litio y la batería de litio en principio son:

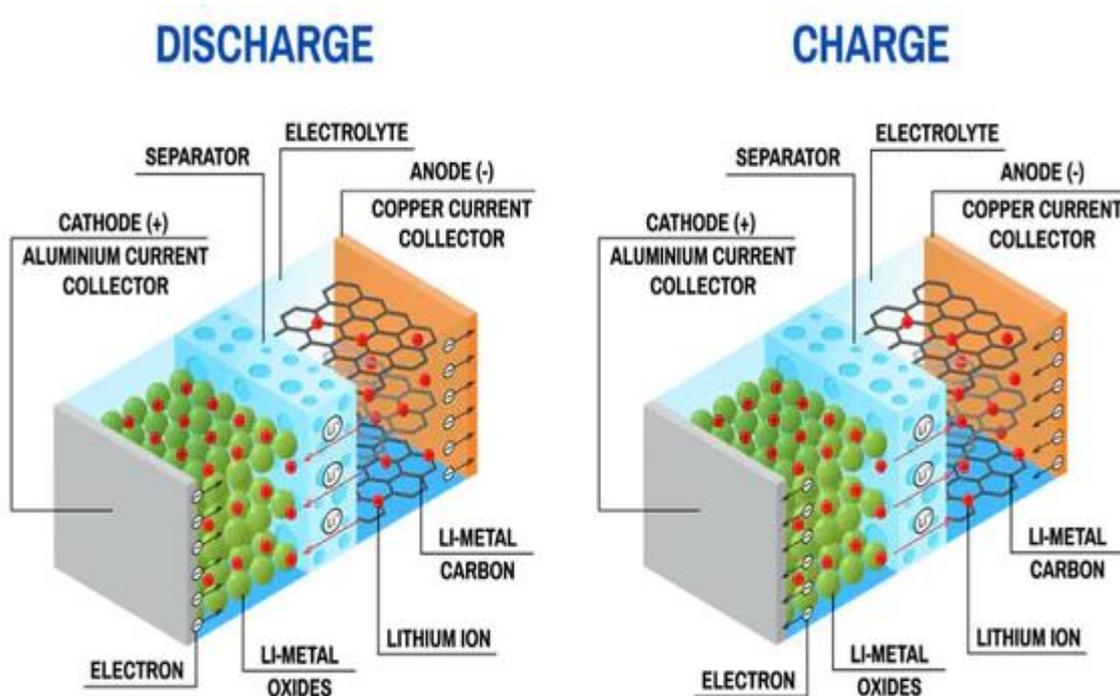
- Ambas baterías utilizan un óxido o sulfuro metálico capaz de insertar y extraer iones de litio como electrodo positivo, y un sistema de sal inorgánica con disolvente orgánico como electrolito. La diferencia es que, en las baterías de iones

de litio, se utiliza un material de carbono que puede insertar y extraer iones de litio en lugar de litio puro como electrodo negativo. El electrodo negativo (ánodo) de una batería de litio utiliza litio metálico (Figura 4).

- El electrolito es donde se produce el intercambio de iones para producir electricidad. Los iones de litio actúan como portadores de carga, permitiendo el intercambio simultáneo de iones positivos y negativos en el electrolito.

**Figura 4**

*Baterías de Iones de Litio en Vehículos Eléctricos*



Tomado de: <https://www.tycorun.com/blogs/news/what-is-lithium-ion-battery-how-do-lithium-ion-batteries-work>

- Durante el proceso de carga, se depositará litio metálico en el electrodo negativo de litio para producir litio dendrítico. Las dendritas de litio pueden penetrar el diafragma y provocar un cortocircuito dentro de la batería, provocando una explosión. Para superar esta deficiencia de las baterías de litio y mejorar la seguridad y confiabilidad de las baterías, surgieron las baterías de iones de litio.

Hay muchas opciones para los materiales de los electrodos y electrolitos, por lo que existen diferentes químicas de batería posibles, cada una con sus propias ventajas y desventajas. Éstas incluyen:

- Óxido de cobalto (LCO).
- Óxido de litio y manganeso (OVM).
- Fosfato de hierro y litio (LFP).
- Óxido de litio, níquel, manganeso y cobalto (NMC).
- Óxido de litio, níquel, cobalto y aluminio (NCA).
- Titanato de litio (LTO).

Comparaciones de diferentes tipos de baterías de iones de litio utilizadas en vehículos eléctricos desde las siguientes perspectivas:

- Energía específica (capacidad).
- Potencia específica, seguridad.
- Rendimiento, vida útil y costo.

### ***2.1.5 Mantenimiento de Baterías para Vehículos Eléctricos***

Hay tres formas de cargar el vehículo eléctrico. La carga de nivel 1 le permite enchufar el automóvil a cualquier tomacorriente eléctrico estándar de 120 voltios (como enchufar su tostadora o licuadora). La carga de nivel 1 tarda unas 12 horas en cargar completamente el vehículo eléctrico. La carga de nivel 2 utiliza un cargador y un tomacorriente de 220 voltios.

Lo mejor es no cargar nunca la batería de su vehículo eléctrico por encima del 80 por ciento. La carga se realiza de tal manera que ejerce presión sobre la batería cuanto más cerca esté de una carga del 100 por ciento. Agregar ese 20 por ciento final gravará la batería. Los nuevos vehículos eléctricos permiten establecer un máximo de carga para ayudar a preservar la vida útil de la batería.

Del mismo modo, nunca se deja que la batería se descargue hasta el cero por ciento de carga. Esto es igualmente perjudicial para la batería y los componentes. La mayoría de los vehículos eléctricos tienen un “modo de emergencia” que permitirá conducir a baja velocidad para regresar al cargador del hogar.

## **2.2 Marco Conceptual**

### ***2.2.1 Vehículos Eléctricos de Batería (BEV)***

Un vehículo eléctrico se define como un vehículo que puede funcionar con un motor eléctrico que extrae electricidad de una batería y puede cargarse desde una fuente externa. Un vehículo eléctrico incluye tanto un vehículo que solo puede funcionar con un motor eléctrico que extrae electricidad de una batería (vehículo totalmente eléctrico) como un vehículo que puede funcionar con un motor eléctrico que extrae electricidad de una batería y con un motor de combustión interna. (vehículo eléctrico híbrido enchufable).

### ***2.2.2 Duración de la Batería de Vehículos Eléctricos***

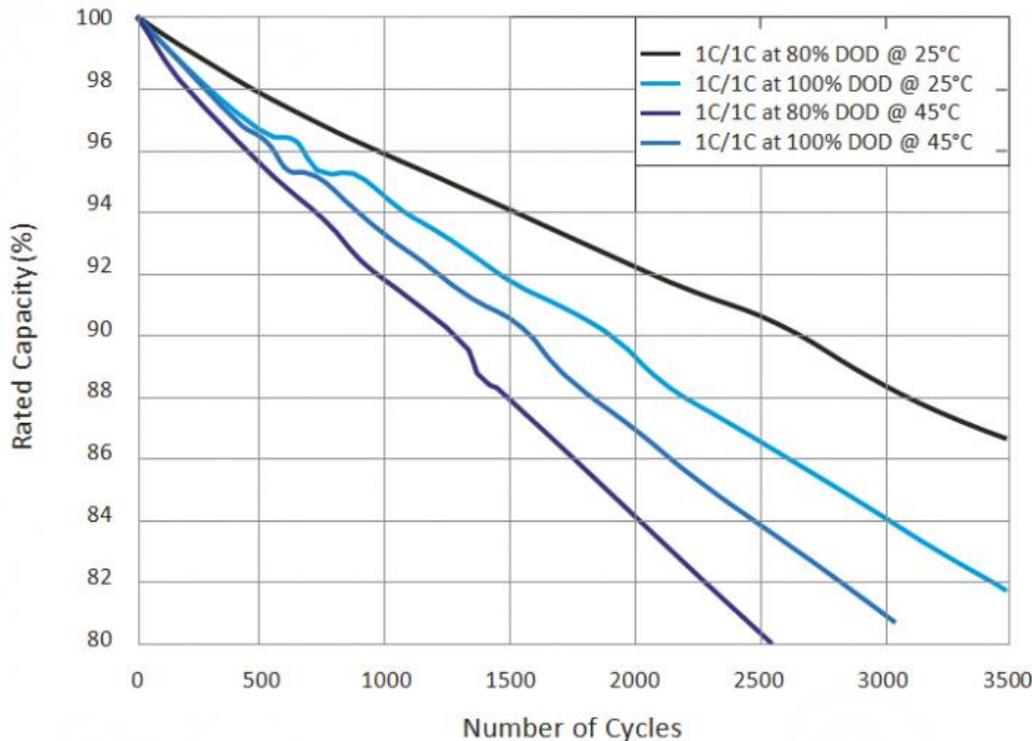
El problema de las baterías de los coches eléctricos es que son bastante caras. Hablando de eso, un comprador de vehículos eléctricos debe considerar la esperanza de vida de la batería. Por ejemplo, Tesla ofrece una cobertura de 100.000 millas (160.000 kilómetros) o una garantía de ocho años.

Si bien la cobertura y la garantía de la batería dependen de las marcas y modelos del automóvil, estas garantías garantizan contra la degradación de la batería. Además, muchos fabricantes de vehículos eléctricos garantizan que la batería no se degradará más del 30 % durante el período de garantía. Dicho esto, la batería tendrá un 70% de salud incluso después de 160.000 kilómetros o de 8 a 10 años. En la industria de las baterías, la batería de litio ocupó rápidamente el mercado con muchas ventajas y reemplazó gradualmente a la batería de

plomo-ácido tradicional. En la Figura 5 se puede apreciar el ciclo de vida de la batería de fosfato de hierro y litio Keheng.

**Figura 5**

*Ciclo de Vida de la Batería*



Tomado de: <https://www.lithiumbatterytech.com/es/lithium-battery-life-cycle/>

### **2.2.3 Propiedades de las Baterías de Ion Litio Automotriz**

Las baterías de iones de litio (LIB) son actualmente el dispositivo de almacenamiento de energía más adecuado para alimentar vehículos eléctricos (EV) debido a sus atractivas propiedades que incluyen alta eficiencia energética, falta de efecto memoria, ciclo de vida prolongado, alta densidad de energía y alta densidad de potencia.

Estas ventajas les permiten ser más pequeñas y livianas que otras baterías recargables convencionales, como las de plomo-ácido, las de níquel-cadmio (Ni-Cd) y las de níquel-hidruro metálico (Ni-MH). Sin embargo, los vehículos eléctricos modernos todavía adolecen de barreras de rendimiento (autonomía, velocidad de carga, vida útil, etc.) y barreras

tecnológicas (alto costo, seguridad, confiabilidad, etc.), lo que limita su adopción generalizada.

- **Mayor Densidad Energética:** Se refiere a la capacidad de almacenamiento de energía en Wh en relación con el peso en Kg, lo que implica que estas baterías pueden almacenar más energía en un peso o volumen menor en comparación con otros tipos de baterías.
- **Menor tiempo de carga:** Su tiempo de carga es de aproximadamente una hora, en contraste con otros tipos de baterías, lo que permite una mayor disponibilidad del vehículo durante períodos más prolongados.
- **Baja pérdida por autodescarga:** Esto indica que la batería de ion litio apenas pierde carga cuando el vehículo no está en uso, lo que garantiza que el vehículo esté listo para su uso incluso después de períodos prolongados de inactividad.
- **Densidad de Potencia:** Las baterías de ion litio ofrecen una mayor densidad de potencia, lo que significa que pueden proporcionar una mayor cantidad de energía en vatios (W) por kilogramo (Kg) de peso. Esto es crucial para satisfacer las demandas de potencia del vehículo, como aceleraciones rápidas, ascensos en pendientes y maniobras de adelantamiento en carretera, lo que contribuye a una conducción más segura.

### ***2.2.3 Baterías de Iones de Litio de Alto Voltaje***

Para baterías de iones de litio más sofisticadas, se han propuesto como candidatos viables cátodos de alto voltaje (4,5 a 5,0 V). Las principales sustancias de este grupo incluyen espinela  $\text{LiMn}_{1,5}\text{Ni}_{0,5}\text{O}_4$ , olivino  $\text{LiCoPO}_4$ , olivino  $\text{LiNiPO}_4$  y espinela inversa  $\text{LiNiVO}_4$ . Están hechos para permitir un nivel más profundo de estado desintercalado  $\text{Li}^+$  para aumentar la capacidad de carga.  $\text{LiMn}_{1,5}\text{Ni}_{0,5}\text{O}_4$  tiene una alta ciclabilidad en el rango de voltaje de 4,7 a 4,8 V. Además, muestra una estabilidad térmica aceptable hasta 250

°C. La ruptura significativa de los electrolitos, que ocurre cuando se excede el rango de voltaje superior a 4,4 V, es uno de los principales problemas con estos cátodos de alto voltaje.

