



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**GENERACIÓN DE SUPERFICIES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO MEDIANTE PRUEBAS EXPERIMENTALES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: JUAN SEBASTIÁN SÁENZ ARIAS

ESTEBAN SEBASTIÁN WASHIMA ESPINOZA

TUTOR: ING. JUAN DIEGO VALLADOLID QUITOISACA, MSc.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Juan Sebastián Sáenz Arias con documento de identificación N° 0107379638 y Esteban Sebastián Washima Espinoza con documento de identificación N° 0106135999; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 19 de julio del 2023

Atentamente,



Juan Sebastián Sáenz Arias

0107379638



Esteban Sebastián Washima Espinoza

0106135999

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Juan Sebastián Sáenz Arias con documento de identificación N° 0107379638 y Esteban Sebastián Washima Espinoza con documento de identificación N° 0106135999, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Generación de superficies de eficiencia energética para un vehículo eléctrico mediante pruebas experimentales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 19 de julio del 2023

Atentamente,

Juan Sebastián Sáenz Arias

0107379638

Esteban Sebastián Washima Espinoza

0106135999

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Diego Valladolid Quitoisaca con documento de identificación N° 0104821210, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: GENERACIÓN DE SUPERFICIES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO MEDIANTE PRUEBAS EXPERIMENTALES, realizado por Juan Sebastián Sáenz Arias con documento de identificación N° 0107379638 y por Esteban Sebastián Washima Espinoza con documento de identificación N° 0106135999, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 19 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Juan Diego Valladolid Quitoisaca, MSc.

0103653457

DEDICATORIA

A mi familia, mi mayor fuente de amor y apoyo, les agradezco de todo corazón. Su presencia constante, aliento y sacrificios han sido fundamental para mí el día de hoy.

*Agradezco a mi hermano **Pablo** por siempre aportarme incondicionalmente, a mi hermanito **Josué** por siempre escucharme y apoyarme, a mis primos **David** y **Mateo** que siempre me han brindado su amor incondicional, a mis primos **Ricky** y **Santi** por ser parte en mi crecimiento. A mis tíos y abuelitos que han sido como madre y padre para mí, brindándome incondicionalmente su amor y paciencia, aunque no era su obligación.*

Gracias por creer en mí, por motivarme cuando las dudas aparecían y por celebrar cada logro a mi lado. No tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud hacia ustedes.

A todos aquellos que me han brindado palabras de aliento, consejos valiosos y aliento en los momentos de duda, les agradezco sinceramente.

Juan Sebastián Sáenz Arias

DEDICATORIA

*Este proyecto final lo dedico a mi ángel guardián mi amado abuelo **Antonio. R. Washima** que me cuida desde el cielo, a la persona que siempre creyó en mis destrezas cuando nadie más lo hacía, y también a mi amado padre **Antonio. M. Washima** que me ha brindado la protección y apoyo desde el primer día que nací.*

Esteban Sebastián Washima Espinoza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia y amigos los que han sido pieza fundamental para mí, agradezco a la universidad por formar mi educación, por la paciencia de muchos docentes, los cuales tienen la vocación de educación.

Mi familia fue la que siempre me apoyo sin ellos no sería nada, a mis padres los cuales me criaron de la mejor manera posible, me aceptaron y me amaron incondicionalmente, sé que en ellos puedo confiar.

*A mis tíos, **Fabian, Santiago** que han sido como mis padres, ellos fueron un apoyo incondicional, mis tías, **Katty, Diana** las que me apoyaron y me escucharon en mis peores y mejores momentos.*

*A mis abuelitos, **Flavio, Marlene y Charito** los que han sido los más amorosos y me apoyaron sin preguntar y sin esperar recibir nada a cambio.*

*A mis primos **Mateo, mi compadre, Davicho, Santi y mi ahijado Ricky**, que sería de mi sin ustedes... a mis hermanos **Pablo** que ha sido como un padre para mí, a **Josué** por apoyarme y escucharme...*

*Por último y más importante, mi mamá **Fabi** y mi papá **Fausto**, han sido pieza fundamental de mi educación, crianza, apoyo, escucha, cariño que nunca me faltó de niño, aprecio demasiado todo lo que he vivido que me ha formado lo que soy hoy.*

Los amo....

Gracias totales

Juan Sebastián Sáenz Arias

AGRADECIMIENTO

*Es mi deseo agradecer en primer lugar a mi amado padre **Antonio Washima** por apoyarme en su totalidad a lo largo de la carrera a pesar de los desperfectos y obstáculos que se han presentado. Gracias Te amo.*

*A mi tía **Rocío E** y **Emilio C** por incitarme al mundo automotriz y apoyarme desde pequeño como padres, alegrándose por cada uno de mis logros a lo largo del tiempo.*

*A mi tío **Felipe W** que ha sido un hermano mayor y un ejemplo en mi vida para hacer las cosas bien, a mi abuela **Rosa Z** por ser una madre y enseñarme los valores de una persona humilde y a mi abuelo **Antonio R. W** por brindarme el apoyo y sobre todo por darme esta inspiración tan grande de salir adelante frente a cualquier adversidad.*

Y por último, quiero agradecerme a mí mismo por ser una persona que no se ha rendido pese a todas las puertas cerradas de la vida, sabiendo levantarse una y otra vez.

Esteban Sebastián Washima Espinoza

RESUMEN

En este proyecto técnico se centra en analizar las pérdidas en la cadena energética de los vehículos eléctricos (VE) y aborda la falta de estudios relacionados y el escaso conocimiento de la población sobre el funcionamiento y uso de los VE.

Se realizó toma de datos de manera experimental, mediante el uso del software EmoLab, y el uso del banco dinamométrico, esto nos permitió realizar la comparativa y calcular el porcentaje de pérdida desde la potencia que entrega la batería y la potencia entregada por la rueda al banco dinamométrico. De esta manera podremos asegurar que tan eficiente es un VE con respecto a un vehículo con motor a gasolina.

Los datos tabulados fueron de manera cuantitativos son un proceso a través del cual se pueden recopilar y registrar datos numéricos, esto con el fin de poder generar superficies de eficiencia las cuales nos permitan mapear la curva del Kia Soul EV 2016.

Se busca con la eficiencia energética se refiere a la capacidad de utilizar la energía de manera eficiente, reduciendo la cantidad necesaria para realizar una tarea o proceso, esto implica maximizar el uso de la energía disponible para lograr los mismos resultados o mejorarlos.

Se concluye que el Kia Soul VE 2016, es un vehículo eficiente llegando al 60% de tras 7 años de uso, dando como resultado mejores datos que un vehículo similar con la mismo desgaste en años.

Palabras Claves: pérdidas energéticas, eficiencia, vehículo eléctrico, potencia.

ABSTRACT

This technical project focuses on analyzing the losses in the energy chain of electric vehicles (EVs) and addresses the lack of related studies and the poor knowledge of the population about the operation and use of EVs.

Data collection was carried out experimentally, using the EmoLab software, and the use of the dynamometric bench, this allowed us to make the comparison and calculate the percentage of loss from the power delivered by the battery and the power delivered by the wheel to the dynamometric bench. In this way, we can ensure how efficient an EV is with respect to a vehicle with a gasoline engine.

The tabulated data were quantitative, they are a process through which numerical data can be collected and recorded, to be able to generate efficiency surfaces that allow us to map the 2016 Kia Soul EV curve.

Energy efficiency refers to the ability to use energy efficiently, reducing the amount needed to perform a task or process. This implies maximizing the use of available energy to achieve the same results or improve quality of life without increasing consumption. It is achieved through energy efficient techniques and practices.

It is concluded that the Kia Soul VE 2016 is an efficient vehicle reaching 60% after 7 years of use, resulting in better data than a similar vehicle with the same wear in years.

Keywords: energy losses, efficiency, electric vehicle, power.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	16
2. PROBLEMA	17
3. OBJETIVOS.....	21
4.CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	22
4.1. Recopilación Bibliográfica	22
4.2. Movilidad eléctrica en Latinoamérica y su influencia en Ecuador	24
4.3. Eficiencia Energética Global	26
4.4. Vehículo Eléctrico	28
4.5. Partes del vehículo eléctrico	30
4.6. Motor eléctrico.....	32
4.7. Inversor	35
4.8. Potencia.....	36
4.9. Potencia en rueda	36
4.10. Fuerzas Resistivas.....	38
4.11. Cálculo de la potencia.....	40
4.12. Eficiencia	42
4.13. Tipo de pérdidas energéticas en los vehículos	42

5. CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	47
5.1. Introducción	47
5.2. Especificaciones del vehículo	48
5.3. Banco Dinamométrico	48
5.4. Software EMoLab.....	51
5.5. Tipos de trayectoria	53
5.6. Evaluación de eficiencia	53
5.7. Condiciones para el uso del banco Dinamométrico	54
5.8. Diagrama de flujo de la metodología.....	54
5.9. Recopilación de datos	56
5.10. Pasos para la utilización del banco dinamométrico	57
5.11. Pasos para la utilización del EmoLab	61
5.12. Pasos para la definir variables de superficies en MatLab	64
5.13. Tabulación de variables	66
6. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS	70
6.1. Introducción	70
6.2. Análisis estadístico	70
6.3. Tablas de datos obtenidos	72
6.4. Gráficas obtenidas de potencia	74
6.5. Gráficas de eficiencia y pérdidas.	76
7. CONCLUSIONES	77
8. RECOMENDACIONES.....	90
9. BIBLIOGRAFÍA	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	20
Figura 2.....	26
Figura 3.....	33
Figura 4.....	36
Figura 5.....	41
Figura 6.....	47
Figura 7.....	48
Figura 8.....	49
Figura 9.....	50
Figura 10.....	52
Figura 11.....	55
Figura 12.....	58
Figura 13.....	59
Figura 14.....	59
Figura 15.....	60
Figura 16.....	60
Figura 17.....	61
Figura 18.....	62
Figura 19.....	63
Figura 20.....	63
Figura 21.....	64
Figura 22.....	66
Figura 23.....	68
Figura 24.....	69
Figura 25.....	70
Figura 26.....	74
Figura 27.....	75
Figura 28.....	76
Figura 29.....	77
Figura 30.....	78
Figura 31.....	79
Figura 32.....	79
Figura 33.....	80
Figura 34.....	81
Figura 35.....	82
Figura 36.....	83
Figura 37.....	83
Figura 38.....	84
Figura 39.....	85
Figura 40.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones del Kia Soul 2016.....	48
Tabla 2. Especificaciones de MAHA LPS 3000.....	50
Tabla 3. Características del MAHA LPS 3000.....	50
Tabla 4. Ejemplo de datos de EmoLab en Excel.	52
Tabla 5. Variables del vehículo Kia Soul VE.	64
Tabla 6. Ejemplo de variables para la generación de superficie de eficiencia.....	66
Tabla 7. Condiciones para la prueba experimental.	72
Tabla 8. Variables definidas para el análisis energético de la Prueba 1.....	73
Tabla 9. Variables definidas para el análisis energético de la prueba 2.....	73

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Potencia.....	36
Ecuación 2. Potencia en rueda.	37
Ecuación 3. Conversión de la potencia a R.P.M.....	37
Ecuación 4. Potencia en función a las R.P.M.	37
Ecuación 5. Fuerza aerodinámica.	38
Ecuación 6. Fuerza de la rodadura.....	39
Ecuación 7. Fuerza gravitatoria.	39
Ecuación 8. Potencia en un motor eléctrico.....	40
Ecuación 9. Potencia en la batería VE.....	40
Ecuación 10. Velocidad angular.	41
Ecuación 11. Torque en el eje.....	42
Ecuación 12. Eficiencia energética.....	42
Ecuación 13. Pérdida de fricción.....	45
Ecuación 14. Pérdida en el inversor.....	45

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto trata del análisis energético del tren de tracción de un vehículo eléctrico de marca KIA SOUL, enfocándose en las pérdidas energéticas que existe desde el punto de origen que es la batería de alta tensión hasta el punto de salida que son las ruedas motrices del mismo.

Para demostrar este fenómeno se corroborará las pérdidas mediante la obtención de datos de la potencia de dichos elementos por medio del banco dinamométrico, así como también mediante el software EmoLab pertenecientes a la Universidad Politécnica Salesiana. Con la finalidad de crear superficies de eficiencia energética a través del software MATLAB Simulink identificando los puntos imponderables y adversos de eficiencia en el instante de funcionamiento.

2. PROBLEMA

Esta investigación se enfoca en el análisis de pérdidas que existen en la cadena energética del vehículo eléctrico (VE), conjuntamente contempla la falta de estudios relacionados, el poco conocimiento de la población sobre el funcionamiento y utilización de los VE. Los gases de efecto invernadero y el tema energético son la principal causa del calentamiento global, el principal objetivo de las Naciones Unidas (NU) es limitar el incremento de temperatura a 1,5 °C, reduciendo significativamente las emisiones contaminantes de procesos preindustriales, con la finalidad de prevenir riesgos para la salud y efectos arduos del cambio climático para el planeta. (Naciones Unidas, 2015).

Sin embargo, de la falta de aporte e información experimental de la eficiencia energética del tren de potencia real de un vehículo eléctrico al momento de operar, nace la problemática del proyecto para conocer las pérdidas que existen en la cadena energética, estos componentes tienen como desafío generar un mayor par de torsión y velocidad de las rotaciones por medio de los motores eléctricos.

Para ello el análisis experimental de eficiencia energética, la misma que se entiende por “la decadencia de energía que existe para amortizar la demanda, sin influir su calidad” (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008), es clave para analizar los diferentes puntos donde existe el gasto total de energía en este proceso. Cabe destacar que “un vehículo eléctrico consume 70-90% menos de energía que un motor a combustión interna” (Kampman, 2010). Por consiguiente, el incentivo al uso de estos nuevos tipos de automóviles sobre todo en Latinoamérica es sumamente importante, ya que se coadyuva con el medio ambiente y en la mejora de la calidad de aire para nuestra nación.