El tipo predominante de almacenamiento de energía para los vehículos eléctricos contemporáneos son las baterías de iones de litio. Son ideales para aplicaciones automotrices debido a sus características inigualables, que incluyen un ciclo de vida elevado, una alta densidad de energía y una alta eficiencia. Pueden ser pequeños y utilizados por los sistemas de arranque y parada de vehículos eléctricos, o pueden ser significativamente más grandes y utilizados para impulsar la transmisión.

Los HEV requieren menos baterías, ya que necesitan menos capacidad energética que los PHEV y los BEV, que suelen tener paquetes de baterías grandes. En los automóviles con compatibilidad con paquetes de baterías grandes, debido a que es posible que los ejemplos proporcionados no siempre se relacionen o sean pertinentes para los vehículos HEV, es vital tener esto en cuenta. Un vehículo eléctrico requiere una gran cantidad de celdas de batería para producir la potencia y la energía necesarias.

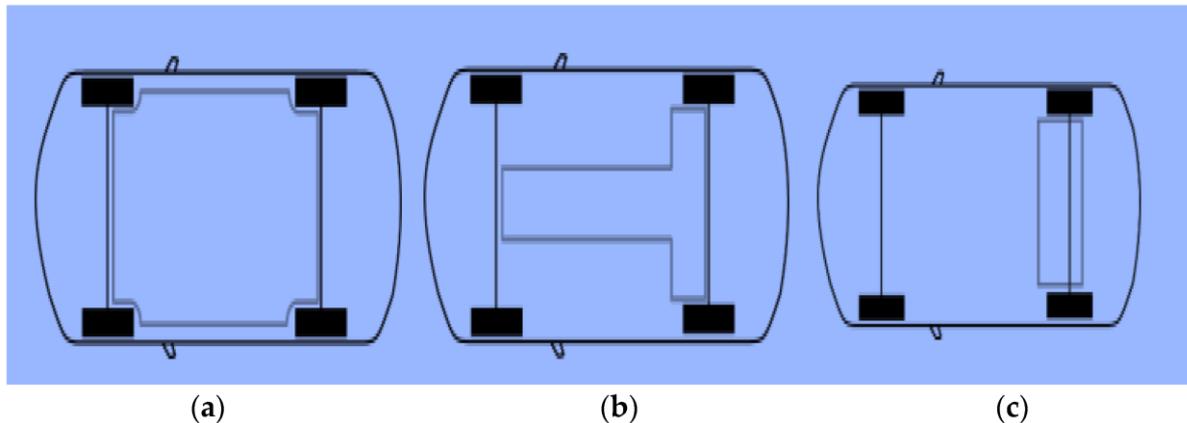
El objetivo básico del diseño de vehículos eléctricos es maximizar la capacidad de la batería manteniendo al mismo tiempo un grado adecuado de seguridad. Instalar el paquete de baterías dentro de compartimentos reforzados y rígidos u otros lugares que tienen menos probabilidades de sufrir daños en accidentes es una estrategia frecuente.

Los fabricantes de automóviles esperan evitar por completo la probabilidad de que la batería se dañe en situaciones de choque o impacto incorporando el paquete LIB en esta región. Hay tres formas principales en que se utiliza la “zona segura” en los automóviles de pasajeros. Las disposiciones en “Piso” y “T” en las que la batería se encuentra dispersa a lo largo de un cuadrado o rectángulo, son las más típicas. La solución “Trasera” se puede utilizar para describir la tercera posibilidad. En este caso, la batería a veces se apila más arriba en la parte trasera del coche. Todas las ilustraciones analizadas anteriormente se

muestran en la Figura 6 como sigue: ( a ) disposición de “piso”; ( b ) disposición en “T”; ( c ) Solución “trasera”.

### Figura 6

#### *Solución Diferente para Disposiciones de Baterías*



Tomado de: <https://www.mdpi.com/2571-8797/4/4/56>

#### **2.2.4 Vehículos Eléctricos y la Salud de las Baterías**

Con el cambio global hacia el transporte sostenible, los vehículos eléctricos se están convirtiendo rápidamente en algo común. A medida que los fabricantes de vehículos eléctricos se esfuerzan por mejorar la tecnología de las baterías y ampliar las capacidades de autonomía, mantener y monitorear el estado de la batería se vuelve esencial. El paquete de baterías es el corazón de un vehículo eléctrico y su rendimiento impacta directamente en la eficiencia general y la experiencia de conducción del vehículo.

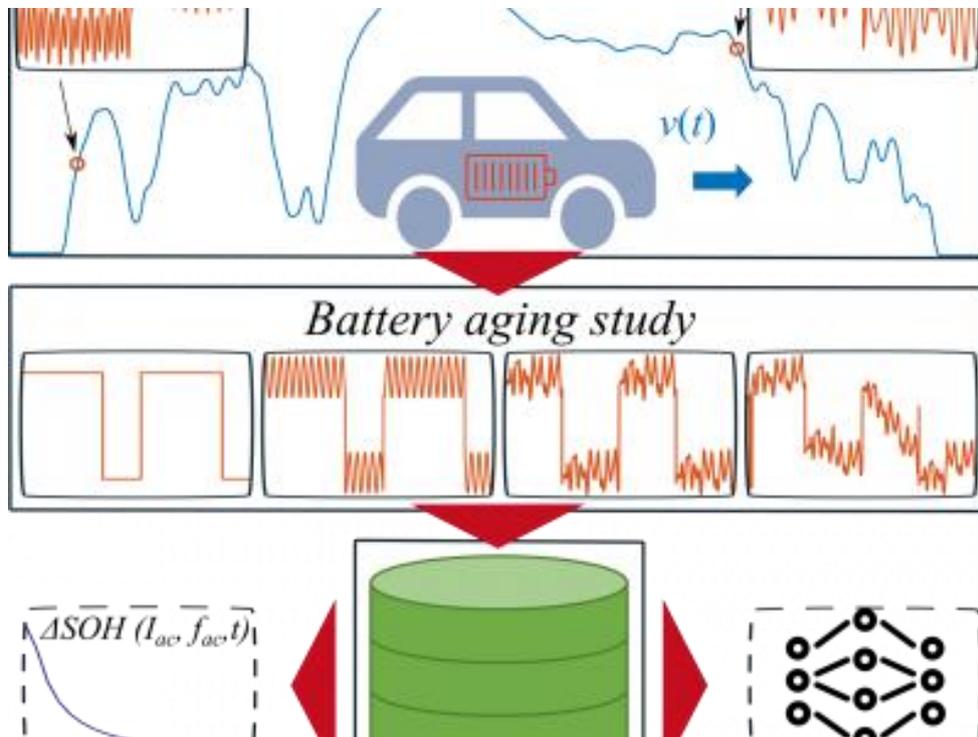
Cuando la salud de la batería se deteriora, el alcance esperado puede caer por debajo de la clasificación del fabricante. En algunos casos, la batería puede descargarse más rápidamente de lo que muestra el alcance en el tablero, lo que podría dejar al conductor luchando por encontrar un lugar para recargar.

Con los vehículos tradicionales a gasolina, diagnosticar problemas y monitorear el estado del motor era relativamente sencillo. Sin embargo, con la compleja tecnología y los sistemas de alto voltaje de las baterías de los vehículos eléctricos, un diagnóstico adecuado

requiere herramientas y experiencia avanzadas. Aquí es donde entra en juego el diagnóstico de la batería (Figura 7).

**Figura 7**

*Datos de Baterías de Iones de Litio de Vehículos Eléctricos*



Tomado de: <https://iee-dataport.org/keywords/capacity>

### 2.2.5 Problemas Comunes de las Baterías de los Automóviles Eléctricos

El problema de las baterías de los coches eléctricos es que son bastante caras. Hablando de eso, un comprador de vehículos eléctricos debe considerar la esperanza de vida de la batería. Por ejemplo, Tesla ofrece una cobertura de 100.000 millas (160.000 kilómetros) o una garantía de ocho años.

Si bien la cobertura y la garantía de la batería dependen de las marcas y modelos del automóvil, estas garantías garantizan contra la degradación de la batería. Además, muchos fabricantes de vehículos eléctricos garantizan que la batería no se degradará más del 30 % durante el período de garantía. Dicho esto, la batería tendrá un 70% de salud incluso después de 160.000 kilómetros o de 8 a 10 años.

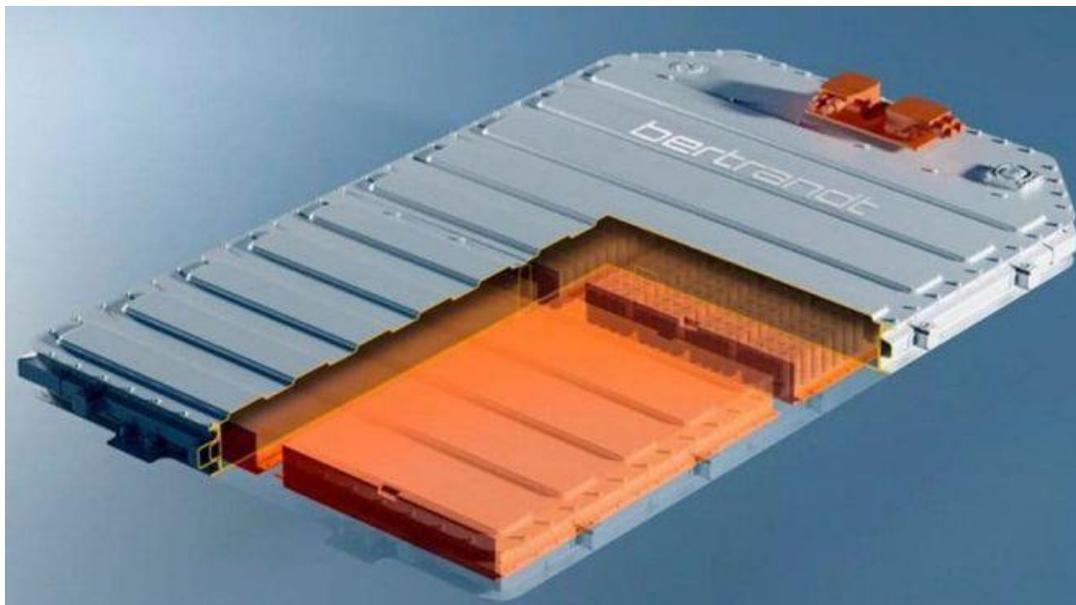
### 2.2.6 Seguridad y Mantenimiento

Una batería de iones de litio tiene el posible inconveniente de que puede sobrecalentarse e incendiarse. No es común, pero los fabricantes de automóviles han identificado este problema con las baterías de los automóviles eléctricos y han tomado las precauciones de diseño necesarias.

Las baterías de los vehículos eléctricos están encerradas (Figura 8) en carcasas selladas. Además, los fabricantes utilizan líneas aisladas de alto voltaje para desactivar los sistemas eléctricos en caso de accidente.

#### **Figura 8**

*Carcasa de Batería Desarrollada por Bertrandt y Voestalpine*



Tomado de: <https://www.hibridosyelectricos.com>

Además, el mantenimiento de un coche eléctrico es más sencillo que el de los vehículos convencionales. Por ejemplo, cuando se comparan automóviles eléctricos, híbridos o convencionales, los automóviles con motor IC y los híbridos requieren más mantenimiento debido al desgaste de las piezas mecánicas. Además, las baterías de los vehículos eléctricos tienen una cobertura y un período de garantía más largos, lo que ahorra importantes costes de mantenimiento.