2.1. Antecedentes

El campo automotriz ha incrementado el interés hacia nuevas tecnologías de movilidad y se ha visto obligado a migrar a vehículos eléctricos e híbridos, esto ha impulsado que los fabricantes del parque automotor inviertan grandes cantidades de presupuesto para la investigación, innovación y evolución de la movilidad eléctrica hacia una Movilidad Sostenible. (MOVE, 2019)

En los últimos años se ha puesto énfasis a la implementación de medidas que favorezcan al medio ambiente, por ello se ha aplicado instrumentos jurídicos internacionales para mantener un control y procurar dar solución al aumento de temperatura en la atmosfera, esta investigación coopera con los Objetivos Globales (ODS) de las NU que protegen el bienestar de la sociedad y del planeta por consiguiente, la energía es la clave, la correcta efectividad de las políticas podría permitir que el planeta alcance más del 40% de los cortes de emisión necesarios para alcanzar las metas climáticas a través de recursos renovables (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2023).

De la misma forma la implementación de este tipo de vehículos en Latinoamérica cada vez es más exuberante, y la falta de comprensión de su funcionamiento por parte de los usuarios es un acontecimiento comprobado. Por ello es significativo aportar con el análisis energético que existen en este tipo de coches eléctricos, dado que la potencia real en las ruedas no es la misma que suministra la batería, al igual que el motor eléctrico debido a que existen pérdidas energéticas en el transcurso del tren de tracción ya sea por fricción, en la transmisión mecánica, en el inversor o por pérdidas de elementos químicos como el Hierro y el Cobre.

2.2. Importancia y Alcances

El beneficio a la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, con el aporte al análisis energético del tren de tracción de un vehículo eléctrico; con la finalidad de elaborar mapas de eficiencia los cuales permitirán identificar los puntos máximos de eficiencia y de la igual manera los puntos adversos.

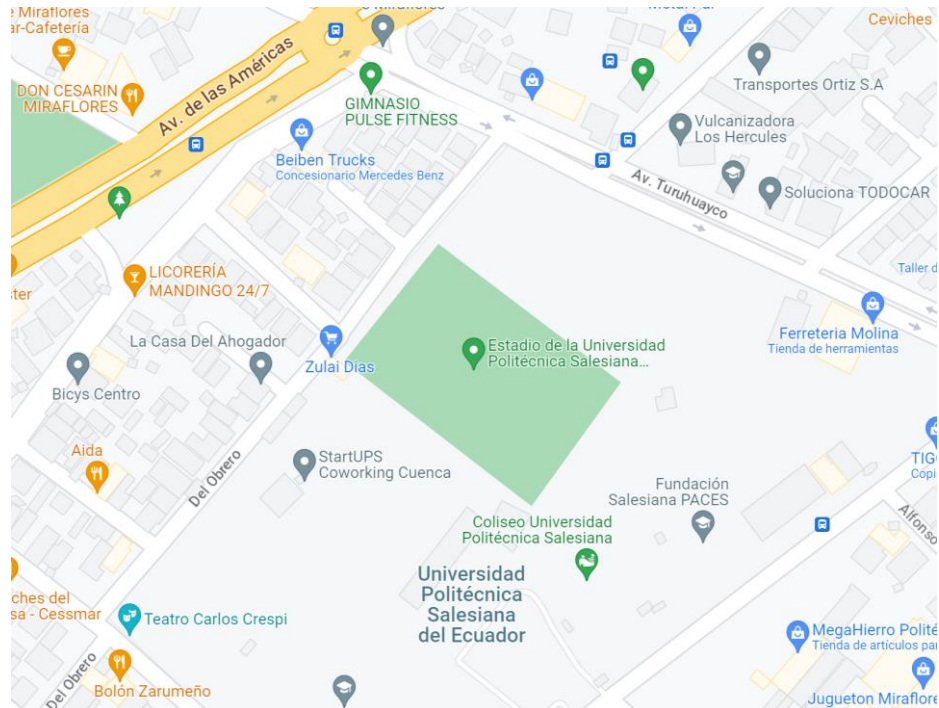
En el presente proyecto se pretende aportar con el análisis de la eficiencia energética e información experimental en el sistema de tracción del vehículo eléctrico con el objetivo de generar oportunidades de optimización mediante áreas de superficie para investigaciones futuras. Principalmente analizando las pérdidas energéticas que poseen los principales sistemas que van en secuencia del automóvil eléctrico.

2.3. Delimitación

La presente investigación, se llevará a cabo en la Ciudad de Cuenca perteneciente a la Provincia del Azuay, localizada al sur del Ecuador, la misma que posee una altitud de 2500 msnm con una extensión de 70.59km² y con una población aproximada de 580000 habitantes hasta el año 2023.

Figura 1

Ubicación de la ciudad de Cuenca



Fuente: Google Maps.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Generar superficies de eficiencia energética mediante el análisis experimental de un vehículo eléctrico.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis del estado del arte referente a la eficiencia energética del tren de potencia del vehículo eléctrico.
- Establecer una metodología adecuada para el análisis de la cadena energética del VE Kia Soul 2016.
- Analizar los resultados obtenidos por medio de la eficiencia energética tomando en cuenta los puntos óptimos y adversos de funcionamiento del vehículo eléctrico.

4.CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

4.1. Recopilación Bibliográfica

El presente capítulo se enfoca en la recopilación bibliográfica del estado del arte, el mismo que relaciona la eficiencia energética del vehículo eléctrico mediante la generación de superficies para el análisis experimental con varios artículos y proyectos técnicos desarrollados por varios autores tanto nacionales como internacionales.

Según, (Valladolid, J. D., Albarado, R., Mallahuari, D., & Patino, D., 2020) con el artículo titulado “Experimental Performance Evaluation of Electric Vehicles (EV) Based on Analysis of Power and Torque Losses” realizada en Ecuador. Los autores efectuaron una metodología para el análisis de eficiencia energética en vehículos eléctricos (VE) con el objetivo de hallar un procedimiento para la medición de la distribución de pérdidas que existen en la cadena energética del VE, generando curvas de potencia para los diferentes sistemas como son: el inversor, la transmisión mecánica y el motor eléctrico. Como resultado de la experimentación se obtiene que el inversor es altamente eficiente y posee un 94,4%, en el par la eficiencia alcanza un valor máximo de 86,8% y luego tiende a disminuir, mientras que en la transmisión mecánica alcanza un valor de 93%. Como conclusión se analiza los datos experimentales y relaciones matemáticas dando como resultado que la transmisión mecánica y la eficiencia de par incrementa en función de la velocidad hasta alcanzar puntos máximos de eficiencia para posteriormente decrecer, por otro lado, la eficiencia del inversor es máxima y a medida que la velocidad aumenta, la misma disminuye. El presente artículo genera oportunidades para establecer estrategias de optimización a partir de las curvas de eficiencia.

Según (Reyes, 2018) se realizó un análisis experimental de la incidencia de la pendiente en la autonomía del vehículo eléctrico, basado en la tesis en la Universidad de Ciencias y

Artes de Chiapas, en donde se indica el avance de un VE con sistema fotovoltaico. En la que se extrae valores que posteriormente sirvieron para generar graficas reales de potencia - tiempo, voltaje - tiempo.

De acuerdo con Armijos, y Gómez “Análisis de consumo energético del vehículo eléctrico Kia Soul por calefacción y audio en la ciudad de Cuenca” se basan en lo planteado por (Kreuzer, Fabian; Wilmsmeier, Gordon, 2014) Según Fabian Maximilian Creutzer, la movilidad se refiere al movimiento de materiales, personas e información a través del espacio. Además, se implementa por varios medios y componentes de tal manera que se puede distinguir por su definición, significado y propiedades. Está determinado por la distancia recorrida y el volumen de tráfico, por consiguiente, el tráfico de pasajeros se mide en pasajeros kilómetro y la carga y material en toneladas/km.

(Adrián Sigüenza, Jonathan Guamán, Milton Lojano, 2022) desarrollaron el proyecto de titulación sobre el análisis comparativo de costos operativos entre un EV y HEV, realizado en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Los autores ejecutaron un análisis comparativo de los costos entre un HEV y un EV de las marcas: “Toyota Prius” y “Kia Soul” respectivamente. El principal objetivo del proyecto es llevar a cabo el estudio experimental de los costos operativos de los mismos con la finalidad de medir los beneficios e inconvenientes que producen al momento de operar, se instauró criterios de ruta de movilidad para definir variables como: el consumo de combustible, la energía eléctrica, costo de mantenimientos y pagos de legislación. Se llego a la conclusión de que el vehículo hibrido es un 19,7% por kilómetro recorrido, más factible económicamente que el VE. Por otro lado, el vehículo eléctrico presenta beneficios económicos en costos energéticos y mantenimientos preventivos.

(Valladolid J. D., Maurad J. C., Armijos E. M., 2018) tienen como proyecto generar un estudio específico acerca del VE lo que involucra su funcionamiento, sus características, su historia y sus componentes que lo conforman. Con el objetivo de conocer las partes del vehículo para ejecutar la medición de voltaje de estos que dispongan, de igual forma conocer sus sistemas tanto: eléctricos, mecánicos y electrónicos, definiendo su función y elaborando gráficos de la distribución del sistema del circuito de alto voltaje. Llegando a la conclusión que componentes sumamente importantes como es el motor eléctrico posee una potencia máxima de 81,3 kW y un torque máximo de 285 Nm, por otro lado, el control de balance del estado de carga (SOC) de la batería es calculado por el BMS tomando en cuenta que: si es inferior al 2,4% o superior al 95%, se requiere que el Vehicle Control Unit limite la recarga o descarga.

de la batería es calculado por el BMS tomando en cuenta que: si es inferior al 2,4% o superior al 95%, se requiere que el Vehicle Control Unit limite la recarga o descarga.

4.2. Movilidad eléctrica en Latinoamérica y su influencia en Ecuador

La contaminación representa un impacto perjudicial en la salud pública, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) alrededor de 850.000 fallecidos en las Américas son a causa de factores ambientales.

En los últimos años América Latina ha demostrado un interés significativo en cuanto al desafío de mejorar la calidad del aire, teniendo en cuenta que la contaminación de la atmósfera surge del transporte, existe la forma de desafiar este problema a través de la movilidad eléctrica y de esta forma contribuir a una mejor calidad del aire, así como minimizar los costos en salud pública.

En el año 2020 durante la pandemia de COVID-19 se vio afectada drásticamente la movilidad de la población debido a la restricción vehicular, esto produjo cambios positivos

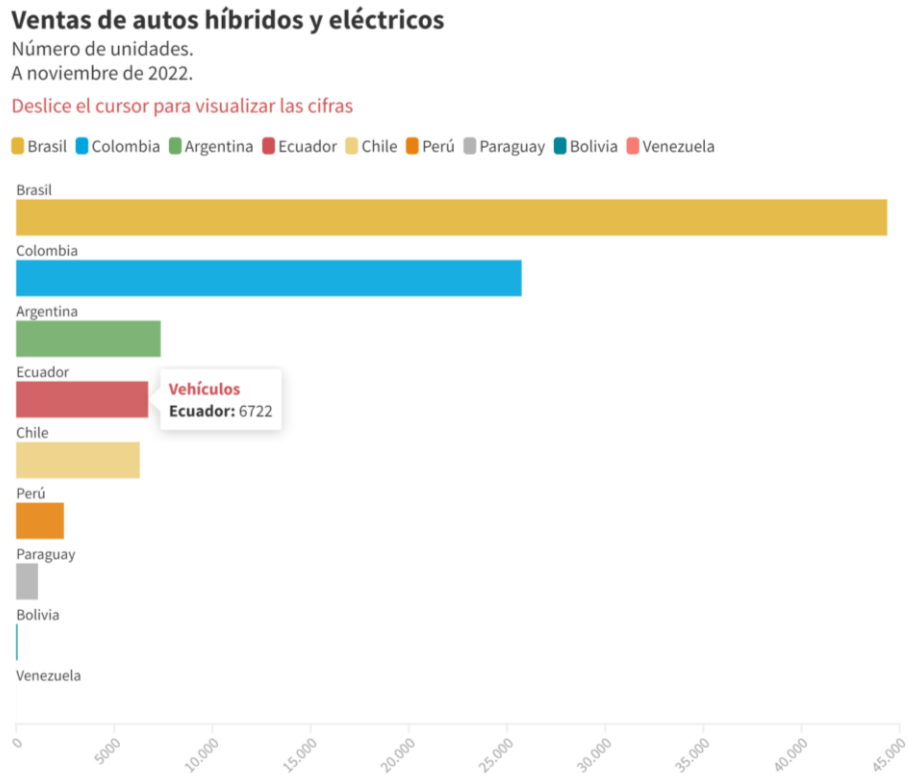
en la capa de ozono debido a la reducción de los niveles de contaminación, evidenciando los efectos perjudiciales del transporte en la calidad del aire, de tal manera es importante fomentar el uso de vehículos eléctricos que impulsen a la lucha contra el cambio climático. (ONU, 2022)

Ecuador no se ha quedado atrás, en la ciudad de Loja existen 50 taxis eléctricos operando en la agencia EcoTaxi, de los cuales 35 son BYD. Por otro lado, están los autobuses eléctricos en la ciudad de Quito que iniciaron con pruebas piloto en el 2018, con el fin de sustituir a los autobuses a Diesel. En la actualidad el país cuenta con más de 240 vehículos eléctricos y las ventas han tenido un crecimiento notable.

Según la Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana (CINAE), en la venta de automóviles híbridos y eléctricos Ecuador batió un récord en el año 2022, siendo el cuarto país luego de Brasil, Colombia y Argentina con mayores ventas, llevando a un total de 438 autos eléctricos, teniendo un crecimiento notable en cuanto al 2021. (Tapia, E., 2023)

Figura 2.

Ventas en Latinoamérica.



Fuente: PRIMICIAS.

4.3. Eficiencia Energética Global

La eficiencia energética hace referencia a la capacidad de optimizar el consumo energético al llevar a cabo una actividad o proceso utilizando la mínima cantidad de recursos, con el objetivo de crear un ahorro de energía evitando pérdidas en el transcurso.

Esto se puede lograr mediante la implementación de técnicas y prácticas más eficientes desde el punto de vista energético. La eficiencia energética se ha convertido en los últimos años en una prioridad mundial, impulsada por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la sostenibilidad. En este contexto, se está avanzando considerablemente en diversas áreas para mejorar la eficiencia energética.

Además, la integración de tecnologías de automatización y utilización y el análisis de datos avanzados permiten una gestión energética más inteligente y eficiente, lo que promete impulsar aún más la eficiencia energética en el futuro.

Los últimos avances en eficiencia energética en automoción se desarrollan y mejoran constantemente gracias a la introducción de nuevas tecnologías y estrategias para reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes. (Blázquez, Jorge; Moreno, Jose, 2008)

Las tecnologías más destacadas incluyen:

- Neumáticos de baja resistencia al rodamiento: los neumáticos de baja resistencia al rodamiento son una tecnología diseñada para reducir la fricción entre el neumático y la carretera, lo que reduce la energía necesaria para mover el vehículo.
- Aerodinámica mejorada: el diseño aerodinámico de un vehículo es un factor clave en la eficiencia energética, en consecuencia, reduce la resistencia y mejora la eficiencia del combustible. Las empresas automotrices utilizan herramientas de simulación y pruebas de túnel de viento para mejorar los diseños de sus vehículos.
- Híbridos y eléctricos: los vehículos híbridos y eléctricos son cada vez más populares porque ofrecen una mayor eficiencia energética y cero emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos eléctricos. Estos vehículos utilizan baterías de alta capacidad y sistemas de administración de energía para optimizar la eficiencia energética.
- Motores más eficientes: los motores de combustión interna se mejoran constantemente para aumentar la eficiencia y reducir el consumo de combustible, esto se logra mediante la introducción de sistemas de inyección directa de combustible, turbocompresores, sistemas de gestión del motor más avanzados y más.

4.4. Vehículo Eléctrico

Se comprende por vehículo eléctrico aquel que vehículo que se basa su propulsión en un motor eléctrico, estos son cada vez más populares como alternativa a los coches convencionales que funcionan con combustibles fósiles. Estos vehículos utilizan motores eléctricos alimentados por baterías recargables en lugar de motores de combustión interna. A medida que la tecnología de los automóviles eléctricos sigue avanzando, su uso se ha extendido por todo el mundo y se considera una opción más sostenible y energéticamente eficiente.

Una de las mayores ventajas de los coches eléctricos es que son más eficientes que los coches que funcionan con combustibles fósiles, pues la electricidad es mucho más eficiente que un motor de combustión interna, lo que significa que los coches eléctricos pueden llegar más lejos con la misma cantidad de energía. (Song, y otros, 2012) Además, los coches eléctricos no emiten dióxido de carbono y son una solución más ecológica. Otra de las ventajas de los coches eléctricos es que son mucho más silenciosos que los de gasolina o diésel. Esto no solo es bueno para el medio ambiente, sino que también reduce la contaminación acústica en las ciudades y reduce el estrés y la fatiga de los conductores. Sin embargo, el uso de coches eléctricos también presenta algunos problemas.

Uno de los principales desafíos es la falta de infraestructura de carga, aunque es posible cargar un coche eléctrico desde un enchufe normal, una carga completa puede tardar varias horas. Los conductores de vehículos eléctricos necesitan acceso a una red de estaciones de carga rápida, lo que puede resultar costoso y llevar mucho tiempo.

Otro gran desafío es el precio de los autos eléctricos. Aunque los costes han bajado en los últimos años, los coches eléctricos siguen siendo más caros que los coches convencionales. La duración de la batería también es un factor importante, por lo que

reemplazar las baterías puede ser costoso. En conclusión, los vehículos eléctricos son una alternativa prometedora a los vehículos convencionales con motor de combustión interna.

A medida que la tecnología continúe mejorando y los costos bajen, es probable que veamos un aumento en el uso de vehículos eléctricos en el futuro. Sin embargo, se necesitan esfuerzos para mejorar la infraestructura de carga y reducir los costos para que los vehículos eléctricos sean una opción viable para una gama más amplia de conductores.

Según historiadores, la historia del vehículo eléctrico se remonta a más de 150 años atrás, cuando en la década de 1830, el inventor escocés Robert Anderson creó una batería eléctrica que se utilizó en vehículos experimentales. Sin embargo, el primer vehículo eléctrico comercialmente viable no se desarrolló hasta finales del siglo XIX. (Basco, 2018)

En 1891, el ingeniero estadounidense William Morrison creó un vehículo eléctrico con capacidad para transportar a seis personas. Poco después, la compañía de automóviles Studebaker produjo su primer coche eléctrico en 1902. En la misma década, la compañía de neumáticos Firestone comenzó a desarrollar baterías de plomo-ácido para vehículos eléctricos.

Durante los años 1910 y 1920, los vehículos eléctricos eran populares entre los consumidores, especialmente entre las mujeres, debido a su facilidad de conducción y bajo mantenimiento. De hecho, en 1912, el 38% de los coches en las carreteras de los Estados Unidos eran eléctricos. Sin embargo, con la producción en masa de automóviles con motores de combustión interna y la mejora de las carreteras, los vehículos eléctricos perdieron popularidad.

En la década de 1960, la crisis del petróleo y las preocupaciones por la contaminación del aire renovaron el interés en los vehículos eléctricos. Varias compañías comenzaron a

producir vehículos eléctricos experimentales, incluyendo el General Motors EV1 y el Toyota RAV4 EV.

En la década de 1990, California se convirtió en el primer estado de los Estados Unidos en exigir que los fabricantes de automóviles produjeran una cierta cantidad de vehículos de emisiones cero, lo que llevó a una mayor producción de vehículos eléctricos.

En la década de 2000, la producción de vehículos eléctricos se reanudó con fuerza. El Toyota Prius, un híbrido eléctrico-gasolina, se convirtió en un éxito de ventas en todo el mundo, y otros fabricantes comenzaron a desarrollar vehículos eléctricos híbridos y completamente eléctricos. En 2008, Tesla Motors lanzó su primer vehículo eléctrico, el Roadster. El Roadster fue un gran éxito y estableció a Tesla como uno de los líderes en la producción de vehículos eléctricos.

En los últimos años, la popularidad de los vehículos eléctricos ha aumentado significativamente. En 2018, se vendieron más de 2 millones de vehículos eléctricos en todo el mundo, y se espera que esa cifra aumente a medida que los fabricantes de automóviles introduzcan más modelos y la tecnología de baterías mejore. (Muller, 2019)

4.5. Partes del vehículo eléctrico

Bloque de conexiones de alto voltaje: Suministra la energía a partir de la batería de alto voltaje hasta el inversor, al LDC, al compresor del aire acondicionado y al calefactor PTC. Es una parte importante del sistema de propulsión eléctrico. Este bloque de conexiones es responsable de proporcionar energía de alta tensión desde la batería al motor eléctrico y otros componentes del vehículo que requieren energía eléctrica de alta potencia.

Cargador de a boro: convierte la entrada de corriente alterna (CA) en corriente continua (CC) según lo requiera la batería. Es similar a un cargador de teléfono móvil, pero admite una capacidad y un voltaje mucho mayores.

LCD: Transformador CC/CC de baja potencia: batería adicional de 12 V. (Hyundai, 2017)

Engranaje reductor: El conjunto de cremallera consta de dos engranajes que engranan entre sí, un engranaje pequeño (que ataca desde la caja de cambios/eje de transmisión) y un segundo engranaje grande llamado corona (debido a su parecido, recibe movimiento hacia las ruedas). (Alvarado, 2020)

Batería de alto voltaje: La energía almacenada sólo se utilizará para la conducción. Los vehículos eléctricos tienen baterías tradicionales de 12 voltios, como los autos térmicos, para alimentar sistemas auxiliares como aire acondicionado, iluminación y más. (Murias, 2020)

Batería 12 V: Una batería de 12 voltios es una batería que tiene una tensión nominal de 12 voltios. Estas baterías se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como en automóviles, barcos, motocicletas, pueden ser de varios tipos, incluyendo baterías de plomo-ácido, baterías de iones de litio y baterías de níquel-metal hidruro. La capacidad de la batería se mide en amperios-hora (Ah) y determina cuánta energía puede almacenar la batería.

Transmisión: La mayoría de los vehículos eléctricos tienen una transmisión de una sola velocidad. Esto se debe a que el motor eléctrico siempre entrega el par máximo. Los vehículos eléctricos no necesitan una transmisión compleja como los vehículos de combustión interna, lo que simplifica su diseño y reduce los costos de mantenimiento.

4.6. Motor eléctrico

Indudablemente, el motor eléctrico es uno de los elementos fundamentales que contribuyen significativamente al impulso del vehículo eléctrico. Su función radica en transformar la energía mecánica en energía eléctrica que permite proporcionar el par y la potencia necesarios para satisfacer las exigencias de carga y pendiente del vehículo. (Julio & Edin, 2018)

A continuación, se presenta los tipos de motores según su alimentación:

4.6.1. Motor síncrono de imanes permanentes

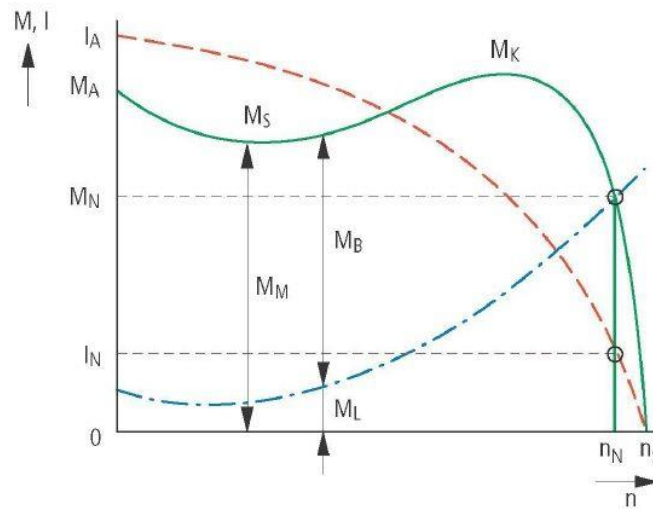
El motor síncrono de imanes permanentes (PM) es un tipo de motor que utiliza imanes permanentes en el rotor en lugar de devanados de campo como en los motores síncronos convencionales. En este caso el vehículo base para esta investigación posee este tipo de motor por lo que es fundamental identificar su curva característica de funcionamiento.

La curva característica de un motor síncrono de imanes permanentes representa la relación entre el par de salida del motor y la corriente de entrada del estator.

Los motores eléctricos al igual que los motores a combustión, tienen una curva característica de funcionamiento, esta se ve afectada por el torque, el voltaje, intensidad, par de carga entre otras que se muestran en la imagen a continuación.

Figura 3.

Curva característica de un motor asíncrono.



Curva característica del arranque de un motor trifásico asíncrono.

- I_A = Intensidad de arranque.
- I_N = Intensidad nominal en el punto de trabajo
- M_A = Par de arranque
- M_B = Par de aceleración ($M_M > M_L$)
- M_K = Máximo valor del par
- M_L = Par de la carga
- M_M = Par del motor (punto de trabajo)
- M_N = Par nominal de la carga
- n = Velocidad (valor actual)
- n_N = Velocidad nominal en el punto de trabajo
- n_S = Velocidad de sincronización
($n_S - n_N$ = Velocidad de deslizamiento)

Fuente: Eatonelectric.

En general, la curva característica de un motor síncrono de imanes permanentes se puede dividir en tres regiones:

- **Zona de arranque:** al arrancar el motor, se requiere corriente de arranque para crear un campo magnético en el estator y sincronizar el rotor con el campo magnético giratorio. La curva muestra que el par de salida en esta región es cero porque el motor no ha alcanzado la velocidad síncrona.
- **Rango de funcionamiento normal:** cuando el motor alcanza la velocidad síncrona, la curva muestra una relación lineal entre el par de salida y la corriente de entrada, lo cual, significa que a medida que aumenta la corriente de entrada, el par de salida

del motor aumenta proporcionalmente. En este rango, el motor funciona de manera eficiente con una relación constante de corriente a par.

- **Zona de saturación:** si se aplica una corriente de entrada excesiva, la curva característica puede mostrar signos de saturación, esto sucede cuando el flujo magnético dentro del motor alcanza su límite máximo y la corriente de entrada adicional no resulta en un aumento proporcional en el par de salida. Se debe tener cuidado en esta área para evitar daños al motor debido a la saturación magnética.

4.6.2. Motor Asíncrono

Es el tipo más antiguo (finales del siglo XIX) y el más utilizado en la industria (alrededor del 80% de los motores eléctricos de este tipo), debido a su solidez, escaso mantenimiento y bajo costo. Su confiabilidad, bajo mantenimiento y bajo costo. Consta de un estator, un rotor y un entrehierro, y actualmente va acompañado de un convertidor electrónico.

4.6.3. Motor de flujo axial

Estos motores son del tipo Imanes permanentes por sus siglas en inglés de Permanent Magnet Synchronous Propeller (PMSM), pero están integrados directamente en las ruedas, facilitando el movimiento entre éstas y el motor y optimizando el espacio del vehículo. El secreto de estos motivos es el mayor uso de cobre, por lo que la energía extraída de la batería tiene una eficiencia superior al 90%. Se caracterizan por una alta densidad energética, gracias a la cual pueden producir gran potencia con muy poco peso. Sin embargo, las tensiones radiales en estos motores son notables y esperadas de desarrollar.

4.6.4. Motor de corriente continua sin escobillas

Este motor síncrono, similar al PMSM. Los imanes se encuentran en el rotor y los devanados en el estator, y como no lleva cepillo se convierte electrónicamente y genera menos calor.

Su operación es simple, siempre que cada fase del estator en serie se sincronice con el movimiento del rotor, logrando una eficiencia cercana al 90%.

Pero la alimentación de CC simplifica la electrónica, ya que no requiere un convertidor de CC a CA y es fácil de mantener, se requerirá un sistema de detección de posición del rotor. (Garcia, 2019)

4.6.5. Motor de reluctancia conmutada

Es de tipo escalonado y se basa en una reluctancia variable (flujo opuesto) con el rotor que tiende a alinearse con los devanados del estator. Es ideal para alto torque, potencia y facilidad de fabricación. Sin embargo, se requiere un factor de potencia bajo y un sistema de detección de la posición del rotor.