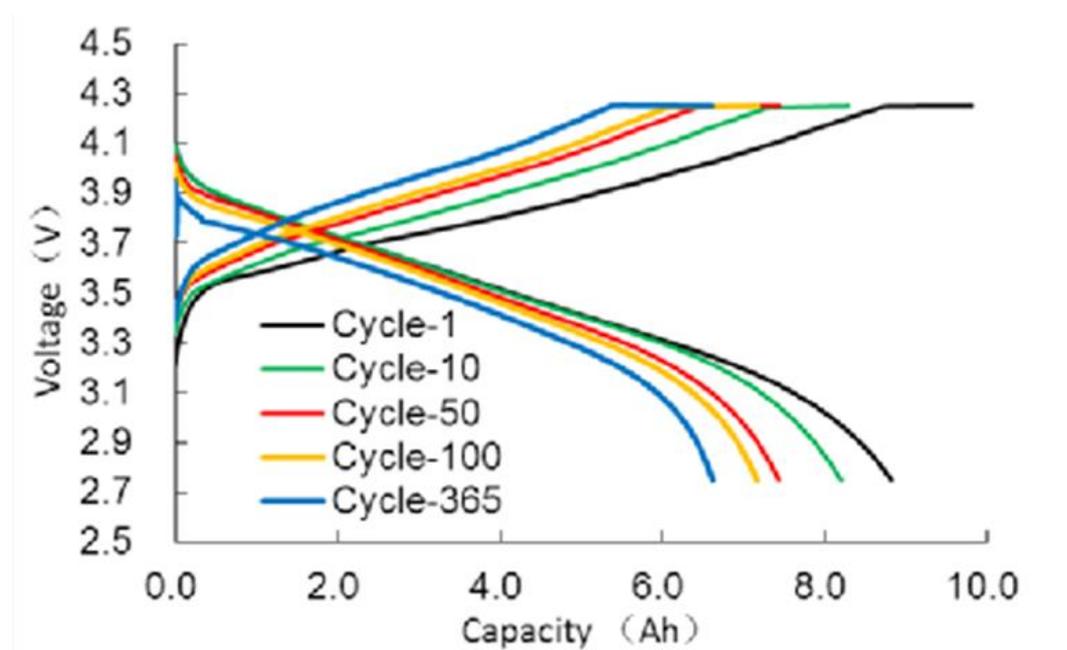
### 2.2.7 Ciclos de Carga de Batería

La curva de carga y descarga se refiere a la representación gráfica del voltaje, corriente, capacidad, y otros parámetros de una batería que varían con el tiempo durante su proceso de carga y descarga. Esta curva contiene una gran cantidad de información valiosa, incluyendo la capacidad, energía, voltaje de funcionamiento y plataforma de voltaje, así como la relación entre el potencial del electrodo y el estado de carga.

La Figura 9 presenta una curva típica de carga y descarga cíclica. A medida que los ciclos progresan, la capacidad de la batería disminuye y la forma de la curva de carga y descarga se modifica.

**Figura 9**

*Curva Típica de Carga-Descarga Cíclica*



Tomado de: [https://es.everexceed.com/blog/an-lisis-de-datos-del-ciclo-de-la-bater-a-de-litio-con-curvas-y-ecuaciones\\_b180](https://es.everexceed.com/blog/an-lisis-de-datos-del-ciclo-de-la-bater-a-de-litio-con-curvas-y-ecuaciones_b180)

La carga también afecta la duración de la batería. Es una práctica común que los propietarios de automóviles no carguen combustible hasta que se agote por completo. Dada la

facilidad de cargar vehículos eléctricos en casa, muchos propietarios de vehículos eléctricos tienen la comodidad de cargarlos.

Además, los fabricantes de vehículos eléctricos recomiendan cargar la batería hasta un 80% y no utilizar cargadores rápidos de CC con regularidad para prolongar la duración de la batería.

## Capítulo III

### Barreras y los Desafíos de los Vehículos Eléctricos en Ecuador

Ecuador tiene las terceras reservas probadas de petróleo más grandes de América Central y del Sur con 8.300 millones de barriles, detrás de Venezuela (303.000 millones) y Brasil (13.000 millones) (EIA, 2022). Los campos petroleros de Ecuador están ubicados principalmente en la región amazónica del país. El país exporta la mayor parte del crudo que produce, por un total de 356.000 barriles por día (MERNNR, 2019). Ecuador salió de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en enero de 2020 (Reuters, 2019) (S&P Global, 2020). Además de eliminar su cuota de membresía en la OPEP, la salida permite al país aumentar la producción de crudo más allá de los límites de la cuota de la OPEP en un intento de recaudar más ingresos gubernamentales (Reuters, 2019). La petrolera estatal Petroecuador representa la gran mayoría de la producción de petróleo (casi el 80% en 2018) y el resto se atribuye a empresas privadas (MERNNR, 2019).

La movilidad eléctrica es un mercado emergente en todo el mundo. Los vehículos eléctricos tienen notables beneficios medioambientales en comparación con los

Los vehículos convencionales contribuyen a disminuir la dependencia de las energías fósiles, pero necesitan enormes inversiones en infraestructura de carga y su precio de mercado está muy por encima de los habituales. Las condiciones para la penetración del mercado son generalmente críticas en los mercados emergentes. Economías en las que el poder adquisitivo es muy inferior al de las economías desarrolladas. Además, se requieren más medidas técnicas y reglamentarias. Las barreras obstaculizan la captación y el aumento del mercado.

#### 3.1 Retos de la Electrificación del Automóvil

La mayoría de los desafíos en la electrificación del automóvil están estrechamente ligados a los retos que enfrenta la industria automotriz en los próximos años. Los vehículos

eléctricos aún tienen deficiencias significativas, lo que explica por qué muchos usuarios continúan prefiriendo los vehículos de combustión. Algunos de los principales desafíos que deben abordarse en el futuro cercano incluyen:

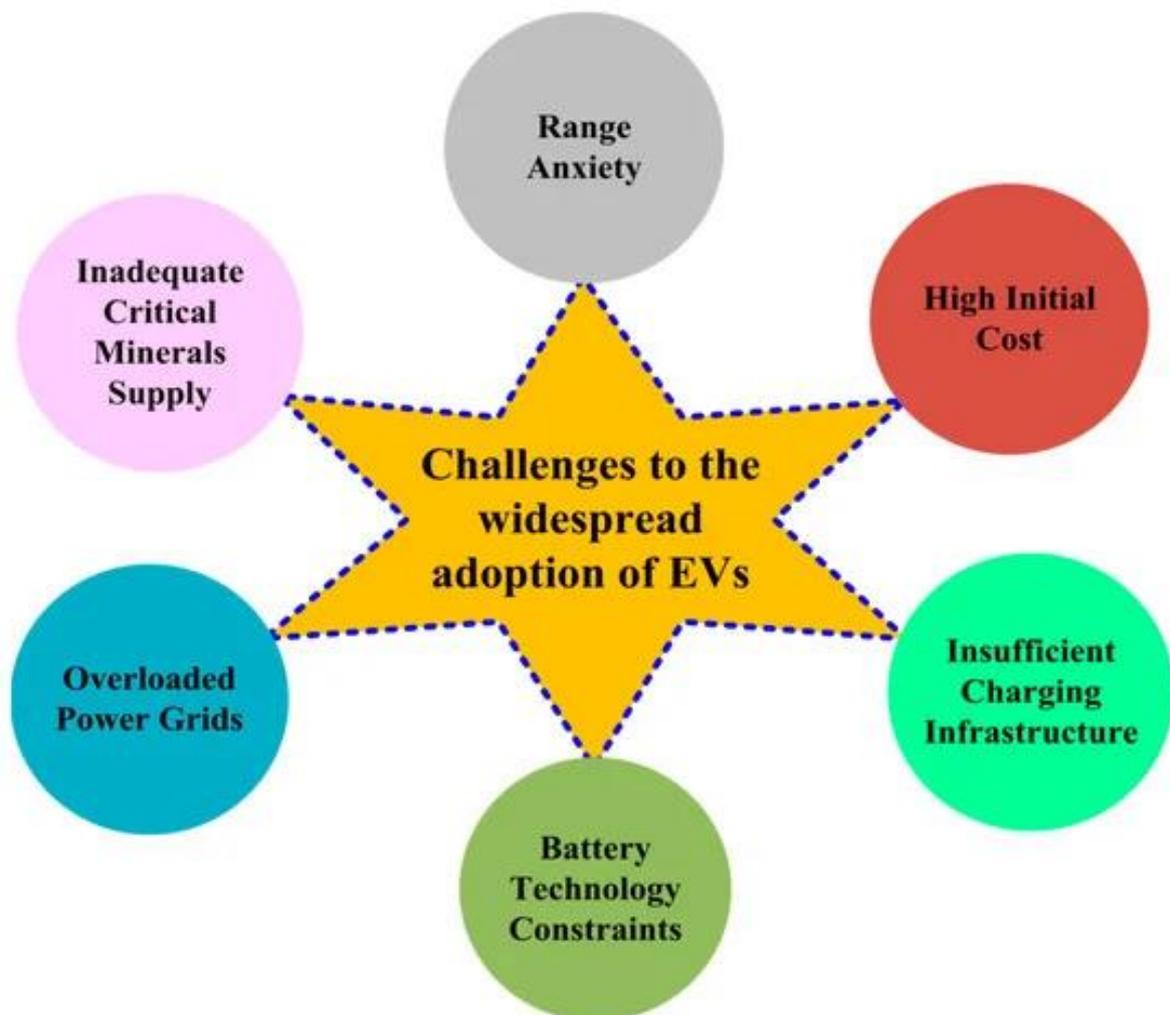
- **Baterías:** Este es el principal obstáculo por superar. La autonomía, el costo y el tiempo de recarga de las baterías de iones de litio actuales son insuficientes en la mayoría de los casos. Sin embargo, ya se están desarrollando nuevas tecnologías de baterías, como las de estado sólido o de litio-azufre, que prometen resolver estos problemas.
- **Escasez de materiales:** Los materiales necesarios para las baterías actuales, como el litio, el cobalto y las tierras raras, son escasos, costosos y su extracción plantea problemas éticos y ambientales. Se necesitan alternativas a estos materiales, como el azufre, el calcio o el grafeno, que ya están siendo investigadas.
- **Precio:** A pesar de las ayudas fiscales y subvenciones del gobierno, los vehículos eléctricos siguen siendo demasiado costosos para la mayoría de las empresas y particulares. Reducir los costos de fabricación es fundamental para hacer que los vehículos eléctricos sean más accesibles.
- **Infraestructura de recarga:** La falta de puntos de recarga rápida públicos es un problema importante (actualmente solo el 5,5 % de los puntos de recarga alcanzan los 50 kW), así como la escasez de electrolinerías y la falta de facilidades para que las empresas instalen puntos de recarga en sus estacionamientos privados. Mejorar esta infraestructura es esencial para impulsar la adopción masiva de vehículos eléctricos.

Además de las ventajas inherentes de los vehículos eléctricos (EV), existen varios desafíos que deben reconocerse. Sin eliminarlos, será difícil hacer de los vehículos eléctricos un elemento básico en la vida de la mayoría de las personas. En la era actual, la industria

automovilística, los investigadores y las instituciones están poniendo un énfasis significativo en los vehículos eléctricos, con el objetivo principal de mejorar su rendimiento, confiabilidad y seguridad. Actualmente se está realizando el análisis del impacto en la infraestructura eléctrica existente debido a la introducción de los vehículos eléctricos. A medida que la popularidad de los vehículos eléctricos continúa creciendo en el sector del transporte, se prevé que el sistema de red existente experimentará avances significativos para adaptarse a este cambio. La Figura 10 ilustra las barreras para la adopción de vehículos eléctricos.

**Figura 10**

*Principales Desafíos para la Adopción Generalizada de Vehículos Eléctricos*



Tomado de: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/15/8919>

Además de los desafíos, existen muchas otras barreras que contribuyen a la utilización subóptima de los vehículos eléctricos con fines de transporte. A continuación, se analizan algunos de los desafíos más importantes que deben abordarse antes de que se produzca la adopción generalizada de los vehículos eléctricos:

- **Ansiedad por la autonomía:** una de las principales preocupaciones entre los posibles compradores de vehículos eléctricos es la autonomía de conducción restringida que ofrecen estos vehículos. El fenómeno conocido como “ansiedad de autonomía” se refiere a la preocupación de que un vehículo eléctrico pueda agotar sus reservas de energía antes de llegar a su destino previsto. Los vehículos eléctricos se diferencian de los vehículos con motor de combustión interna (ICE) en términos de su autonomía de conducción limitada. En consecuencia, los vehículos eléctricos requieren una recarga frecuente durante los viajes de larga distancia, lo que puede percibirse como un inconveniente. A pesar de los recientes avances en la tecnología de baterías que han ampliado la autonomía de los vehículos eléctricos, persisten desafíos importantes en términos de la distancia limitada de recorrido entre sesiones de carga. Además, el alcance operativo de un vehículo eléctrico puede experimentar una reducción cuando se utiliza junto con equipos que consumen mucha energía o durante condiciones climáticas adversas.
- **Alto costo inicial:** un inconveniente importante es el elevado costo asociado con la adquisición de vehículos eléctricos. Los vehículos eléctricos generalmente incurren en costos más altos en comparación con los vehículos ICE debido a la necesidad de utilizar tecnología de batería más costosa. A pesar de los continuos avances en tecnología y economías de escala, el costo de los vehículos eléctricos sigue siendo un factor disuasivo para los consumidores potenciales. El reemplazo

o reparación de baterías de vehículos eléctricos genera gastos importantes, lo que contribuye al costo total de propiedad.

- **Infraestructura de carga insuficiente:** la ausencia de una infraestructura de carga confiable representa un obstáculo importante para los vehículos eléctricos. Este fenómeno es particularmente evidente en regiones o países subdesarrollados, donde la escasez de estaciones de carga representa un importante elemento disuasivo para los conductores que consideran la adopción de vehículos eléctricos. La ausencia de infraestructura de carga plantea preocupaciones adicionales con respecto a la autonomía. Pueden surgir preocupaciones entre los conductores de vehículos eléctricos con respecto a la disponibilidad de estaciones de carga cuando emprenden viajes de larga distancia.
- **Limitaciones de la tecnología de la batería:** La selección de la tecnología de la batería juega un papel crucial a la hora de determinar la practicidad y viabilidad de los vehículos eléctricos. Se han logrado avances significativos en la tecnología de baterías; sin embargo, todavía existen limitaciones notables dentro del estado actual de la técnica. La densidad de energía de la tecnología de baterías actualmente es significativamente corta en comparación con la de los combustibles líquidos utilizados en los vehículos con motor de combustión interna (ICE). Al estimar la autonomía de un vehículo eléctrico, es fundamental tener en cuenta este factor. Además, el tiempo necesario para recargar una batería es significativamente mayor en comparación con el tiempo necesario para repostar un vehículo equipado con un motor de combustión interna. La presencia de estas limitaciones plantea un desafío para lograr niveles comparables de facilidad y variación.

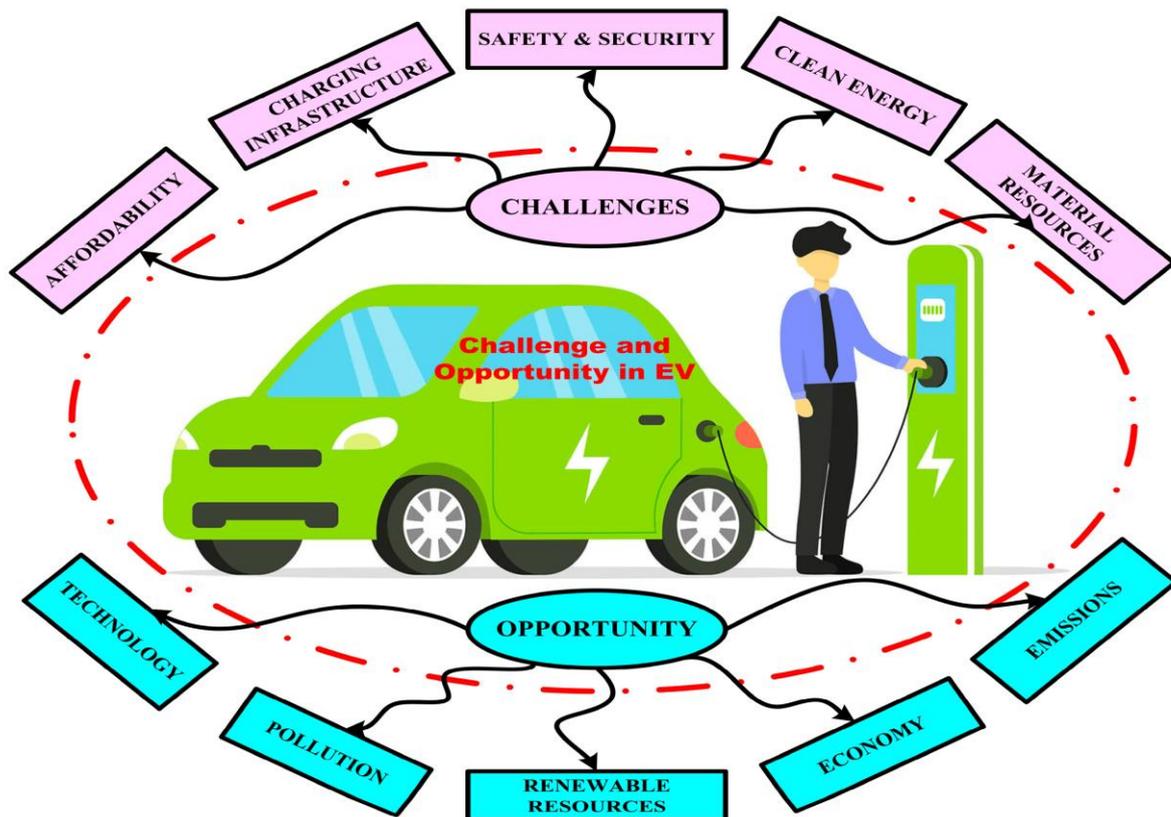
- **Redes eléctricas sobrecargadas:** un obstáculo adicional para la adopción generalizada de vehículos eléctricos se refiere a la posibilidad de sobrecargar la red eléctrica como resultado del mayor uso. En casos de aumentos bruscos en el uso de electricidad, el sistema eléctrico puede experimentar dificultades para alcanzar la capacidad requerida. El aumento en la utilización de la red eléctrica puede atribuirse a la creciente popularidad de los vehículos eléctricos enchufables. La aparición de cortes de energía y otros problemas pueden provocar una disminución en la confiabilidad del sistema eléctrico. Además, es posible que surjan una variedad de otros problemas.
- **Suministro inadecuado de minerales críticos:** la disponibilidad insuficiente de minerales y metales de tierras raras necesarios para la infraestructura de vehículos eléctricos plantea un desafío importante para la implementación generalizada de vehículos eléctricos. Cantidades importantes de estos minerales desempeñan un papel crucial en la fabricación de baterías para vehículos eléctricos y otros componentes relacionados. Sin embargo, es importante señalar que existe una disponibilidad mundial limitada de estos minerales y que la demanda de ellos está creciendo a un ritmo rápido debido al creciente número de vehículos eléctricos que se utilizan. La posible interrupción de la cadena de suministro y el posterior aumento de costos que enfrentan los fabricantes de vehículos eléctricos pueden representar un obstáculo importante para la adopción generalizada de estos vehículos.

Actualmente, existe una demanda creciente de vehículos eléctricos, lo que ha generado varios desafíos que las personas están abordando activamente para mitigarlos. Además de los desafíos asociados con los vehículos eléctricos, también están surgiendo oportunidades que tienen una importancia significativa para el progreso de cualquier nación.

La Figura 11 ilustra los desafíos y oportunidades asociados con los vehículos eléctricos.

**Figura 11**

*Diferentes Desafíos y Oportunidades con los Vehículos Eléctricos*



Tomado de: <https://www.walkerproducts.com/commercialvehicle/about/tpms-sensors/>

El principal problema de los vehículos con motor de combustión interna (ICE) es su dependencia de los combustibles fósiles, lo que genera preocupaciones sobre la seguridad energética y aumentos de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Teniendo en cuenta la presión sobre los combustibles fósiles y el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>, los vehículos eléctricos reducen la necesidad de transporte impulsado por petróleo crudo y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

### 3.2 Tecnología de Batería Mejorada

Las limitaciones de la tecnología de baterías son uno de los principales obstáculos para el uso generalizado de vehículos eléctricos (EV). El diseño actual de la batería para vehículos eléctricos tiene una baja densidad de energía, lo que afecta la autonomía del vehículo. Para mejorar la eficiencia de los vehículos eléctricos, a lo largo del tiempo se han creado una variedad de tecnologías y combinaciones de baterías. Los usuarios ven los vehículos eléctricos como una alternativa real a los vehículos con motor de combustión interna debido al desarrollo de baterías mejores, más asequibles y de mayor capacidad, que aumentarán la autonomía del vehículo.

Dado que las baterías son vitales para los vehículos eléctricos, cada vez más fabricantes (como LG, Panasonic, Samsung, Sony y Bosch) están invirtiendo en crear baterías mejores y más asequibles.

El paquete de baterías es la parte más costosa de cualquier vehículo eléctrico. Por ejemplo, las baterías de iones de litio del Nissan LEAF representaban originalmente un tercio del coste total del coche. Sin embargo, se prevé que este costo disminuirá gradualmente; a finales de 2014, el paquete de baterías costaba alrededor de 500 dólares por kWh (la mitad del precio en 2009); ahora, el precio por kWh es de 200 dólares y se prevé que baje a aproximadamente 100 dólares en 2025. El hecho de que Tesla Motors esté creando una megafábrica para reducir los costos de fabricación y mejorar la producción de baterías es otro dato que respalda la Tendencia hacia menores costos de batería.

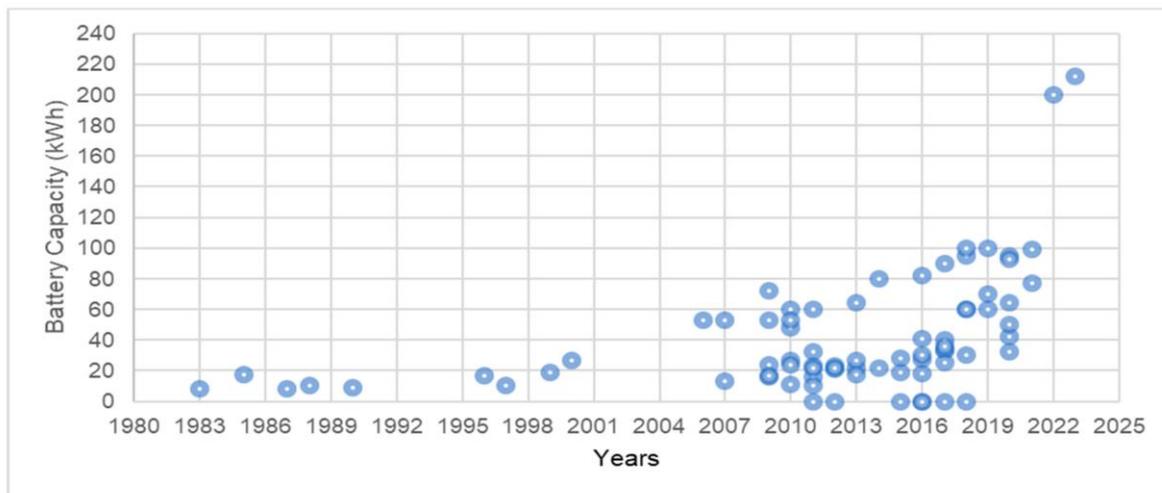
El precio de los vehículos eléctricos naturalmente disminuiría debido a la disminución de los costos de la batería, lo que los haría más competitivos con otros tipos de automóviles.

La Figura 12 muestra la capacidad de la batería de varios vehículos eléctricos desde 1983, cuando se vendió por primera vez el Audi Duo, cuando tenía una batería de 8 kWh, hasta 2022, cuando Tesla afirmó que vendería un Tesla Roadster con una batería de 200

kWh. La GMC Hummer EV Pickup Edition 1 tiene la mayor capacidad de batería con 212 kWh.

### Figura 12

*Desarrollo de la Capacidad de las Baterías entre 1980 y 2025*



Tomado de: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/10/6016>

### 3.3 Principales Barreras para Avanzar en la Movilidad Eléctrica

Las principales barreras para avanzar en la movilidad eléctrica están influenciadas por varios factores que afectan el ritmo de adopción de tecnologías limpias en el transporte urbano en las cinco ciudades estudiadas:

- Ineficiencias en el sistema de transporte público: La preocupación por otros aspectos, como los altos costos de operación, la baja calidad del servicio y los gastos crecientes, supera la preocupación por las emisiones de CO<sub>2</sub> o los contaminantes atmosféricos.
- Intervenciones a pequeña escala y falta de datos: La mayoría de las unidades de transporte en las ciudades aún no son de bajas emisiones, y existe una falta de datos sobre costos y rendimiento de tecnologías alternativas.