4.7. Inversor

La función del inversor es variar o modificar la señal, el voltaje o formas de onda, conforme demande el conductor al instante de pisar el pedal del acelerador. Con el objetivo de convertir un voltaje de entrada de corriente continua en un voltaje de salida de corriente alterna, conjuntamente recupera la energía del motor. (Maurad. J., 2018)

Se encuentra ubicado junto al motor eléctrico y a la batería, con la finalidad de acortar la distancia del cableado, de esta forma se minimiza el peso adicional y las posibles pérdidas en la distribución. Este tipo de componentes gestionan la transmisión de energía del motor hacia los ejes. Existen inversores de tipo analógicos y digitales, el uno genera una onda pulsante variable a través de un campo magnético producido por una bobina, y el otro una onda senoidal por un transformador y un transistor respectivamente. (Garcia, Modelización de las pérdidas energéticas de un vehículo ligero de tracción eléctrica., 2019)

Figura 4.

Inversor de un VE.



Fuente: WEB.

4.8. Potencia

La potencia es una medida de la tasa a la que se efectúa un trabajo o a la que se transfiere una energía. Este fenómeno eléctrico tiene como unidad de medida el watt (W), su nombre proviene del famoso inventor James Watt originario de Escocia.

Se define como:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (1)$$

Ecuación 1. Potencia.

Donde:

$$\Delta E = \text{Cambio de energía (J)}$$

$$\Delta t = \text{Variación del tiempo (s)}$$

4.9. Potencia en rueda

Este término se usa de forma cotidiana en el contexto de los vehículos de motor haciendo referencia a la cantidad de fuerza o energía que proporciona el motor térmico a las ruedas

motrices del automóvil. En general la potencia en rueda es inferior a la potencia del motor ya sea eléctrico o de combustión interna, esto debido a las pérdidas que existen en el tren de tracción. Al ser una medida dinámica puede alterarse en función de la carga del automóvil, de las condiciones de manejo y de otros factores externos.

Se define como:

$$P = T \cdot \omega \quad (2)$$

Ecuación 2. Potencia en rueda.

Donde:

$$T = \text{par motor } (N \cdot m)$$

$$\omega = \text{velocidad angular de giro } \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

Potencia en función de las revoluciones por minuto (rpm)

Donde:

$$P = T \cdot \omega = \frac{T \cdot n}{\frac{60}{2\pi}} \quad (3)$$

Ecuación 3. Conversión de la potencia a R.P.M.

Resulta que:

$$P = \frac{T \cdot n}{9,55} \quad (4)$$

Ecuación 4. Potencia en función a las R.P.M.

Donde:

$$P = \text{potencia en el motor } (W)$$

$$T = \text{par motor } (N \cdot m)$$

$n = \text{revoluciones por minuto de giro del motor (rpm)}$

4.10. Fuerzas Resistivas

Para que exista el desplazamiento de un automóvil, se debe vencer las fuerzas resistivas que interactúan entre sí, también llamada **fuerza de tracción**; es la fuerza total que el vehículo ha de superar para desplazarse. Este tipo de fuerzas son generadas por tres factores, la resistencia aerodinámica producida por el flujo de aire, la deformación del neumático y la calzada y, por último, la fuerza causada por la aceleración de la gravedad.

4.10.1. Fuerza Aerodinámica

Se produce debido al flujo de aire que rodea al vehículo, que al movilizarse tiene que revolver un volumen de aire determinado, conforme avance, con el objetivo de llenar con rapidez de aire el espacio que se crea en la parte posterior del mismo. No obstante, los parámetros que influyen en este fenómeno son; la presión, la densidad y la viscosidad.

Se define como:

$$F_{AERODINÁMICA} = 0.5 \cdot AF \cdot C_D \cdot \rho \cdot v^2 \quad (5)$$

Ecuación 5. Fuerza aerodinámica.

Donde:

$AF = \text{área frontal del vehículo (m}^2\text{)}$

$C_D = \text{coeficiente aerodinámico}$

$\rho = \text{densidad del aire } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

$v = \text{velocidad del vehículo } \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

4.10.2. Fuerza de rodadura

Se genera por el aplastamiento que se produce en la huella del neumático durante su giro, esta se encuentra sometido a deformaciones que absorben un determinado trabajo debido a la histéresis. Depende de varios factores como; el peso del vehículo, tipo de calzada, tipo de neumático y de la presión de inflado.

Se define como:

$$F_{RODADURA} = \mu \cdot M \cdot g \quad (6)$$

Ecuación 6. Fuerza de la rodadura.

Donde:

$$\mu = \text{factor de rodadura}$$

$$M = \text{masa del vehiculo (kg)}$$

$$g = \text{aceleración de gravedad } \left(\frac{m^2}{s} \right)$$

4.10.3. Fuerza gravitatoria

También conocida como fuerza por pendiente, es producida por el propio peso del vehículo cuando se encuentra en una pendiente, además es directamente proporcional al ángulo de inclinación de la cuesta y al peso del auto.

Se define como:

$$F_{GRAVITATORIA} = M \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (7)$$

Ecuación 7. Fuerza gravitatoria.

Donde:

$$M = \text{masa del vehículo (kg)}$$

$$g = \text{aceleración de gravedad } \left(\frac{m^2}{s} \right)$$

$\alpha = \text{ángulo de pendiente}$

4.11. Cálculo de la potencia

Para adquirir el valor de la potencia del motor de un VE se utilizará la siguiente ecuación:

$$P = F_{TRACCIÓN} \cdot v \quad (8)$$

Ecuación 8. Potencia en un motor eléctrico.

Donde:

$$F_{TRACCIÓN} = \text{fuerza tracción (N)}$$

$$v = \text{velocidad del vehículo } \left(\frac{m}{s}\right)$$

Este valor corresponde a una potencia ideal, sin embargo la potencia que suministra las baterías no se transfiere en su totalidad por lo que existen pérdidas en su transición, además depende del rendimiento de cada elemento del tren de tracción.

Para calcular el valor de potencia en la batería del VE se utiliza la siguiente formula:

$$P_C = V \cdot I = R \cdot I^2 \quad (9)$$

Ecuación 9. Potencia en la batería VE.

Donde:

$$V = \text{voltaje (V)}$$

$$I = \text{intensidad (A)}$$

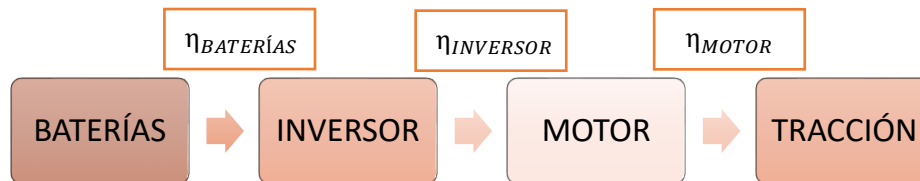
$$R = \text{resistencia } (\Omega)$$

La potencia de la batería es la cantidad de energía que almacena a misma, por lo general son recargables de litio. Su capacidad es directamente proporcional al tiempo de uso.

Se presenta el esquema del tren de potencia de tracción:

Figura 5.

Esquema del tren de potencia de tracción.



Fuente: Autores.

Para determinar el valor del par, se requiere calcular a partir del momento angular del giro de la rueda. La ecuación de la velocidad angular se define como:

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (10)$$

Ecuación 10. Velocidad angular.

Donde:

$$v = \text{velocidad del vehículo } \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$r = \text{radio de la rueda (m)}$$

Con los valores adquiridos de la velocidad angular y la potencia, se puede calcular el par necesario en el eje para la velocidad deseada y las condiciones del vehículo.

Se define como:

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (11)$$

Ecuación 11. Torque en el eje.

4.12. Eficiencia

El automóvil es una cadena o conjunto de componentes, este posee un rendimiento general, el término eficiencia hace referencia a la relación que existe entre la potencia otorgada y la que desarrolla finalmente el vehículo. La pérdida de potencia es la diferencia entre la potencia de entrada y la potencia de salida.

Se define como:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \quad (12)$$

Ecuación 12. Eficiencia energética.

Donde:

η = eficiencia energética

P_{out} = potencia de salida (kW)

P_{in} = consumo de energía

P_{loss} = pérdida de potencia

4.13. Tipo de pérdidas energéticas en los vehículos

El termino de pérdida energética se refiere a la energía disminuida cuando se transfiere potencia del motor a las ruedas, estas pueden ocurrir en varias partes del tren motriz, como la transmisión misma, el diferencial, el eje y el cojinete.

Cabe destacar que el componente inicial que transmite este valor es la batería de alta tensión, en forma de voltaje. Por medio del conexionado eléctrico el voltaje llega al inversor, el mismo que convierte la DC en AC para la máquina eléctrica. Dentro de este proceso la energía eléctrica se transforma en energía mecánica, para así, transferir al sistema de transmisión que posterior saldrán a las ruedas del auto.

La potencia que suministran las baterías no es idéntica a la del motor eléctrico, debido a que el proceso de transferencia no es ideal, en otros términos, existen pérdidas en cada componente. Por lo tanto, el propósito de esta sección es detallar que pérdidas se involucran en el rendimiento total del automóvil.

4.13.1. Pérdidas eléctricas

Los principales causantes de este tipo de pérdidas se dan en el inversor y en el cableado por cobre. Los mayores rendimientos que destacan ($> 95\%$) se ubican en un rango intermedio de potencia del (15-65%), sin embargo, el uso de un inversor de doble capacidad puede llegar a suministrar una potencia determinada evitando este tipo de dificultades. (Garcia, 2019)

Las principales causas de pérdidas en el inversor son por disipación de calor, provocadas por el sobrecalentamiento. No obstante, al ser este un componente más simple que el motor eléctrico, las pérdidas son mínimas.

Por otro lado, las pérdidas de cobre se dan por el Efecto Joule debido al paso de corriente por medio de los conductores, se genera un incremento de temperatura en el cableado de la batería de alta tensión con el transformador y a su vez con la máquina eléctrica, esta energía producida se disipa en forma de calor. (Garcia, 2019)

4.13.2. Pérdidas en el motor eléctrico

Las pérdidas en este tipo de maquina se dan por diversos fenómenos ya sea por naturaleza mecánica, turbulenta, electromagnética, entre otros. Se pueden clasificar por independencia o dependencia de la carga.

Cuando son independientes de la carga uno de los factores principales de pérdida es la fricción donde se disipa en forma de calor por el roce entre elementos como bujes, escobillas, cojinetes, etc. De igual forma, la histéresis y corrientes de Foucault son parte de las pérdidas de vacío, que se dan en el interior del motor eléctrico.

Por otro lado, cuando este tipo de fenómeno se da por ser dependientes de la carga, los principales causantes son las pérdidas eléctricas de cobre por el incremento de temperatura debido a la resistencia que generan y el rozamiento ocasionado por el aire de admisión al motor que genera resistencia aerodinámica. Cabe destacar que las pérdidas de cobre son las más influyentes con un rango de 50-70%, mientras que las de roce y fricción representan un 10-20%. (Garcia, 2019)

4.13.3. Pérdidas en la transmisión mecánica

La función de la transmisión es intercambiar energía mecánica, transformando la velocidad de rotación también conocido como relación de transmisión. Los VE utilizan comúnmente las cajas automáticas, las mismas que poseen tren de engranajes, rodamientos, y entre otros, dependiendo el tipo.

Las pérdidas que se dan en este apartado son por disipación de calor, sobre todo en los rodillos. En el tren de engranajes debido al rozamiento entre la corona, tornillo sin fin y los flancos de diente su rendimiento oscila entre un 40-90%, mientras que el resto de los componentes de la transmisión se sitúa entre 96-99%. (Garcia, 2019)

4.14. Ecuaciones generales de pérdidas energéticas

Las pérdidas mecánicas en un vehículo son causadas por factores como la fricción interna de los componentes, la resistencia del fluido en la transmisión y el diferencial, la compresión de aire en los sistemas de admisión y escape, y más.

Estas pérdidas pueden reducir la eficiencia general del sistema y, en última instancia, afectar el rendimiento del vehículo y el ahorro de combustible.

Perdida de fricción se define como:

$$P_m = T_m \cdot \omega / n_p \quad (13)$$

Ecuación 13. Pérdida de fricción.

Donde:

n_p = número de pares de polos

T_m = par de fricción

ω = velocidad angular del motor eléctrico ($\frac{rad}{s}$)

T_{Drag} = par de arrastre del dinamométrico

Pérdida del Inversor se define como:

$$P_{QCav} = I_p \left(\frac{V_{CE0}}{2\pi} + \frac{I_p r_c}{8} \right) + I_p D_m \left(\frac{V_{CE0}}{4} + \frac{I_p r_c}{3\pi/2} \right) PF \quad (14)$$

Ecuación 14. Pérdida en el inversor.

Donde:

V_{CE0} = voltaje de control de IGBT (V)

r_c = resistencia de control de IGBT (Ω)

$I_p =$ *valor máximo de corriente de la fase del motor (A)*

$D_m =$ *parámetro de modulación del ciclo de trabajo*

$PF =$ *factor de potencia de respuesta del motor de carga inductiva*

5. CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

5.1. Introducción

En esta sección se describe la metodología del proyecto, donde presenta los pasos que se van a emplear para la generación de superficies de eficiencia energética del VE. El automóvil empleado en esta investigación es de marca KIA, modelo Soul, fabricado el año de 2016. Su marca es originaria de Corea del Sur. El vehículo se encuentra disponible en el laboratorio de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana

Figura 6.

Vehículo Kia Soul.



Fuente: Autores

5.2. Especificaciones del vehículo

El VE posee un motor síncrono de imanes permanentes, el cual esta alimentado por una batería de Iones de litio con un voltaje nominal de 360 V, tiene tracción delantera y una caja con un grupo reductor de engranajes de 1 velocidad. (KIA , 2016)

Tabla 1. Especificaciones del Kia Soul 2016.

Masa en vacío (Kg)	Masa total (Kg)	Largo (m)	Vía (m)	Altura (m)	Batería
1491.85	1959.97	4.1	1.8	1.6	Iones de litio

Fuente: KIA

Figura 7.

Dimensiones del Kia Soul.



Fuente: KIA

5.3. Banco Dinamométrico

Los valores de la potencia en rueda se van a obtener mediante el uso de un banco dinamométrico de la marca alemana MAHA modelo LPS 3000, en combinación con un juego de rodillos serie R100 para vehículos tipo 2, como ejemplo vehículos comerciales construido para el transporte de personas, con un máximo de 9 personas, incluido el conductor.

Figura 8.

Banco dinamométrico.