- Altos costos iniciales de los vehículos limpios: Los precios elevados de los vehículos eléctricos, especialmente para los autobuses de bajas emisiones, representan una barrera significativa para su adopción a corto plazo.
- Redes de distribución de electricidad en desarrollo: A pesar de los objetivos nacionales para aumentar la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, se requieren nuevas inversiones en redes de distribución de electricidad para respaldar una mayor penetración de vehículos eléctricos.
- Falta de competencia en el mercado: La concentración del mercado de transporte público en unas pocas empresas puede llevar a bajos niveles de servicio y tarifas altas, lo que dificulta la adopción de tecnologías más limpias.
- Restricciones financieras: Las ciudades enfrentan desafíos financieros para mejorar la calidad y cobertura del transporte público, especialmente debido a los altos costos iniciales de los vehículos limpios.
- Comprensión y gestión de los nuevos marcos institucionales: La complejidad de la coordinación institucional y las restricciones a la competencia son barreras clave para el desarrollo del mercado de tecnologías de vehículos más limpias.
- Enfoque en la reducción de costos iniciales en lugar de minimizar el costo total de propiedad: Los procesos de adquisición tienden a priorizar la reducción de costos iniciales, lo que puede no reflejar el costo total de propiedad a largo plazo.
- Políticas ambientales incipientes: Aunque todas las ciudades están trabajando para reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire, a menudo carecen de datos y herramientas políticas para respaldar el desarrollo de políticas ambientales efectivas.

### 3.4 Mantenimiento de Vehículos Eléctricos

Los motores eléctricos tienen muchas menos piezas móviles que los motores de combustión interna. Esto significa que los vehículos eléctricos a menudo requieren mucho menos mantenimiento (y su funcionamiento puede ser más barato) que sus homólogos de gasolina. Aun así, los vehículos eléctricos requieren un mantenimiento regular (Figura 13).

#### Figura 13

*Mantenimiento del Vehículo Eléctrico*



Tomado de: <https://www.caranddriver.com/shopping-advice/a40957766/electric-car-maintenance/>

Las baterías de los vehículos eléctricos actuales tendrán una vida útil de entre 12 y 15 años si se utilizan en climas moderados. Este tiempo se reduce a entre 8 y 12 años si el uso regular se produce en entornos extremos.

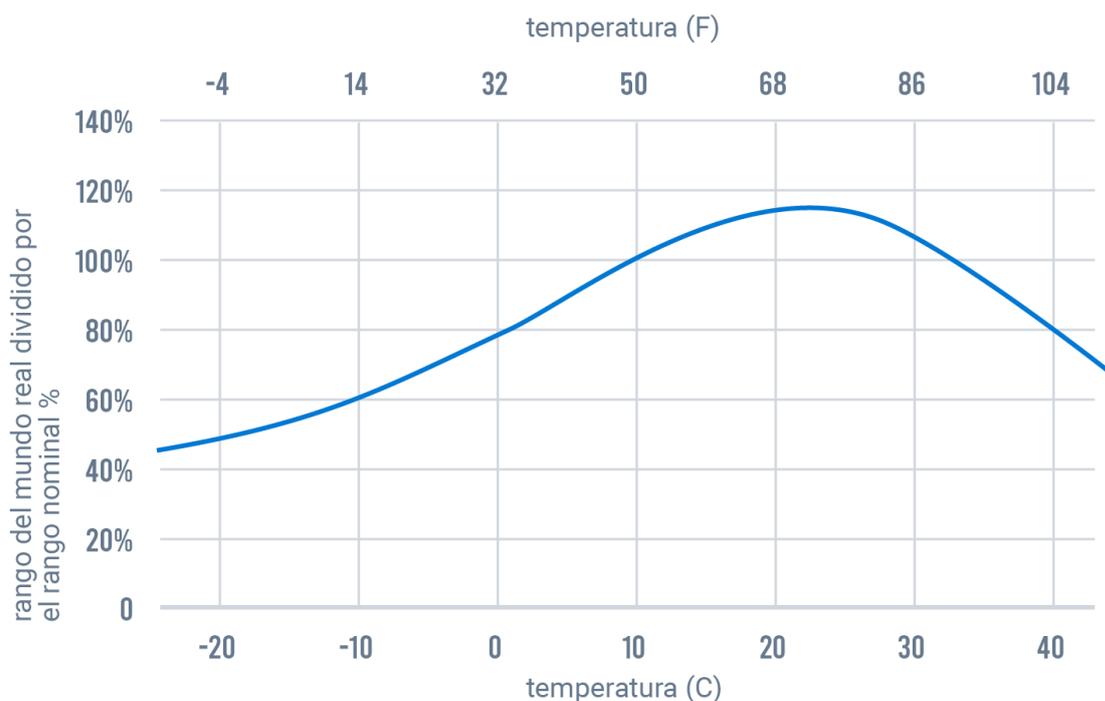
De todos modos, las baterías de los vehículos eléctricos prácticamente no requieren mantenimiento durante su vida útil. Dicho esto, hay varias cosas que los conductores pueden hacer para prolongar la vida útil de la batería de su vehículo eléctrico.

- *Alejarse de las temperaturas extremas:* Las temperaturas extremas (tanto frías como calientes) son kriptonita para las baterías. Los fabricantes de automóviles

tienen en cuenta esto en el desarrollo de sus vehículos eléctricos, equipándolos con los sistemas auxiliares de refrigeración y calefacción necesarios para ayudar a mantener la temperatura de la batería en niveles aceptables. A temperaturas óptimas, los vehículos eléctricos tienen un mejor rendimiento que su rango nominal, con un rendimiento máximo de un 115 % a 70 °F o 21,5 °C. Por ejemplo en la Figura 14 se muestra el rango promedio de un vehículo eléctrico en comparación con su rango nominal a diversas temperaturas. A temperaturas óptimas, los vehículos eléctricos pueden superar su rango nominal, alcanzando un rendimiento máximo del 115 % a 70 °F (21,5 °C). Por lo tanto, en condiciones climáticas ideales, la mayoría de los propietarios de vehículos eléctricos experimentan un rendimiento superior al rango nominal del vehículo.

**Figura 14**

*Curva de Eficiencia por Temperatura (Rango Real vs Rango Nominal)*



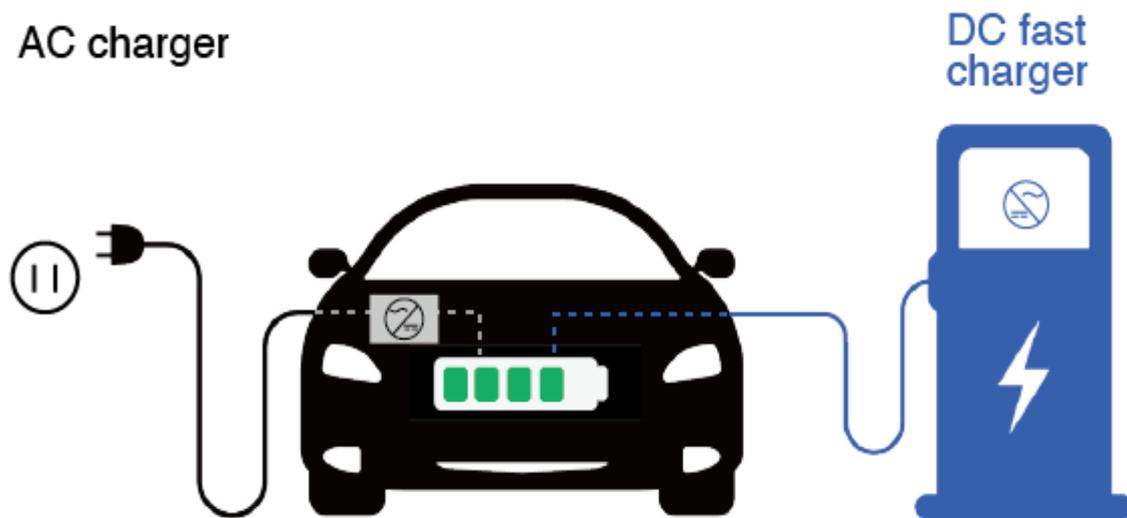
Tomado de: <https://www.geotab.com/es-latam/blog/temperatura-autonomia-vehiculos-electricos/>

De igual manera se observa en la Figura 14 cuando la temperatura aumenta o disminuye, la pérdida de rango se vuelve evidente. A 5 °F (-15 °C), los vehículos eléctricos bajan al 54 % de su rango nominal. Esto significa que un vehículo con un rango nominal de 402 km (250 millas) solo tendría, en promedio, 217 km (135 millas).

- *No usar cargadores rápidos todo el tiempo:* A pesar de su conveniencia en la recarga rápida, los cargadores rápidos degradan los paquetes de baterías a un ritmo más rápido que la carga más lenta de 120 o 240 voltios. Sin embargo, en estos días relativamente tempranos de los vehículos eléctricos modernos no se sabe exactamente en qué medida la carga rápida afecta la duración de la batería. Por supuesto, en un escenario de viaje por carretera la carga rápida es necesaria y no hay razón para evitarla. Pero comprar un vehículo eléctrico con el plan de utilizar exclusivamente carga rápida no es una gran idea, tanto desde el punto de vista de la duración de la batería como del coste. Un vehículo eléctrico de batería (BEV) se alimenta mediante una batería recargable que puede ser cargada utilizando cargadores de corriente alterna (CA) o corriente continua (CC). Como se ilustra en la Figura 15, un cargador de corriente alterna transforma la energía de la red eléctrica en corriente continua dentro del vehículo, mientras que un cargador de corriente continua (conocido como cargador rápido para vehículos eléctricos) realiza esta conversión fuera del vehículo, en el propio cargador. A diferencia de un cargador de corriente alterna, un cargador de corriente continua eleva el voltaje dentro del cargador, lo que resulta en una capacidad de salida de energía de corriente continua más alta, permitiendo así una carga más rápida de los vehículos eléctricos.

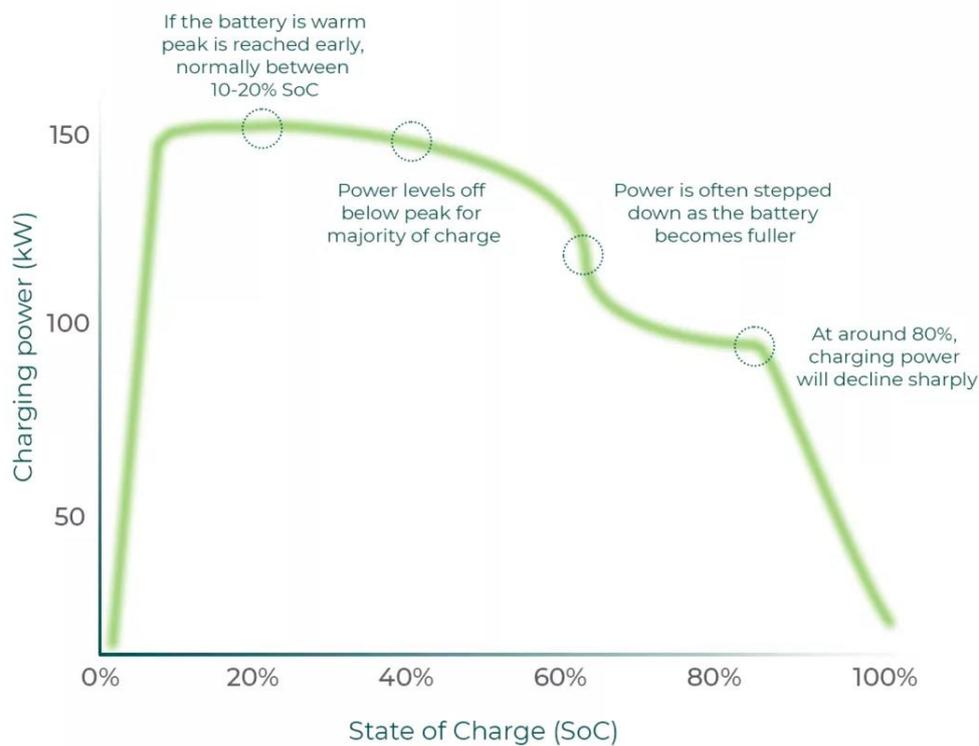
**Figura 15**

*Ejemplo de Carga CA y CC*



Tomado de: [https://www.hioki.com/us-es/learning/applications/detail/id\\_113486](https://www.hioki.com/us-es/learning/applications/detail/id_113486)

- *No cargar completamente ni agotar la batería:* Las baterías se degradan más rápidamente cuando se cargan a plena capacidad o cuando se agotan toda su energía. El lado positivo es que muchos fabricantes impiden la carga a plena capacidad para ayudar en la batalla contra la degradación de la batería. La mayoría de los automóviles tienen configuraciones para cargar a un nivel inferior al 100 por ciento, y muchos fabricantes de automóviles sugieren cargar a un nivel del 85 o 90 por ciento para el uso diario (Figura 16).

**Figura 16***Curva de Carga de los Coches Eléctricos*

Tomado de: <https://www.gridserve.com/2023/02/17/what-is-an-electric-car-charging-curve/>

### 3.5 Fallas en las Baterías de Alta Tensión

Una batería del vehículo eléctrico, similar a una batería híbrida, se compone de una serie de módulos, dentro de esos módulos hay una serie de celdas. Ahora, la cantidad de módulos en un paquete de baterías o celdas en un módulo variará según el fabricante.

- *Fallo del módulo:* Mala conexión eléctrica, problema térmico, fallo del sensor junto con fallo a nivel de celda.
- *Fallas electrónicas sensibles:* incluyen sensores, relés y fusibles. Por ejemplo, si falla un sensor utilizado para monitorear la temperatura y el sistema de gestión térmica de la batería, es posible que el BMS no pueda monitorear con precisión las temperaturas dentro del paquete de baterías. Esto también se aplica a otros sensores dentro de la batería.

- *Fallo del sello en el paquete de baterías:* en caso de que esto ocurra en el paquete de baterías, puede provocar que, entre humedad o polvo en el paquete, lo que puede causar daños a los componentes electrónicos sensibles y corrosión, lo que en última instancia provocará fallas prematuras en cualquiera de los componentes dentro del paquete de baterías. embalar.
- *Fallo del sistema de gestión de la batería:* también conocido como BMS: El BMS monitorea activamente el estado de carga y el estado de salud de la batería, lo cual es esencial para la protección de las celdas, la protección del paquete y la gestión térmica, todo mientras optimiza continuamente el rendimiento de la batería. Esto, junto con todos los modos de falla mencionados, puede provocar una falla prematura de los componentes y reducir significativamente el rendimiento del paquete.

Según, Kane (2024) los datos de alrededor de 15.000 vehículos recargables de los años de modelo 2011 a 2023 mostraron que inicialmente (2011-2015), los reemplazos de baterías debido a fallas. Al principio, cuando había un número limitado de modelos disponibles, hasta un porcentaje de varios vehículos acababa con un fallo de batería. Según los datos, el peor año modelo fue 2011 con una tasa de fallas del 7,5% (aparte de las retiradas del mercado). En los años siguientes, fue del 1,6% al 4,4%, lo que indica que varios por ciento de los usuarios de vehículos eléctricos se vieron afectados por un fallo de la batería.

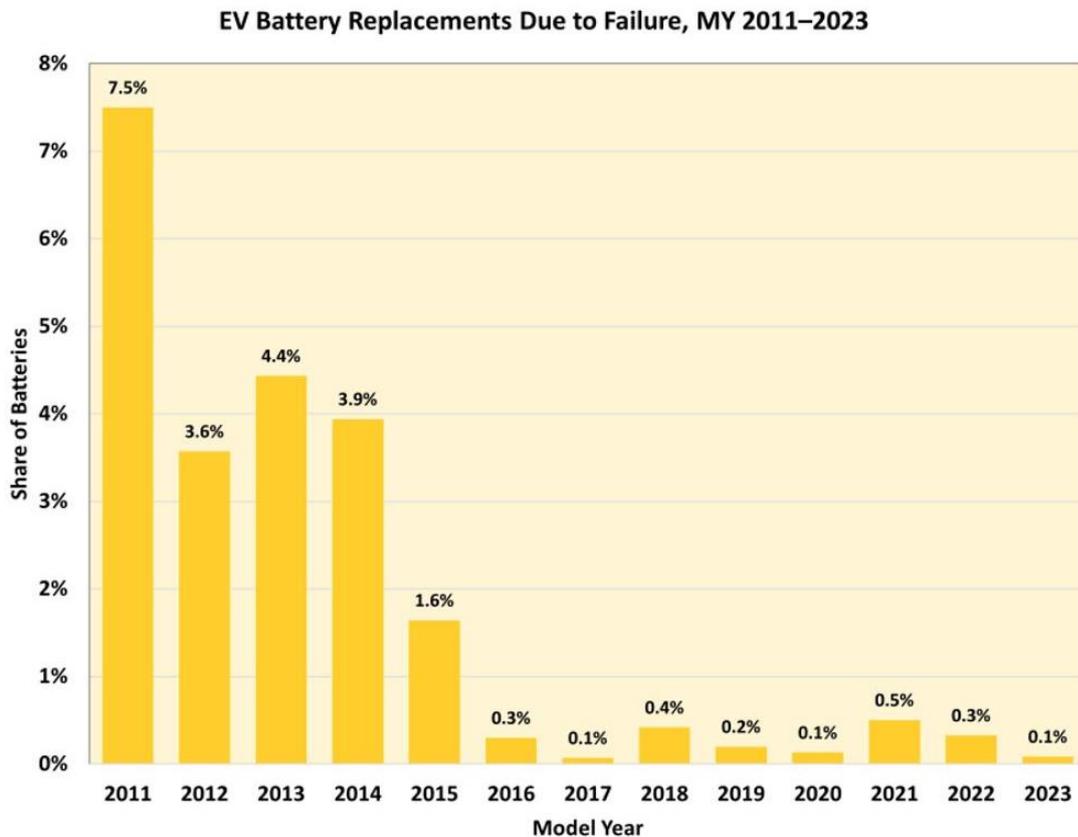
Como se puede ver en la Figura 17, a partir de 2016 hubo un cambio escalonado en los reemplazos de baterías por fallas, excluyendo retiros. Llegó al 0,5% a partir de 2016, pero en la mayoría de los casos fue del 0,1% al 0,3%. Esa es una mejora de un orden de magnitud.

Según el artículo, la mayoría de los problemas habrían estado cubiertos por la garantía del fabricante. Las mejoras provienen del aprendizaje y de tecnologías más maduras, incluida

la refrigeración líquida activa de las baterías, nuevas estrategias de gestión térmica de las baterías y nuevas químicas de las baterías.

### Figura 17

*Reemplazos de Baterías de Vehículos Eléctricos por Fallas, Modelo 2011-2023*



Tomado de: <https://insideevs.com/news/717187/ev-battery-replacements-due-failure-study/>

### 3.6 Fallo de Batería Durante el Funcionamiento del Sistema

En aplicaciones de vehículos eléctricos, proteger las células de iones de litio requiere medidas de protección y sistemas de control que mantengan su funcionamiento seguro y eficiente.

Dos sistemas fundamentales en este dominio son el sistema de gestión térmica (TMS), que mantiene las celdas dentro de un rango de temperatura óptimo, y el BMS, que supervisa y regula los niveles de voltaje y corriente de las celdas y de todo el paquete de baterías.

Estos sistemas generan datos esenciales que permiten a los actuadores ejecutar un monitoreo en tiempo real de los ciclos de carga y descarga de la batería. No obstante, los BMS y TMS convencionales enfrentan limitaciones en cuanto a capacidad de almacenamiento y destreza computacional.

Como resultado, generalmente registran datos sensibles al tiempo, como voltaje, corriente y temperatura. Por lo tanto, incluso con una recopilación exhaustiva de datos históricos, la implementación de técnicas y algoritmos sofisticados que involucran una multitud de parámetros inciertos puede resultar poco práctica tanto para aplicaciones en línea como fuera de línea.

Para superar estas limitaciones, es vital integrar sensores y unidades de procesamiento de datos más avanzados en el BMS y el TMS. Además, aprovechar la computación en la nube puede distribuir algunas tareas de predicción al análisis remoto, lo que permite el mantenimiento predictivo y la detección temprana de anomalías.

La implementación de algoritmos de aprendizaje automático ofrece herramientas para aumentar la capacidad de estos sistemas para aprender de datos históricos y anticipar posibles modos de falla. Además, el empleo de mecanismos a prueba de fallas y redundancias en el diseño puede garantizar que, incluso en el caso de falla de un componente, el sistema en su conjunto pueda continuar funcionando de manera segura o apagarse de manera controlada.

Garantizar la longevidad y la seguridad de las baterías durante su vida operativa exige un enfoque multifacético que incluya monitoreo avanzado, análisis predictivo, principios de diseño a prueba de fallas y vigilancia constante en las prácticas de mantenimiento y operación. Mediante la sinergia de estos elementos, se puede mejorar significativamente la resiliencia y confiabilidad de los sistemas de baterías.

## Capítulo IV

### Guía Práctica para Verificación de las Baterías de un Vehículo Eléctrico

#### 4.1 Descripción

El creciente uso de vehículos eléctricos (VE) ha puesto de manifiesto la importancia crítica de sus sistemas de almacenamiento de energía, especialmente las baterías. Estas baterías no solo son el componente más costoso de un VE, sino que también determinan en gran medida su rendimiento, autonomía y vida útil. Por esta razón, un proceso riguroso de verificación de las baterías es esencial para garantizar la seguridad, eficiencia y fiabilidad de los vehículos eléctricos.

La verificación de las baterías de un VE implica una serie de pruebas y evaluaciones diseñadas para asegurar que la batería funciona correctamente y se mantiene dentro de los parámetros especificados por el fabricante. Este proceso no solo ayuda a identificar posibles fallos antes de que se conviertan en problemas mayores, sino que también proporciona información valiosa sobre el estado de salud (SOH) y el estado de carga (SOC) de la batería, factores cruciales para la optimización del rendimiento del vehículo.

Las pruebas realizadas durante el proceso de verificación abarcan desde inspecciones visuales y comprobaciones del sistema de gestión de baterías (BMS), hasta pruebas más exhaustivas como la evaluación de la capacidad, la prueba de carga y descarga, y la monitorización de la temperatura. Cada una de estas pruebas proporciona datos específicos que, cuando se analizan en conjunto, ofrecen una visión completa del estado de la batería.

Un aspecto clave de este proceso es la capacidad de la batería para mantener su rendimiento a lo largo del tiempo, lo que se evalúa mediante pruebas de ciclos de vida. Estas pruebas simulan el uso real del vehículo, permitiendo prever cómo se comportará la batería bajo condiciones de operación normales y extremas.

El proceso de verificación de las baterías de un vehículo eléctrico es un componente fundamental para el mantenimiento y la seguridad de los VE. Este proceso no solo asegura que las baterías cumplen con los estándares de calidad y seguridad, sino que también ayuda a maximizar su vida útil y eficiencia operativa, proporcionando una experiencia de conducción más segura y confiable para los usuarios.

#### **4.1.1 Inspección Visual**

Objetivo: Detectar cualquier daño físico o signos de desgaste.

Pasos:

- Apagar el vehículo y asegurarse de que esté en un área segura y bien ventilada.
- Revisar la carcasa de la batería por cualquier signo de daño, como abolladuras, grietas o corrosión.
- Inspeccionar los terminales y conexiones para asegurar que estén limpios y libres de corrosión.

#### **4.1.2 Revisión del Sistema de Gestión de Baterías (BMS)**

Objetivo: Verificar el estado general y la salud de la batería mediante el BMS.

Pasos:

- Conectar una herramienta de diagnóstico (escáner Lauch) compatible con el BMS del vehículo.
- Revisar los datos del BMS, incluyendo el estado de carga (SOC), el estado de salud (SOH), y cualquier código de error o advertencia.
- Analizar las lecturas de temperatura de la batería y comprobar que estén dentro de los rangos normales.

#### **4.1.3 Prueba de Capacidad de la Batería**

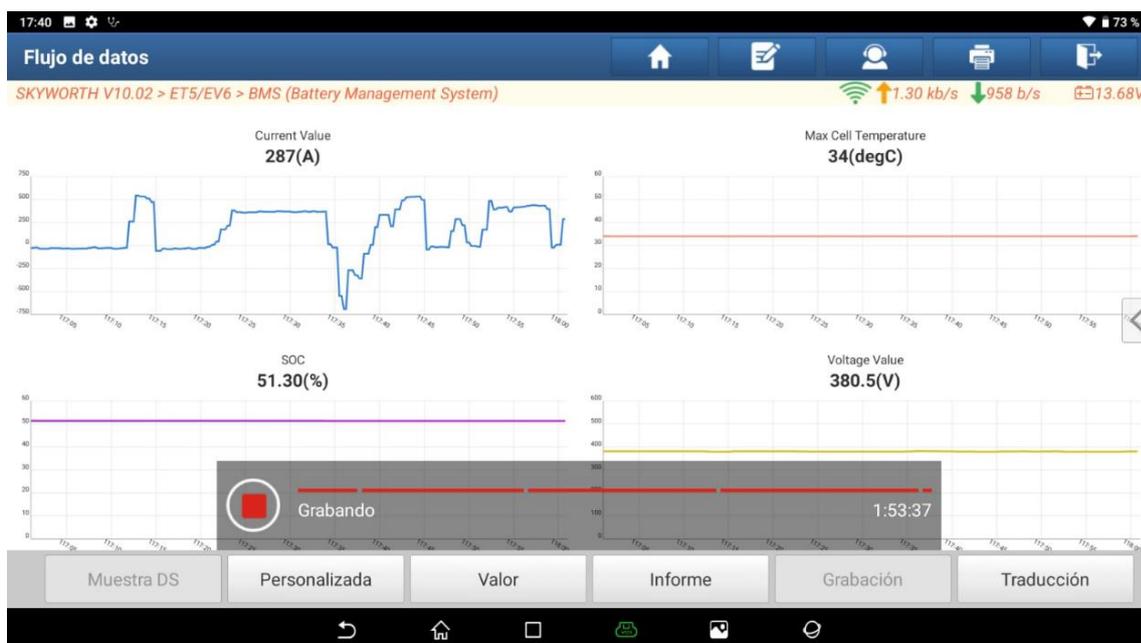
Objetivo: Determinar la capacidad real de la batería en comparación con su capacidad nominal (Figura 18).