Fuente: Autores

La función del banco dinamométrico es disipar o absorber la potencia generada a través de los rodillos basándose en la medición de parámetros como la velocidad angular y el torque, además que posee varios modos de funcionamiento para encontrar la potencia a diferentes condiciones entre ellos están:

- Potencia estática con velocidad constante
- Potencia estática con fuerza de tracción constante
- Potencia estática con r.p.m. constantes
- Potencia dinámica con aceleración regulable

Figura 9.

Rodillos del MAHA LPS 3000.



Fuente: Autores

Además, que posee una visualización adicional de potencia de 3 ciclos en la misma ventana, representación gráfica y almacenamiento de 16 parámetros por ciclo, determinación de pérdida en rueda, potencia, motor y par de giro.

Tabla 2. Especificaciones de MAHA LPS 3000.

Dimensiones pupitre (altura x ancho x profundidad)	Alimentación de tensión	Fusibles cilíndricos (GC)
1560 x 860 x 420 mm	3/N/PE 400 V 50 Hz	63 A

A continuación, se presenta las características más importantes del MAHA LPS 3000.

Tabla 3. Características del MAHA LPS 3000

Línea	Descripción
Tipo de Motor	- Otto/- Diesel/- Wankel
Carga	- Ninguno/ Cargador mecánico (VEH con compresor) - Turbo (Enfriador de aire) - Turbo (Enfriador de agua)
Transmisión	- Manual/ - Automática
Deslizamiento	- Con transmisión automática - Entrada - Sin deslizamiento

	- deslizamiento de medida (deslizamiento de convertidor)
Tracción	- Tracción delantera / - Tracción trasera / - Tracción en las 4 ruedas
Clase de rendimiento	10 / 25 / 50 / 100 / 250 / 500 kW
Corrección de rendimiento	Ninguna / DIN / EEC / ISO / JIS / SAE
Factores adicionales	- fm engine factor / - Qv / PVA
Valores límite	Si se supera uno de estos valores límite, aparecerá un mensaje de advertencia y la pantalla cambia a rojo: - vmáx Velocidad máxima - nmax RPM máximas del motor - Tmax Temperatura máxima del aceite
Masa giratoria	- Masa estándar (60 kg) - Determinar la masa (2ª prueba de lanzamiento con camión) - Entrada
Embrague Haldex	Representación gráfica mejorada de las curvas de potencia para vehículos con unidades Haldex
Densidad de combustible	Ingreso de densidad de combustible para medición de consumo; Unidad: g/l

5.4. Software EMoLab

Este software fue desarrollado en la ciudad Cuenca, Ecuador por el Grupo de Investigación en Ingeniería del transporte de la Universidad Politécnica Salesiana. La plataforma selecciona información por medio de la centralita del vehículo a través de la conexión Bluetooth de un conector OBD II. El interfaz transmite varia información del VE como: consumo energético, potencia de carga disponible, corriente de la batería, torque estimado del motor eléctrico, temperatura de los módulos, entre otros.

Figura 10.

Ventana principal de EmoLab.



Fuente: Grupo GIID.

Para interpretar estos valores el software genera un archivo de datos CSV con información de 69 variables registradas con una frecuencia de 1 Hz.

El software EmoLab importa datos en vivo en el instante de funcionamiento, a continuación, se presenta una tabla con los datos más relevantes para el análisis experimental:

Tabla 4. Ejemplo de datos de EmoLab en Excel.

Time [HH:MM:SS]	Accel Pedal [%]	Speed [Kmh]	SOC [%]	Battery Current [A]	Battery DC Voltage [V]
3:10:25 p. m.	60	76	83	118,50	353,10
3:10:26 p. m.	65	78	83	141,20	349,60
3:10:27 p. m.	68	80	83	150,20	347,80
3:10:29 p. m.	78	80	83	177,40	343,30
3:10:30 p. m.	78	78	83	176,80	342,70
3:10:31 p. m.	78	82	83	184,80	341,20
3:10:32 p. m.	78	77	82,5	179,30	341,60

3:10:33 p. m.	78	77	82,5	179,80	341,20
3:10:34 p. m.	78	79	82,5	179,30	340,70
3:10:35 p. m.	78	74	82,5	172,20	341,30
3:10:36 p. m.	86	82	82,5	194,00	337,90
3:10:37 p. m.	86	73	82,5	206,60	335,40
3:10:38 p. m.	86	81	82,5	217,20	333,60
3:10:39 p. m.	86	71	82	207,00	334,30
3:10:40 p. m.	86	78	82	156,60	341,00

De acuerdo con la tabla, tenemos una de las variables el porcentaje de accionamiento del pedal, la velocidad, el porcentaje de la batería de alta tensión, la corriente de la batería, y voltaje de la batería, teniendo en cuenta que estos valores medidos son una muestra del total de valores medidos.

5.5. Tipos de trayectoria

Durante la ejecución del piloto, el vehículo sigue varias trayectorias para recopilar esta información, como consecuencia, las diferentes pruebas para el análisis se puede seguir la trayectoria descrita: la dirección será en línea recta; por el contrario, con desviación lateral, el vehículo seguirá una curva.

5.6. Evaluación de eficiencia

Para evaluar la eficiencia energética, se debe recopilar cierta información sobre el vehículo durante la prueba. Para determinar la cinemática se instalaron acelerómetros para evaluar aceleraciones tanto longitudinales como transversales.

Por lo que, integrando con respecto al tiempo, obtenemos la velocidad e integramos nuevamente la posición. Para las salidas de la batería, se requiere un voltímetro para registrar los voltajes en sus entradas y salidas, y una pinza amperimétrica para determinar la corriente. Este tipo de acciones las determina el software EmoLab a través del OBD II.

5.7. Condiciones para el uso del banco Dinamométrico

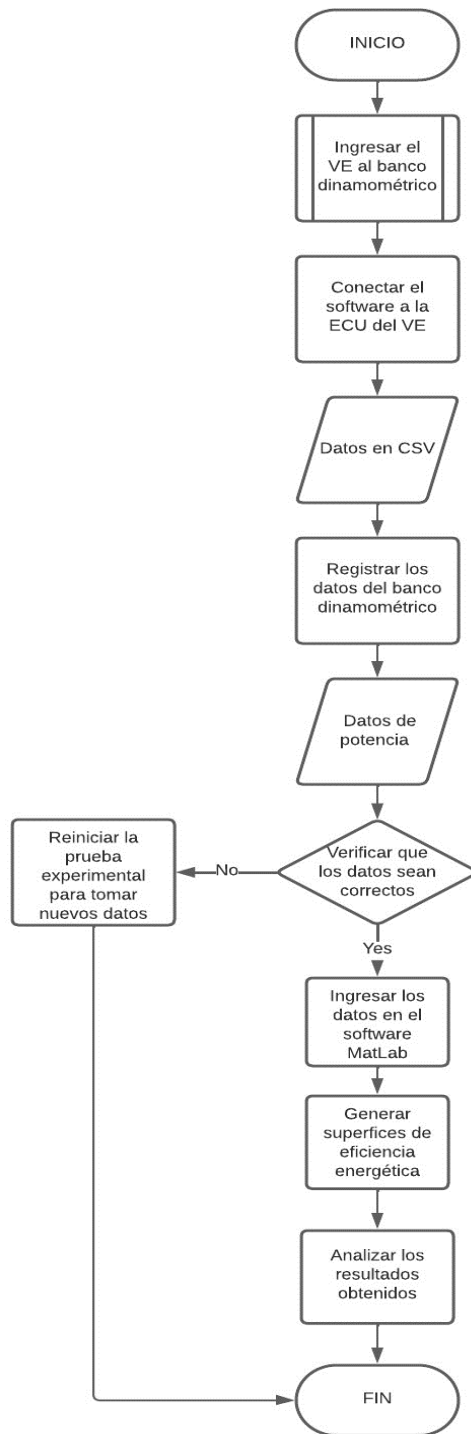
En la prueba de medición del banco se emplea requisitos de medición teniendo en cuenta que la presión de los neumáticos debe ser de 30 PSI, así mismo la temperatura de la banda de rodadura del neumático será de 30°C. Es necesario seguir el protocolo según el banco de dinamómetros y asegurarse que el vehículo se encuentre asegurado con correas de tensión.

Además, se llevaron a cabo diferentes pruebas con diferente valor SOC, optando por el sistema de adquisición de datos (DAS) el que registra la potencia [KW], el par [Nm], el voltaje de la batería [V], la velocidad [rpm] y la corriente de la batería [A] del VE.

5.8. Diagrama de flujo de la metodología

Figura 11.

Diagrama de flujo de la metodología.



Fuente: Autores

5.9. Recopilación de datos

La obtención de datos es el proceso básico de selección de información para diferentes propósitos. En un mundo cada vez más digital y basado en datos, la capacidad de recopilar, analizar y usar datos de manera efectiva se ha vuelto vital en muchos campos, desde la investigación y el análisis de mercado hasta el marketing, las decisiones comerciales y la formulación de políticas públicas.

Un proceso adecuado de recopilación de datos requiere definir claramente el propósito de la recopilación, seleccionar las fuentes apropiadas, desarrollar herramientas de recopilación, aplicar rigurosamente las mejores prácticas y métodos, y administrarlos cuidadosamente, administrar la calidad y la confidencialidad de los datos. (Moeller Series, 2011)

La recopilación de datos es un paso fundamental para obtener conocimiento y tomar decisiones informadas. Al comprender cómo se recopilan y analizan los datos, puede extraer información valiosa, identificar patrones, detectar tendencias y obtener la información necesaria para resolver problemas, optimizar procesos y lograr objetivos.

Para evaluar la eficiencia del uso de la energía, es necesario recopilar cierta información coche de prueba.

En el presente caso se realizará la toma de datos cuantitativa mediante pruebas experimentales, como se mencionó anteriormente, en el banco dinamométrico. Con el fin de tabular los datos obtenidos, y comparar con los valores de potencia en la batería obtenidos mediante el OBD con ayuda del programa EmoLab, y comparar con los valores arrojados de potencia en rueda.

Se utilizará una metodología cuantitativa, el objetivo principal de este estudio es para analizar los datos recopilados con el fin de obtener resultados cuantitativos confiables.

Usando métodos estadísticos y matemáticos, intentamos describir y comprender fenómenos, establecer relaciones o correlaciones de causa y efecto, identificar patrones y tendencias, y confirmar o refutar hipótesis previamente formuladas.

Además, este estudio tiene como objetivo contribuir al conocimiento existente en un área de investigación en particular al proporcionar datos cuantitativos confiables que pueden servir como base para futuras investigaciones y la toma de decisiones informadas.

Utilizando un método riguroso y objetivo, se espera obtener resultados reproducibles y generalizables, lo que aumentará la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos, el método cuantitativo es un método de investigación utilizado para recopilar, analizar y presentar datos numéricos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis.

El método se basa en la recopilación sistemática de datos cuantitativos que pueden medirse y analizarse estadísticamente, lo que permite extraer conclusiones generales y objetivas, esto con respecto a la pérdida de eficiencia entre lo entregado por la batería y lo medido en la potencia de la rueda del vehículo.

5.10. Pasos para la utilización del banco dinamométrico

Para emplear el uso del MAHA LPS 3000 se debe considerar los siguientes pasos:

- 1) Como primer paso se ingresa el vehículo sobre los rodamientos del MAHA LPS 3000.

El mismo debe estar alineado entre sus ruedas y ubicado sobre los rodillos.

Figura 12.

VE en el banco dinamométrico.



Fuente: Autores

- 2) Después, se debe asegurar el coche con el arnés desde los puntos de apoyo. Esto con la finalidad de evitar accidentes al momento de operar el banco y proteger a los usuarios.

Figura 13.

Arnés sujetado al vehículo.



Fuente: Autores

- 3) Una vez sujeto el coche en la pantalla del monitor se debe seleccionar el tipo de medición a una velocidad constante, luego la rapidez deseada en la plataforma del banco dinamométrico.

Figura 14.

Parámetros de potencia.



Fuente: MAHA.

- 4) Como cuarto paso, de forma progresiva se debe acelerar el vehículo a la velocidad deseada.

Figura 15.

Imagen del tablero del VE



Fuente: Autores

- 5) Como último paso se debe tabular los datos requeridos de la potencia y deben estar sincronizados con el tiempo de la aplicación EmoLab.

Figura 16.

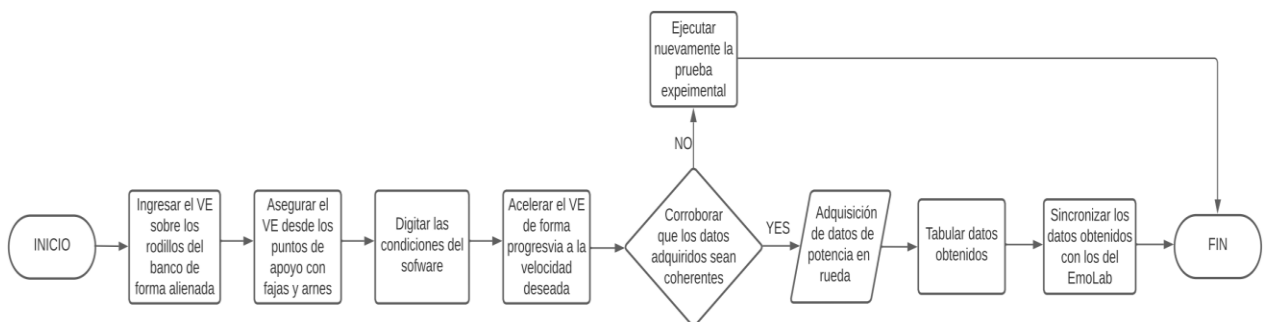
Imagen de la potencia obtenida a 60 km/h.



Fuente: Autores

Figura 17.

Diagrama de flujo para la utilización del banco dinamométrico.



Fuente: Autores

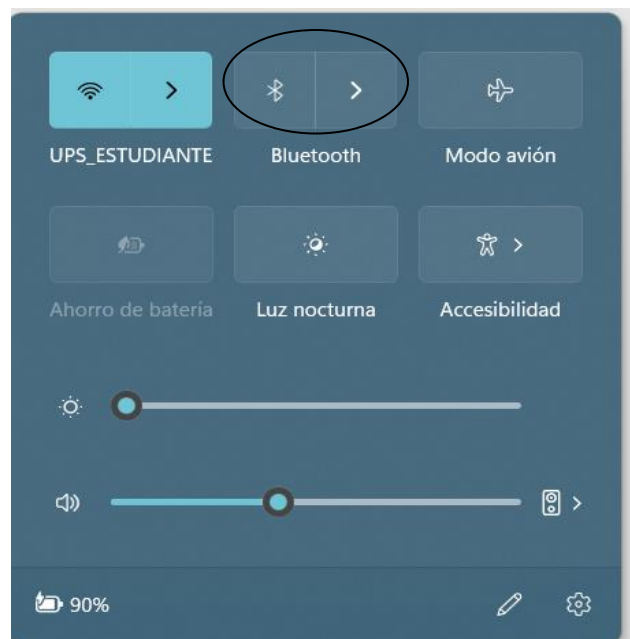
5.11. Pasos para la utilización del EmoLab

La plataforma sirve para tabular datos recopilados de la ECU únicamente del vehículo Kia Soul VE. A continuación, se presenta los pasos para la correcta utilización.

- 1) Se debe realizar la vinculación del lector adaptador de OBD a la computadora, esto mediante Bluetooth, con la finalidad de recibir la comunicación de los sensores.

Figura 18.

Barra de inicio.

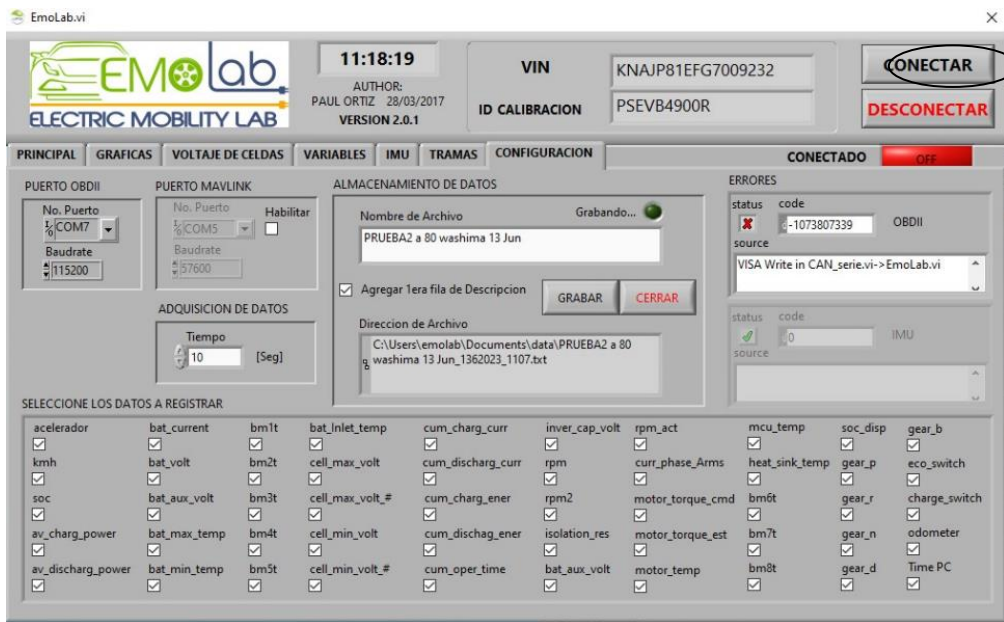


Fuente: Autores

- 2) El programa EmoLab es una aplicación que se vincula con el adaptador OBD, una vez se conecte con él, mediante Bluetooth se lo debe vincular con la aplicación dando click en el botón “CONECTAR”.

Figura 19.

Ventana de parámetros del EmoLab.

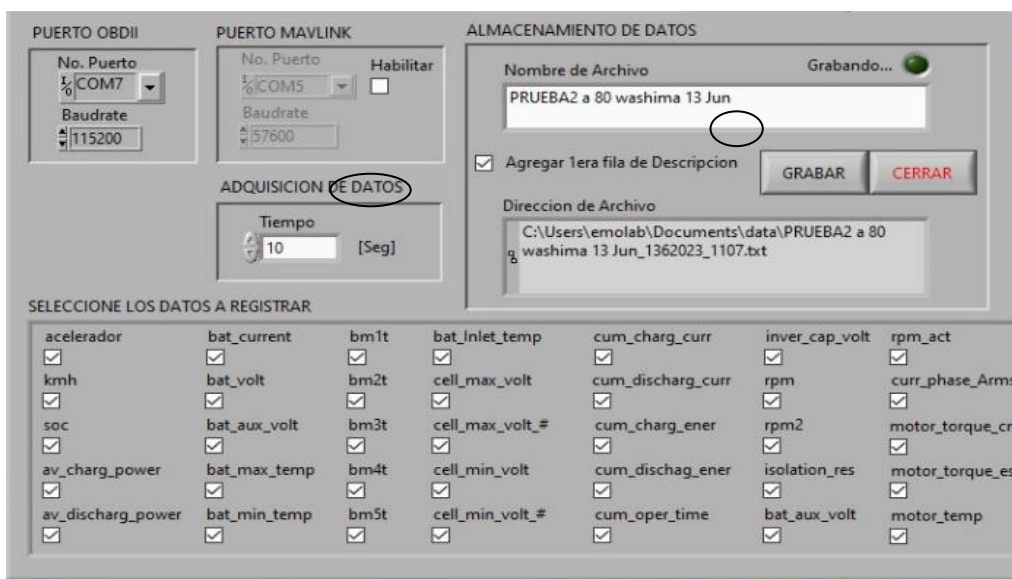


Fuente: Grupo GIID.

- 3) Luego de vincularlo y conectarlo se podrá tabular los datos obtenidos, esto se grabará en un periodo de tiempo en el apartado mostrado en la figura.

Figura 20.

Ventana de parámetros de EmoLab.



Fuente: Grupo GIID.

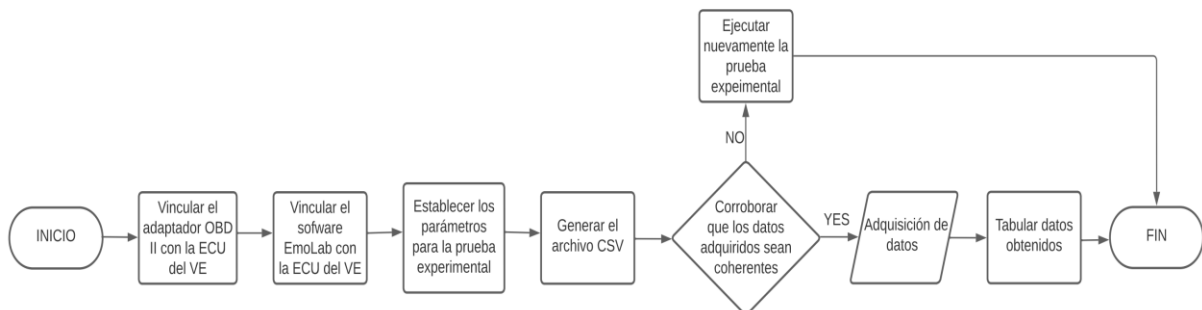
- 4) Para interpretar la tabla con los datos se debe transformar el archivo CSV que exporta la plataforma EmoLab, posterior a ellos se deberá seleccionar los datos específicos que se utilizaran.

Tabla 5. Variables del vehículo Kia Soul VE.

Accel Pedal [%]	Battery Current [A]	Available Charge Power [KW]	Available Discharge Power [KW]	Velocidad [Km/h]
20,5	41	90	90	80
20,5	39,5	90	90	80
22,5	43,9	90	90	80
22,5	46,2	90	90	80
22,5	45,6	90	90	80
24,5	50,5	90	90	80

Figura 21.

Diagrama de flujo para la utilización del EmoLab.



Fuente: Autores

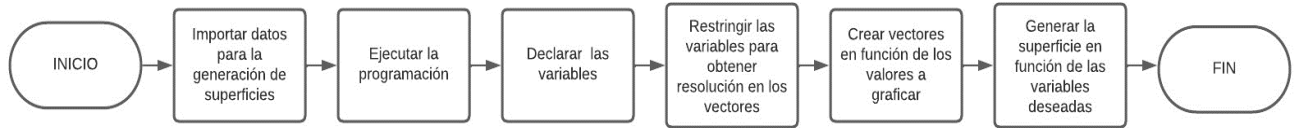
5.12. Pasos para la definir variables de superficies en MatLab

La adquisición de datos cuantitativos implica el uso de métodos y técnicas específicos para registrar de manera sistemática y objetivamente información numérica. Algunas de las técnicas utilizadas incluyen encuestas, cuestionarios, observaciones sistemáticas, experimentos controlados y análisis de datos existentes. En el caso presentado, los datos son tomados manera experimental para el análisis de datos.

- 1) Se debe tener los datos presentes a graficar, estos datos serán: Corriente, r.p.m., Torque, Eficiencia, Potencia en rueda y Potencia en batería.
- 2) Una vez tomados los datos mencionados anteriormente, se procede a abrir el programa Matlab.
- 3) Una vez abierto el programa se ejecuta la programación, como primer paso se declaran las variables.
- 4) Se debe restringir todas las variables anteriormente mencionadas, todas ellas son las que definimos al principio las cuales nos ayudaran a determinar nuestras curvas para mapear.
- 5) Estas después de definirse se las debe restringir para que todas las muestras tengan la misma resolución que es el tamaño del vector que se va a realizar.
- 6) Una vez los valores se encuentran definidos y limitados por la resolución, se crea un vector el cual tome en cuenta los valores que se quieran graficar.
- 7) En el presente caso los datos a graficar serán: Corriente, RPM, Torque, Eficiencia, Potencia en rueda y Potencia en batería.
- 8) Como último paso es el enseñar las figuras, esto se consigue generando un “plot” es donde se enseñará la figura.

Figura 22.

Diagrama de flujo para la generación de superficie.



Fuente: Autores

5.13. Tabulación de variables

Para la selección de variables se debe considerar las fórmulas utilizadas en el capítulo 1. Para hallar la potencia de la batería se utilizará la *ecuación 12*, para la potencia del motor eléctrico la *ecuación 4*, para la potencia en rueda los datos son obtenidos mediante el banco dinamométrico y finalmente para la eficiencia se utilizará la *ecuación 11*. De igual forma para representar el eje de las “x” en función de la velocidad (r.p.m.), los datos se obtendrán a través del EmoLab.

Tabla 6. Ejemplo de variables para la generación de superficie de eficiencia.

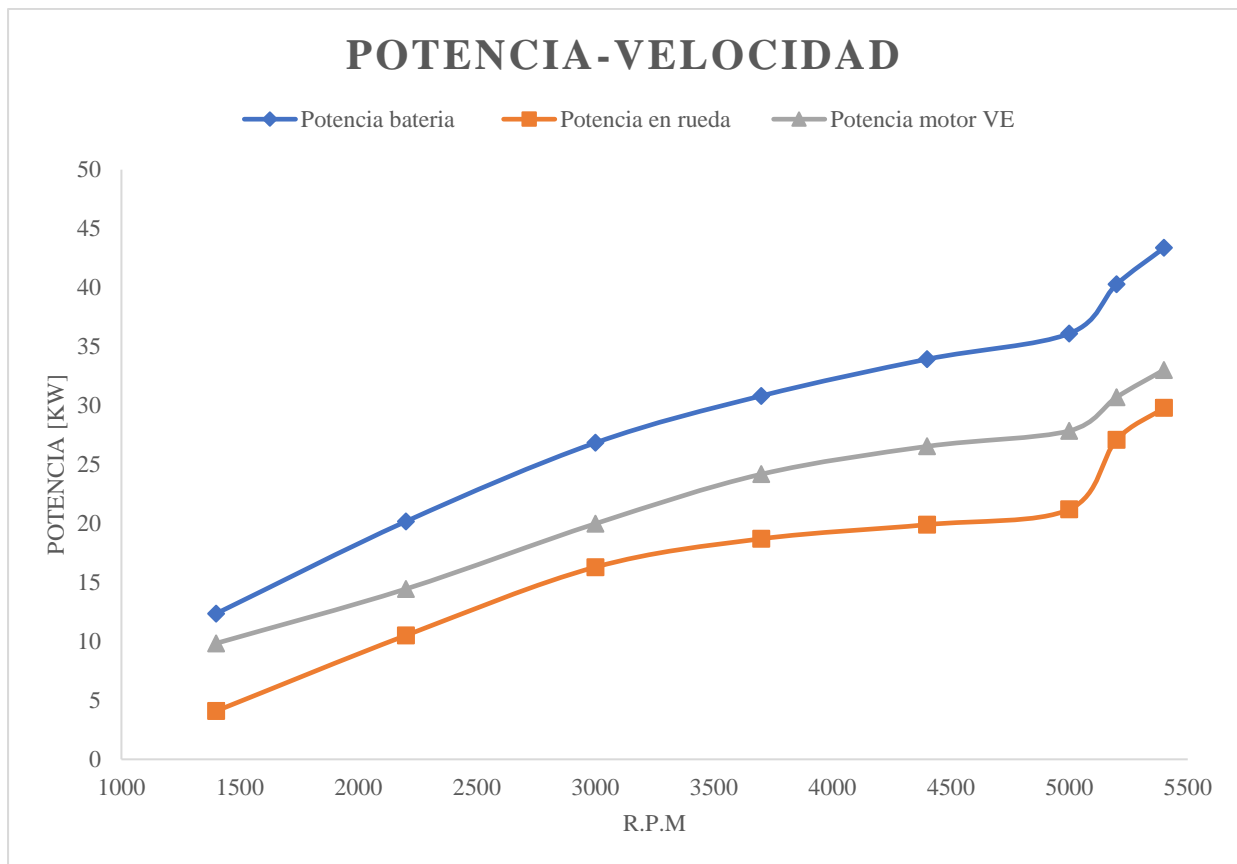
Velocidad del motor [rpm]	Potencia de la batería [KW]	Potencia en rueda [KW]	Potencia del motor VE [KW]	Eficiencia [%]
1400	12.35994	4.1	9.83664921	33.1716821
2200	20.16612	10.5	14.4439791	52.0675271
3000	26.83824	16.3	19.9790576	60.7342359
3700	30.81888	18.7	24.1759162	60.6770914
4400	33.93115	19.9	26.5382199	58.6481743
5000	36.108	21.2	27.8534031	58.7127506
5200	40.27932	27.1	30.7099476	67.2801825

Para interpretar estos valores se graficará en función de la velocidad de giro del motor (r.p.m.). Cabe destacar que la potencia de entrada no es igual a la de salida, por lo que se corrobora que existen pérdidas en la cadena energética del VE, a causa de la fricción, disipación de calor, efecto Joule y entre otras.