Pasos:

- Cargar la batería completamente utilizando un cargador adecuado (tipo de enchufe estandarizado en Europa, que es el Tipo 2). Realizar un ciclo de carga completa seguido de una descarga completa mientras se registran los datos de voltaje, corriente y capacidad. Según los datos del fabricante: Carga rápida DC 30 minutos (380v) 30%-80% y Carga lenta AC Home Wallbox 220V 11 horas (220V).

## Figura 18

### Flujo de Datos



- Descargar la batería de manera controlada hasta un nivel seguro predefinido, monitoreando el voltaje y la corriente durante el proceso.
- Registrar la cantidad de energía extraída y compararla con la capacidad nominal de la batería.
- Durante la prueba de carga y descarga, observar y registrar los niveles de voltaje en diferentes estados de carga.
- Comparar estos niveles con los especificados por el fabricante para asegurar que la batería está operando correctamente.

- Analizar la curva de carga y descarga obtenida para identificar cualquier anomalía o degradación en el rendimiento.

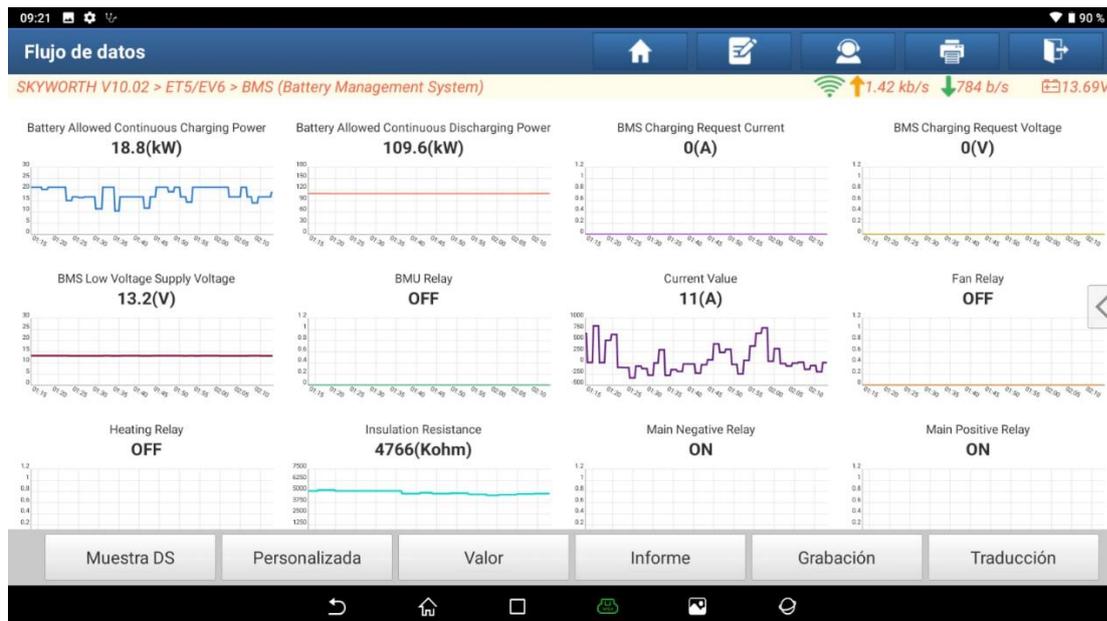
#### **4.1.4 Prueba de Capacidad de las Baterías del Vehículo**

Objetivo: Evaluar la capacidad de la batería (unidad de medida indica la cantidad de energía que puede suministrar la batería durante una hora).

Pasos:

- Calcular la intensidad de recarga o potencia del cargador.
- La intensidad de recarga o potencia del cargador se puede conocer aplicando una fórmula, que será distinta dependiendo de si es monofásico o trifásico.
- En el caso de ser monofásico la potencia se calcula de la siguiente forma:  
 $P = \text{Intensidad} \times \text{Voltaje}$  (El voltaje en Ecuador es de 220V)
- El resultado serán Watios (W).
- Averiguar la capacidad de las baterías del vehículo.
- Para averiguar la capacidad de las baterías del vehículo eléctrico, se debe disponer de la hoja técnica del vehículo, donde está indicada la capacidad de la batería. Normalmente, este dato se presenta en KWh, en el caso del Skywell: 150 KW.
- Se multiplica por 1000 esa capacidad y luego realizar la siguiente operación:
- Duración = Capacidad batería/ potencia.
- En el caso del Skywell el dato del fabricante indica: capacidad de la batería (kWh) 73.000 kWh aproximadamente.

Con lo que se logra comprobar que la batería mantiene su voltaje de funcionamiento esperado durante la carga y descarga (Figura 19).

**Figura 19***Verificación de Datos***4.1.5 Monitoreo de Temperatura**

Objetivo: Garantizar que la batería opera dentro de los rangos de temperatura seguros.

Pasos:

- Asegurarse de que las temperaturas registradas estén dentro de los límites seguros recomendados por el fabricante.
- Investigar cualquier variación anormal de temperatura para prevenir daños potenciales.

**4.1.6 Prueba de Ciclos de Vida**

Objetivo: Evaluar la durabilidad y la vida útil estimado de la batería mediante el uso de un ciclo de carga y descarga.

Pasos:

1. Realiza un ciclo de carga y descarga completo en condiciones controladas. Registrar el tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de la carga (8 horas). Registrar la capacidad acumulada (en kWh) durante la carga.

2. Registrar la capacidad y rendimiento de la batería durante el ciclo. Utilizar el software de diagnóstico para monitorear y registrar en tiempo real los siguientes parámetros: Voltaje de la batería, corriente de descarga, temperatura de la batería y el estado de carga-SOC).
3. Analizar los datos para determinar la tasa de degradación de la capacidad y predecir la vida útil restante de la batería.

#### ***4.1.7 Documentación y Reporte***

Objetivo: Mantener un registro detallado de todas las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Pasos:

1. Documentar todos los procedimientos, resultados de pruebas y observaciones.
2. Crear un informe detallado que incluya recomendaciones basadas en los hallazgos.
3. Compartir el informe con las partes interesadas pertinentes para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento o reemplazo de la batería.

#### ***4.1.8 Consideraciones Finales***

Es crucial seguir las recomendaciones del fabricante y utilizar equipos de prueba calibrados y adecuados para garantizar la precisión y seguridad durante el proceso de verificación de las baterías de un vehículo eléctrico.

## **4.2 Diagnóstico de Baterías de Alta Tensión en el Skywell ET5**

El proceso para el diagnóstico de baterías de alta tensión en el Skywell utilizando un escáner Launch Pad VII podría detallarse de la siguiente manera:

### 4.2.1 Preparación del Escáner Launch Pad VII

- Hay que asegurar de que el escáner Launch Pad VII (Figura 20) esté actualizado con el software más reciente y que esté configurado para comunicarse con vehículos eléctricos como el Skywell (Tabla 1).

**Figura 20**

*Escáner Launch Pad VII*

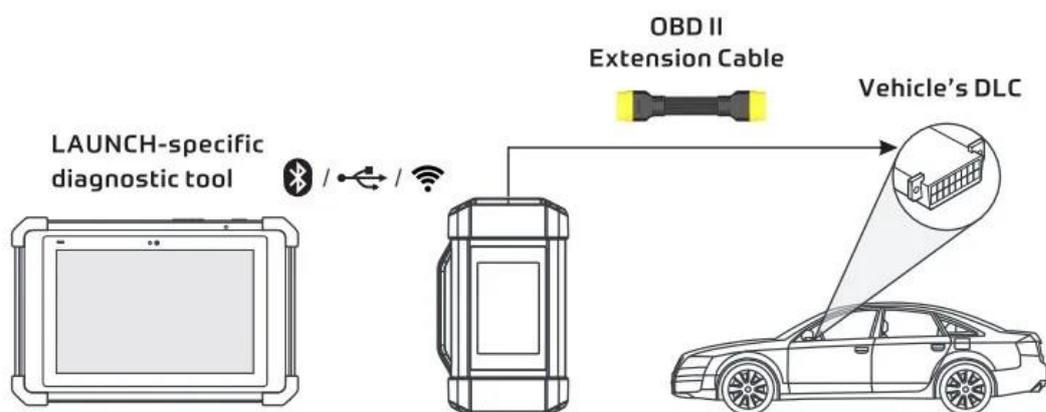


### 4.2.2 Conexión al Vehículo

- Localizar el conector de diagnóstico OBD-II en el Skywell. Generalmente, este conector está ubicado en el área del tablero o cerca de los pedales del conductor.
- Conecta el escáner Launch Pad VII al conector OBD-II del vehículo utilizando el cable de conexión adecuado (Figura 21).

**Tabla 1***Datos del Vehículo Skywell*

<b>Dato</b>	<b>Especificación</b>
• Marca	• Skywell
• Modelo	• ET5
• Año	• 2023
• Tipo de poder	• Electricidad Pura
• Sistema de Recuperación de Energía	• 30%
• Potencia del Cargador	• 6.6 kW
• Garantía de la Batería	• 8 años o 150000 km

**Figura 21***Registro de Datos*

### 4.2.3 Encendido del Vehículo

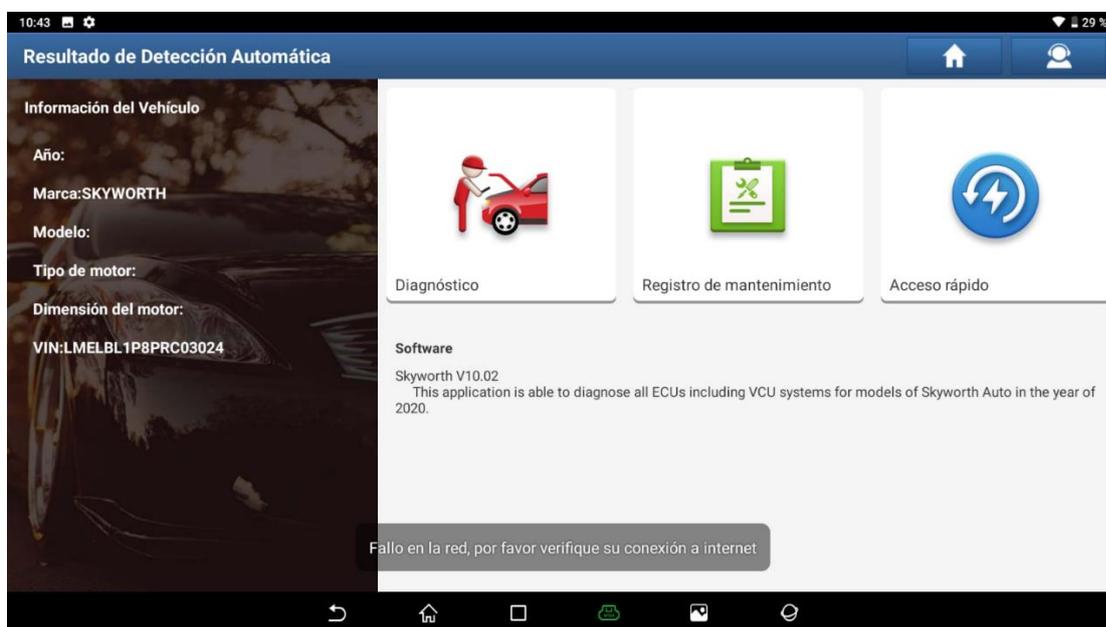
- Enciende el vehículo Skywell para que el sistema de gestión del motor y el sistema de alta tensión estén operativos.

### 4.2.4 Selección del Sistema y Protocolo

- En el menú del escáner Launch Pad VII (Figura 22), selecciona la opción para realizar diagnósticos específicos de alta tensión y batería.
- Selecciona el protocolo de comunicación adecuado para el vehículo eléctrico Skywell, que podría incluir CAN (Control Area Network) u otros protocolos utilizados para sistemas de alta tensión.