A continuación, se presenta la gráfica referencial de la potencia de la cadena de tracción.

Figura 23.

Gráfica de potencia del VE.

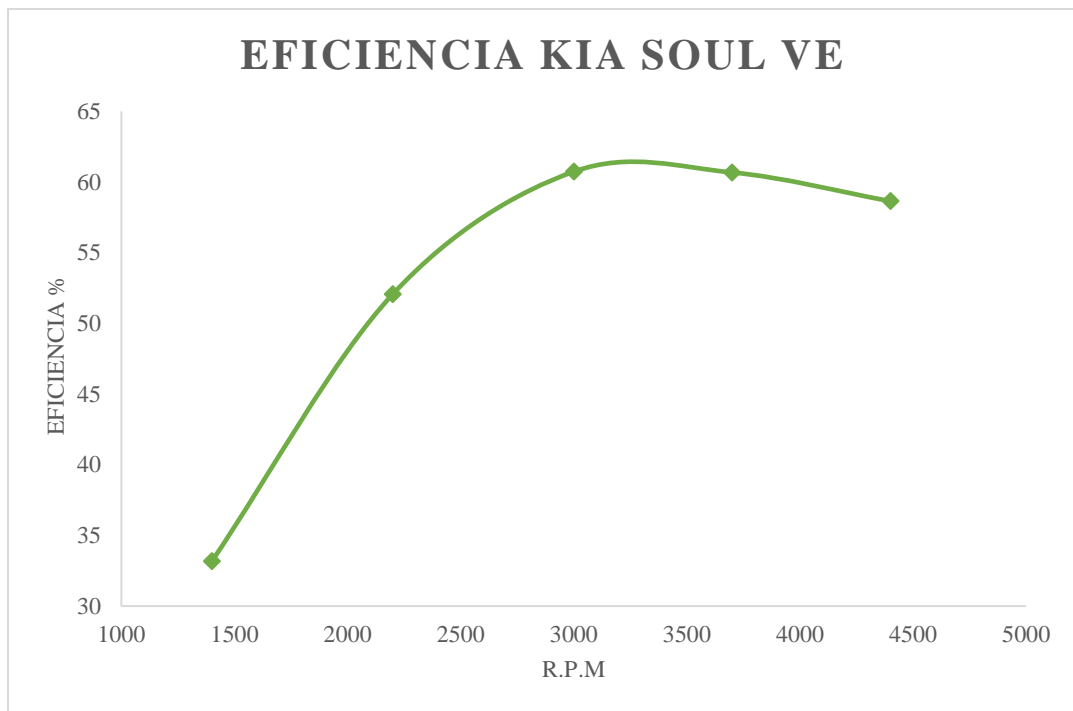


Fuente: Autores

Así mismo, se presenta la gráfica de eficiencia del VE, obtenida tras las primeras pruebas experimentales.

Figura 24.

Gráfica referencial de la eficiencia del VE.



Fuente: Autores

Para la correcta tabulación de datos, se debe considerar varios factores sobre todo en la prueba experimental del banco dinamométrico, esta debe ser progresiva en la apertura del pedal del acelerador para evitar picos muy grandes o bajos de potencia, de igual manera en el registro de datos de la velocidad los valores obtenidos por el EmoLab poseen rangos altos y para remendar este desperfecto se debe interpolar tomando los valores máximos y mínimos como referencia. A partir de ello, se procede a calcular el resto de las variables con la finalidad de obtener datos coherentes para la comprensión, el análisis y la interpretación de la eficiencia que existe en el instante de funcionamiento. Además, se debe comprender el principio de funcionamiento de cómo actúa el VE a ciertas condiciones como al ejercer su potencia máxima o mínima.

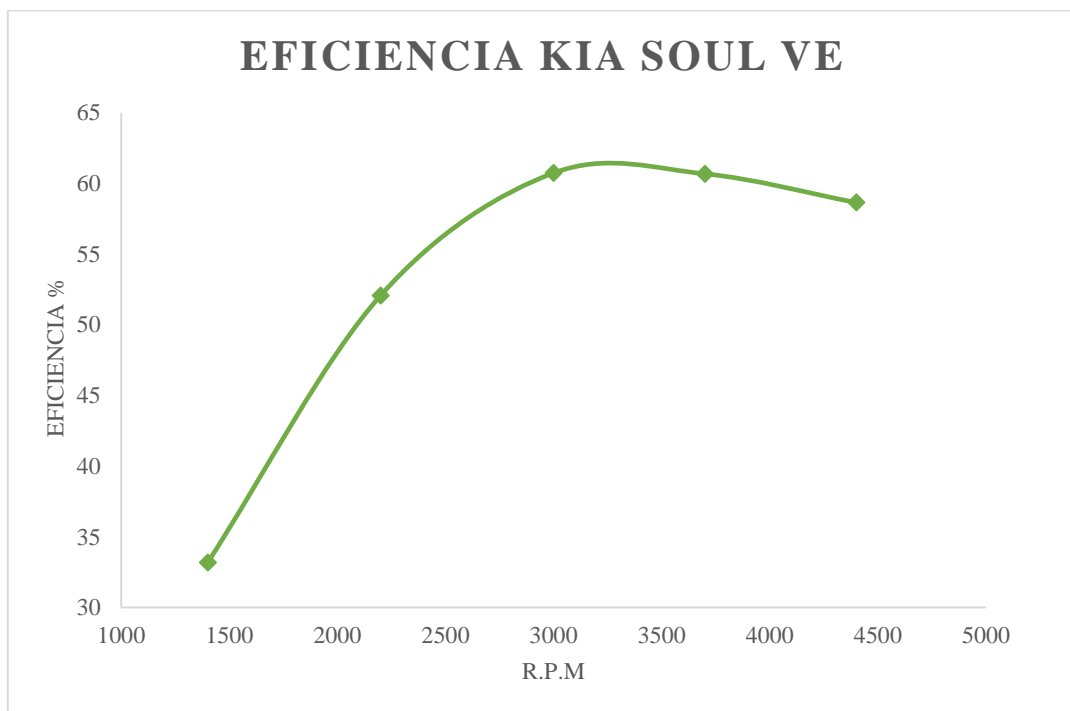
6. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Introducción

En este capítulo se presenta el análisis energético del vehículo eléctrico Kia Soul, se utiliza el software MatLab para representar las gráficas de potencia y eficiencia en el tren de tracción. De igual manera se presenta el mapa de eficiencia energética del VE producido mediante pruebas experimentales para identificar los puntos adversos y eficaces de eficiencia.

Figura 25.

Gráfica de eficiencia energética.



Fuente: Autores

6.2. Análisis estadístico

Para el análisis de este fenómeno se implica el uso de técnicas estadísticas para comprender la relación que existe entre la potencia de entrada (batería) y la potencia de salida (ruedas motrices) que es la potencia real. Así como también, la eficacia de energía que existe en este

transcurso de la prueba experimental. Para realizar el análisis se utilizó las siguientes validaciones:

- Prueba de hipótesis

Como primer paso realizamos esta técnica permite evaluar diferencias que se dan en diversas condiciones como la potencia del vehículo y otras variables. Una hipótesis es una afirmación de los valores acerca de los parámetros de un proceso, que es susceptible de corroborarse partiendo de la información obtenida en una muestra de una población establecida. Para probar la hipótesis se debe investigar si lo afirmado por la hipótesis nula es verdadera o no. (Humberto Gutiérrez, 2008)

- Análisis de regresión

Es una técnica estadística de análisis que calcula la relación estimada entre una variable dependiente (potencia del VE) y otras variables independientes como la eficiencia, la velocidad, el torque y entre otras. El análisis de regresión ayuda a identificar tendencias y patrones de acuerdo con los datos obtenidos y determina la influencia relativa de cada variable en la potencia, eficiencia o velocidad del Kia Soul VE.

La función de este es determinar cuáles son las variables explicativas que están relacionadas directamente con las variables dependientes, predecir valores desconocidos de variables dependientes y comprender la relación que existe entre las mismas. (Arcgis, 2023)

- Análisis de correlación

Consiste en el procedimiento estadístico para identificar si existe una relación lineal entre variables como potencia de la batería y potencia en las ruedas motrices, de igual forma su dirección siendo esta positiva si su magnitud incrementa en función de la una con la otra, y negativa cuando disminuyen. Cabe destacar que cuando las dos variables son

independientes, el coeficiente de correlación tiene una magnitud de valor cero. El coeficiente de correlación r , determina la intensidad de la relación lineal entre la variable dependiente e independiente. (Humberto Gutiérrez, 2008)

- **Análisis descriptivo**

En esta sección, se presentará el análisis descriptivo de los datos recopilados, y se presentara mediante las herramientas visuales para una comprensión de las variables medidas, se presentarán gráficos relevantes y diagramas de dispersión.

6.3. Tablas de datos obtenidos

En la adquisición de datos experimentales se tomó en cuenta condiciones climáticas similares para evitar variaciones en el resultado. Los valores que fueron tomados en consideración de los parámetros que comprometerían la muestra fueron:

Tabla 7. Condiciones para la prueba experimental.

Condiciones de prueba	
Temperatura [°C]	18
Humedad [%]	10
Presión [hPa]	897.8

Para el análisis respectivo se seleccionó tres de las tablas más coherentes y relevantes de las pruebas experimentales. Para definir las variables se usó técnicas de interpolación, ecuaciones del capítulo 1 y datos del software EmoLab.

PRUEBA 1 (P1):

Tabla 8. Variables definidas para el análisis energético de la Prueba 1.

Velocidad [R.P.M]	Potencia batería [KW]	Potencia del motor VE [KW]	Potencia en rueda [KW]	Eficiencia [%]
2000	17.1273043	15.5931189	3.22857143	51%
2200	18.5005929	16.8568437	5.08571429	53%
2400	19.8738814	18.1205684	6.94285714	56%
2600	21.24717	19.3842932	8.8	58%
2800	22.48596	20.5068063	11.0666667	59%
3000	23.72475	21.6293194	13.3333333	62%
3200	24.96354	22.7518325	15.6	63%
3400	26.1571	24.0924458	17.0571429	65%
3600	27.35066	25.4330591	18.5142857	68%
3800	28.54422	26.7736724	19.9714286	70%
4000	29.9778333	28.2321117	21.8166667	73%
4200	31.6515	29.808377	24.05	76%
4400	33.3251667	31.3846423	26.2833333	79%
4600	37.7722591	34.5596383	30.2	80%
4800	44.9927773	40.3333651	35.8	82%
5000	51.0343786	46.1070919	41.4	83%
5200	59.4338136	54.8808187	47	82%
5400	66.6543318	62.6545455	52.6	80%
5600	73.87485	69.4282723	58.2	69%
5800	70.234788	67.34455	45.2	64%

PRUEBA 2 (P2):

Tabla 9. Variables definidas para el análisis energético de la prueba 2.

Velocidad [R.P.M]	Potencia batería [KW]	Potencia del motor VE [KW]	Potencia en rueda [KW]	Eficiencia
2000	18.214575	15.2921466	9.71	53%
2200	20.16612	16.4439791	11.95	59%
2400	21.83415	17.8277487	13.65	63%
2600	23.50218	19.2115184	15.24	65%
2800	25.17021	20.595288	16.75	67%
3000	26.83824	21.9790576	18.13	68%
3200	27.9755657	23.1781601	18.9857143	68%
3400	29.1128914	24.3772625	19.6714286	68%
3600	30.2502171	25.576365	20.3571429	67%
3800	31.26349	26.5133882	20.9714286	67%
4000	32.15271	27.5883321	21.6142857	67%

4200	33.04193	28.863276	22.2557143	67%
4400	33.93115	29.5382199	23.25	69%
4600	35.3823833	30.1150087	24.7666667	70%
4800	38.108	31.8534031	27.2	71%
5000	40.27932	33.7099476	29.1	72%
5200	43.36922	37.0219895	31.8	73%
5400	47.57848	40.0837696	35.198	74%
5600	49.1345	42.32344	36.953	75%

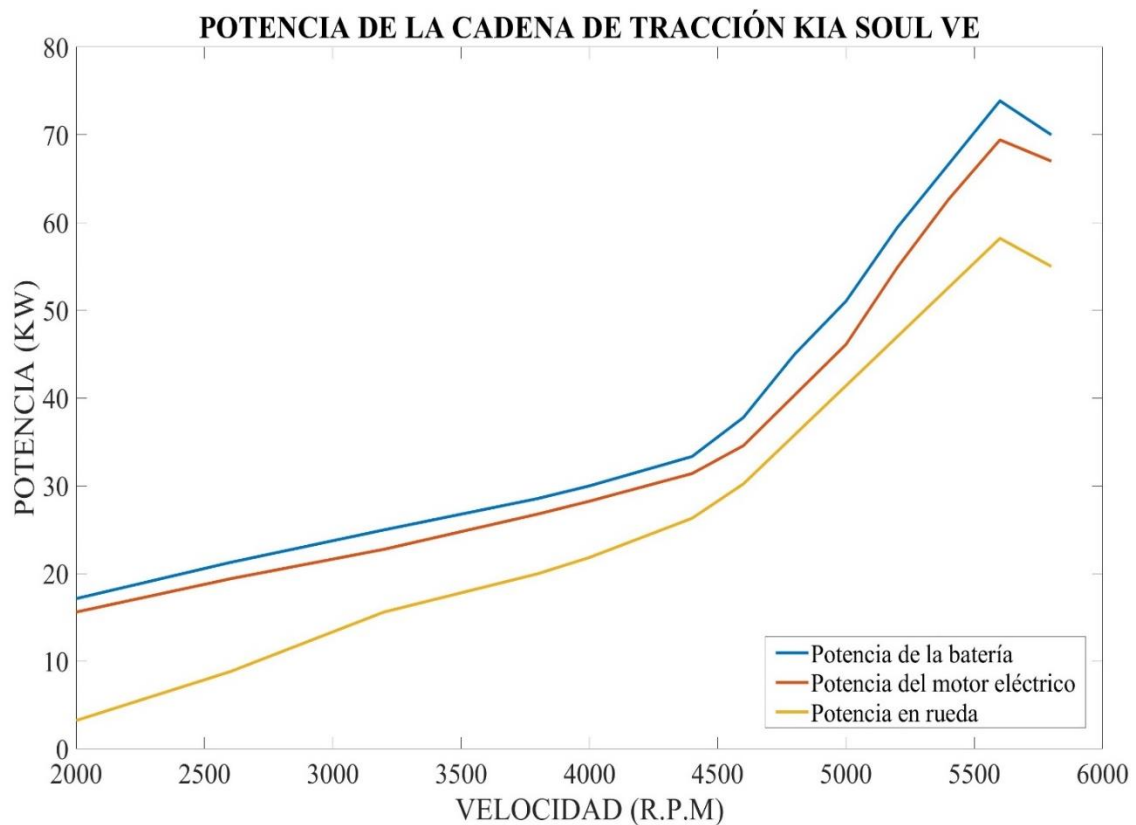
6.4. Gráficas obtenidas de potencia

Las gráficas que se presentan a continuación muestran tres series de datos: potencia de la batería, potencia del motor y potencia en las ruedas motrices en función de la velocidad, la misma que se representa en revoluciones por minuto (r.p.m.).