## Figura 22

### Detección Automática del Vehículo



Seleccionar el sistema y protocolo adecuados en un vehículo eléctrico Skywell (Figura 23) implica considerar varios aspectos clave relacionados con la gestión de energía, la eficiencia del vehículo y la interoperabilidad con las infraestructuras de carga disponibles. El BMS es fundamental para monitorizar y gestionar las baterías del vehículo eléctrico. Debe ser

capaz de optimizar la carga y descarga de las baterías para prolongar su vida útil y mejorar la eficiencia energética del vehículo.

**Figura 23**

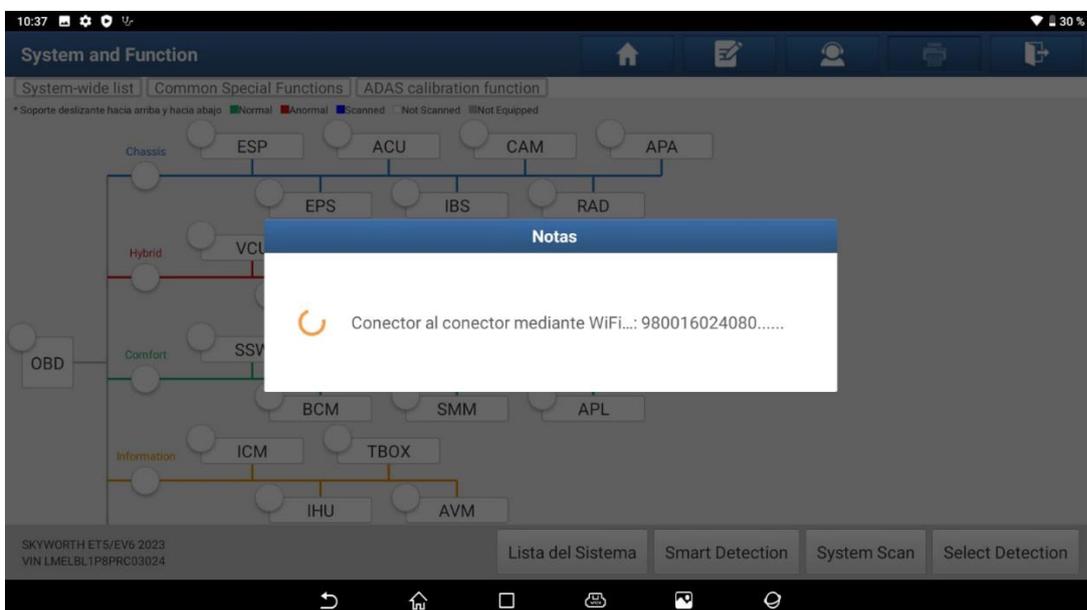
*Identificación Inteligente*



El estado de comunicación de todos los sistemas y el mapeo de topología permite verificar visualmente los DTC (Figura 24).

**Figura 24**

*Verificación del Sistema y Funciones*



#### 4.2.5 Escaneo y Diagnóstico

- Iniciar el escaneo del sistema de batería de alta tensión. El escáner Launch Pad VII realizará un análisis completo del estado de la batería, incluyendo la capacidad de carga, la tensión nominal, la resistencia interna, y otras características relevantes (Figura 25).
- Verifica que el escáner muestre lecturas precisas y actualizadas de los parámetros de la batería.

#### 4.2.6 Interpretación de los Resultados

- Revisar los resultados del escaneo en el escáner Launch Pad VII (Figura 26). Prestar atención a cualquier código de error, advertencia o anomalía detectada en el sistema de batería de alta tensión.
- Utilizar las funciones de diagnóstico avanzadas del escáner para obtener más detalles sobre problemas específicos, como celdas individuales defectuosas, desequilibrio de carga, o fallos en el sistema de gestión de la batería (Figura 27).

**Figura 25**

*Verificación del Flujo de Datos*

The screenshot shows the 'System and Function' diagnostic screen. At the top, there are navigation icons for home, list, user, print, and share. Below the navigation bar, there are tabs for 'System-wide list', 'Common Special Functions', and 'ADAS calibration function'. The main content is a table with the following data:

Component	Status	Action
VCU (Vehicle Control Unit)	1	Entrar
SSW (Shift Switch)	2	Entrar
BCM (Body Control Module)	2	Entrar
ICM (Instrument Cluster Module)	2	Entrar
BMS (Battery Management System)	Normal	Entrar
MCU (Motor Control Unit)	Normal	Entrar

At the bottom of the screen, there is a status bar with the text 'SKYWORTH ET5/EV6 2023 VIN LMELBL1P8PRC03024' on the left, and 'System Topology' and 'Pausa' buttons on the right. The Android navigation bar is visible at the very bottom.

**Figura 26***Flujo de Datos***Figura 27***Flujo de Datos de BMS*

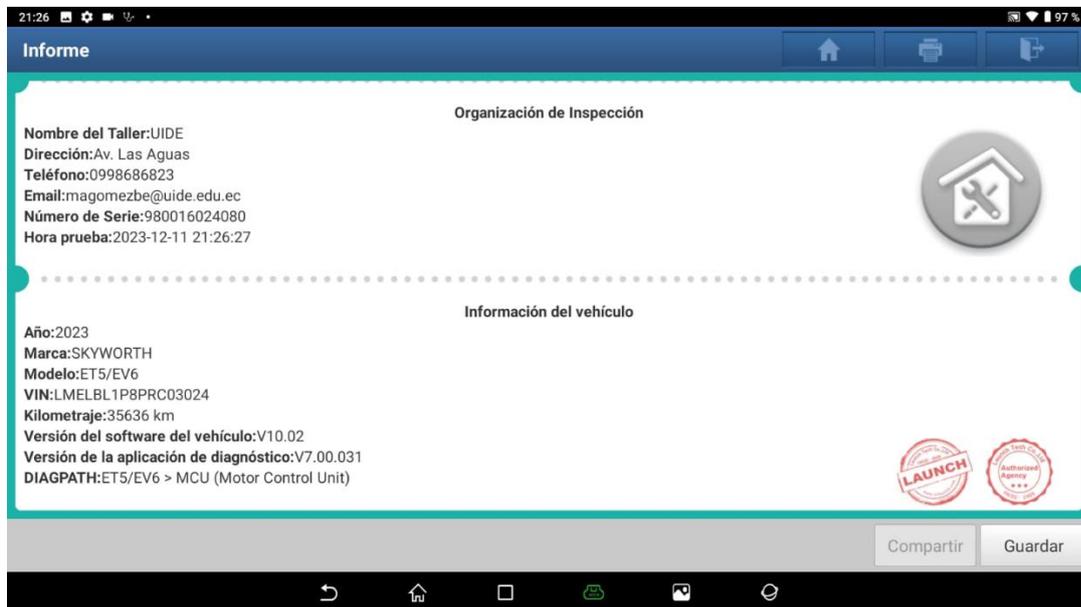
#### 4.2.7 Documentación y Reporte

- Documenta los resultados del diagnóstico en el escáner Launch Pad VII. Guardar cualquier dato relevante, como capturas de pantalla o informes generados por el escáner, para futuras referencias y análisis (Figura 28).

- Si es necesario, genera un informe detallado que incluya los problemas encontrados, las recomendaciones de reparación y cualquier otra información relevante para el mantenimiento del sistema de batería de alta tensión del Skywell.

**Figura 28**

*Informe de Resultados*



#### 4.2.8 Finalización del Proceso

- Una vez completado el diagnóstico y documentación, desconectar el escáner Launch Pad VII del vehículo Skywell.
- Apagar el vehículo y realiza cualquier acción recomendada según los resultados del escaneo.

Este proceso detallado permite utilizar de manera efectiva el escáner Launch Pad VII para diagnosticar y analizar el estado de las baterías de alta tensión en el vehículo eléctrico Skywell, asegurando un mantenimiento adecuado y una operación óptima del sistema de propulsión eléctrica.

## Conclusiones

Mientras que Ecuador enfrenta varios desafíos significativos en la adopción de vehículos eléctricos, hay un potencial considerable para superar estas barreras mediante políticas gubernamentales efectivas, inversión en infraestructura, y educación del consumidor. Con un enfoque estratégico y colaborativo, Ecuador puede avanzar hacia una movilidad más sostenible y reducir su dependencia de los combustibles fósiles, beneficiando tanto al medio ambiente como a la economía del país.

El análisis de las principales fallas del sistema de baterías de un vehículo eléctrico utilizando el escáner Launch Pad VII permite una evaluación precisa y detallada del estado y rendimiento de las baterías. Este proceso es fundamental para el mantenimiento y la longevidad del vehículo eléctrico, y ofrece múltiples beneficios como el diagnóstico preciso y la detección temprana de fallas.

Describir el proceso de verificación de las baterías de un vehículo eléctrico es crucial para garantizar su rendimiento, seguridad y longevidad. Mediante la realización de guías prácticas, se puede sistematizar este proceso y proporcionar a técnicos e ingenieros un enfoque estandarizado y eficiente para evaluar y mantener las baterías. Las guías prácticas deben incluir pasos detallados para cada aspecto de la verificación, desde la inspección visual y la medición de voltajes hasta la realización de pruebas de carga y descarga, y la utilización de equipos de diagnóstico avanzados.

### **Recomendaciones**

Para describir el proceso de verificación de las baterías de un vehículo eléctrico de manera clara y práctica, es fundamental estructurar la información de forma que sea comprensible y fácilmente aplicable.

Se debe asegurar de que el escáner Launch Pad VII esté siempre actualizado con el último software y base de datos de códigos DTC.

Se debe identificar las barreras técnicas (como la autonomía de los vehículos, disponibilidad de repuestos) y logísticas (como la falta de talleres especializados) que dificultan la adopción de vehículos eléctricos.

## Bibliografía

- Alvarado Pillajo, J. O. (2023). Análisis de la Influencia del Tipo de Neumático en el Consumo de Combustible Usando un Dispositivo Azuga.
- Cairns, E. J., & Albertus, P. (2010). Batteries for electric and hybrid-electric vehicles. *Annual review of chemical and biomolecular engineering*, 1, 299-320.
- Ding, N., Prasad, K., & Lie, T. T. (2017). The electric vehicle: a review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 9(1), 49-66.
- Guanín Sánchez, R. D. (2017). *Movilidad urbana: autos eléctricos en Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017).
- Kittner, N., Tsiropoulos, I., Tarvydas, D., Schmidt, O., Staffell, I., & Kammen, D. M. (2020). Electric vehicles. In *Technological Learning in the Transition to a Low-Carbon Energy System* (pp. 145-163). Academic Press.
- Mera Maldonado, L. A. (2020). *Análisis técnico para la implementación de estaciones de carga rápida para vehículos eléctricos en la provincia de Galápagos* (Bachelor's thesis, Quito, 2020.).
- Montiel Méndez, G. M. (2023). *Análisis de las ventas de vehículos eléctricos en Guayaquil* (Bachelor's thesis).
- Nilsson, M. (2011). Electric vehicles. *The Phenomenon of Range Anxiety*.
- Patel, N., Bhoi, A. K., Padmanaban, S., & Holm-Nielsen, J. B. (2021). *Electric Vehicles*. Springer Singapore, Singapore.
- Ramos Sarango, J. F. (2024). *Electromovilidad: Oportunidades y Condiciones para su desarrollo en el Ecuador: Análisis de la Normativa y Regulaciones necesarias para la Incorporación de la Electromovilidad* (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2024.).
- Vinicio, N. M. M., Alexandra, J. M. D., Mero, C. M. L., & Barrezueta, M. F. G. (2023). *Estimación del consumo de combustible en un vehículo Ford Explorer aplicando la*

*técnica Ecodriving en la ciudad de Guayaquil*. South Florida Journal of Development, 4(1), 520-535.

Xiong, R., Sun, W., Yu, Q., & Sun, F. (2020). Research progress, challenges and prospects of fault diagnosis on battery system of electric vehicles. *Applied Energy*, 279, 115855.

Zhang, X., Ross, P. N., Kostecki, R., Kong, F., Sloop, S., Kerr, J. B., ... & McLarnon, F. (2001). Diagnostic characterization of high power lithium-ion batteries for use in hybrid electric vehicles. *Journal of the electrochemical society*, 148(5), A463.

Zhao, J., & Burke, A. F. (2022). Electric vehicle batteries: Status and perspectives of data-driven diagnosis and prognosis. *Batteries*, 8(10), 142.