PRUEBA EXPERIMENTAL 1:

Figura 26.

Gráfica de potencia en el sistema de tracción.



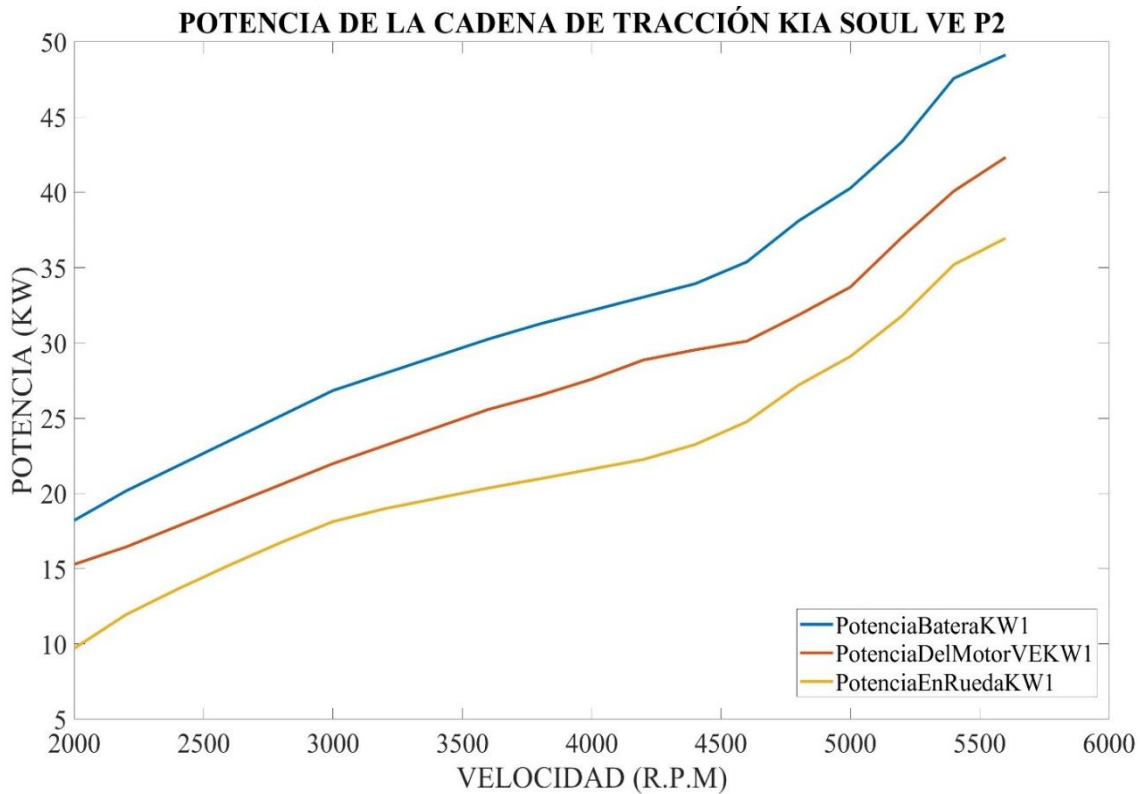
Fuente: Autores

En la *Figura 25* se puede notar que la diferencia de potencia existente entre los elementos del tren energético. Además, se puede corroborar que la potencia de entrada (batería) sufre pérdidas en la cadena de tracción hasta llegar a la potencia de salida (ruedas motrices) esto debido a la eficiencia del motor y las pérdidas mecánicas en la transmisión. Los valores máximos que suministra la batería oscilan entre 60 KW y 73 KW con pérdidas que representan entre el 20-30 %.

PRUEBA EXPERIMENTAL 2:

Figura 27.

Gráfica de potencia en el sistema de tracción de la Prueba 2.



Fuente: Autores

La *Figura 26* representa una segunda prueba progresiva, sus valores son menores en comparación de la *Figura 25* con un valor máximo de 49.13 KW en la batería y 36.95 KW en

las ruedas. La potencia en la rueda suele ser la más baja, dado que representa la potencia disponible para impulsar el automóvil y vencer las resistencias al movimiento.

6.5. Gráficas de eficiencia y velocidad.

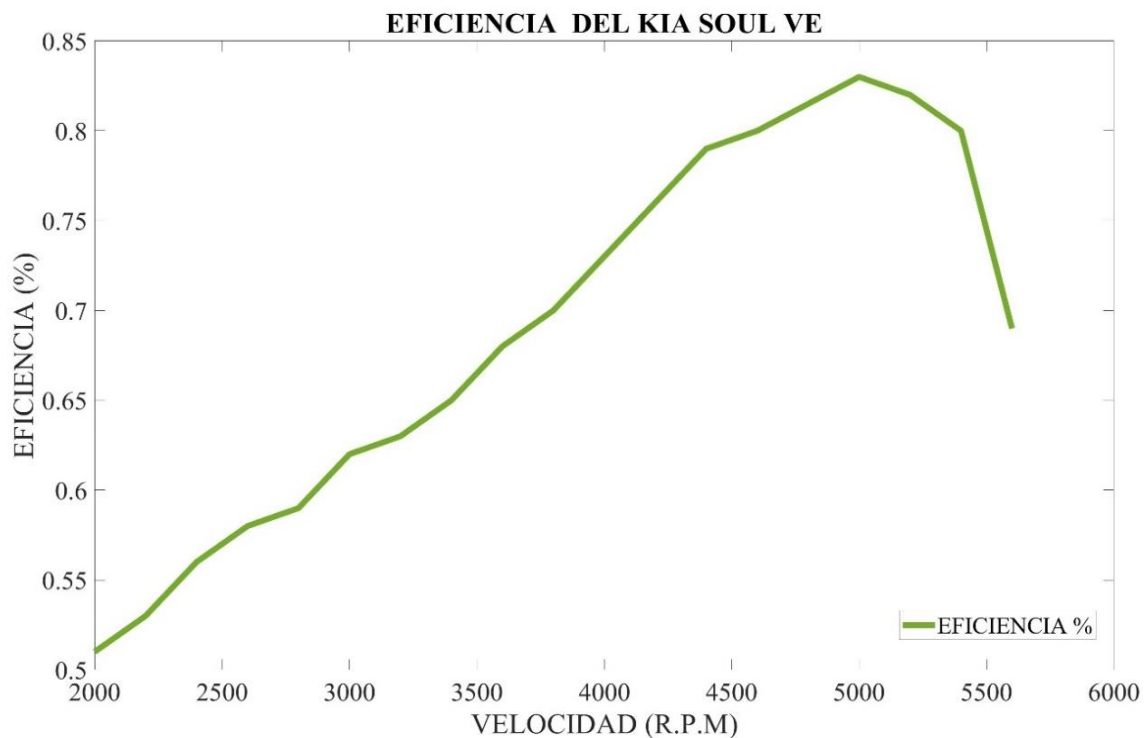
Al analizar los datos obtenidos de las *PRUEBAS EXPERIMENTALES 1 Y 2*, se puede observar la eficiencia energética de potencia en función de las r.p.m. La eficiencia hace referencia a la relación entre la potencia de salida útil y la potencia de entrada, indicando que tan eficiente es el sistema.

A continuación, se presenta las gráficas de eficiencia energética de la potencia:

PRUEBA EXPERIMENTAL 1:

Figura 28.

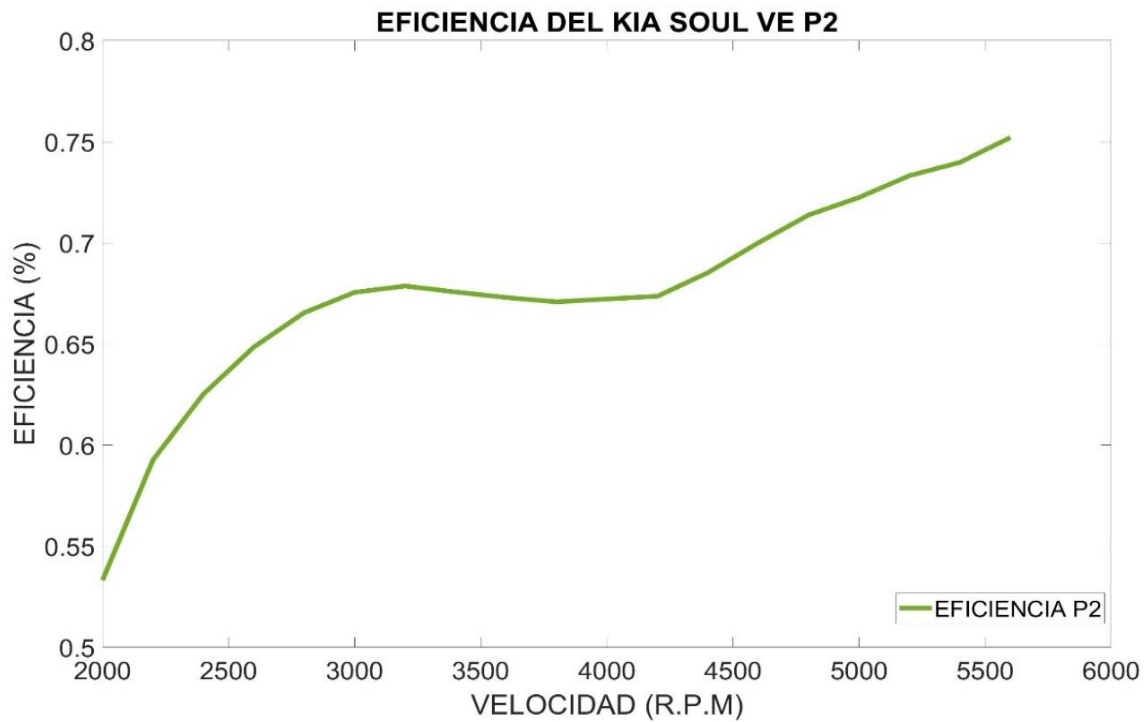
Gráficas de eficiencia energética Prueba 1.



Fuente: Autores

Figura 29.

Gráfica de eficiencia energética Prueba 2.



Fuente: Autores

6.6. Análisis de superficies

PRUEBA EXPERIMENTAL 1:

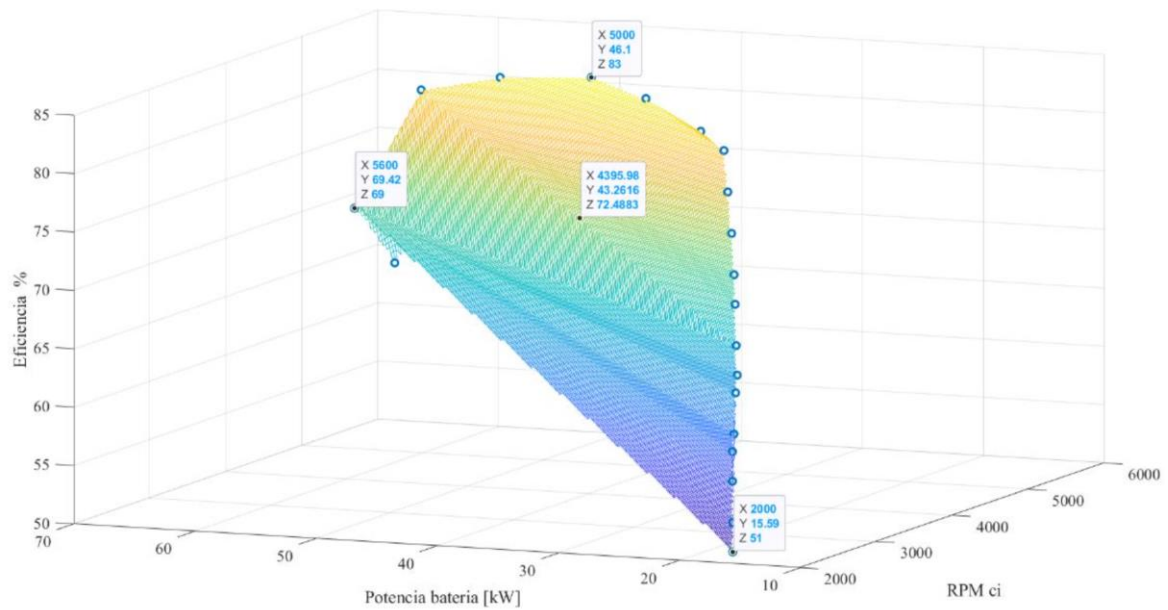
Potencia de la batería superficie

Podemos observar que la eficiencia varía a medida que aumenta la potencia en la batería. Sin embargo, en esta entrada, la eficiencia alcanza su valor más alto, que es del 83%. Por lo tanto, el pico máximo de eficiencia con respecto a la velocidad de giro del motor se encuentra a 5000 R.P.M.

En la figura a continuación destacamos los puntos, un valor alto, un valor medio, y un valor bajo.

Figura 30.

Superficie de la potencia de la batería.



Fuente: Autores

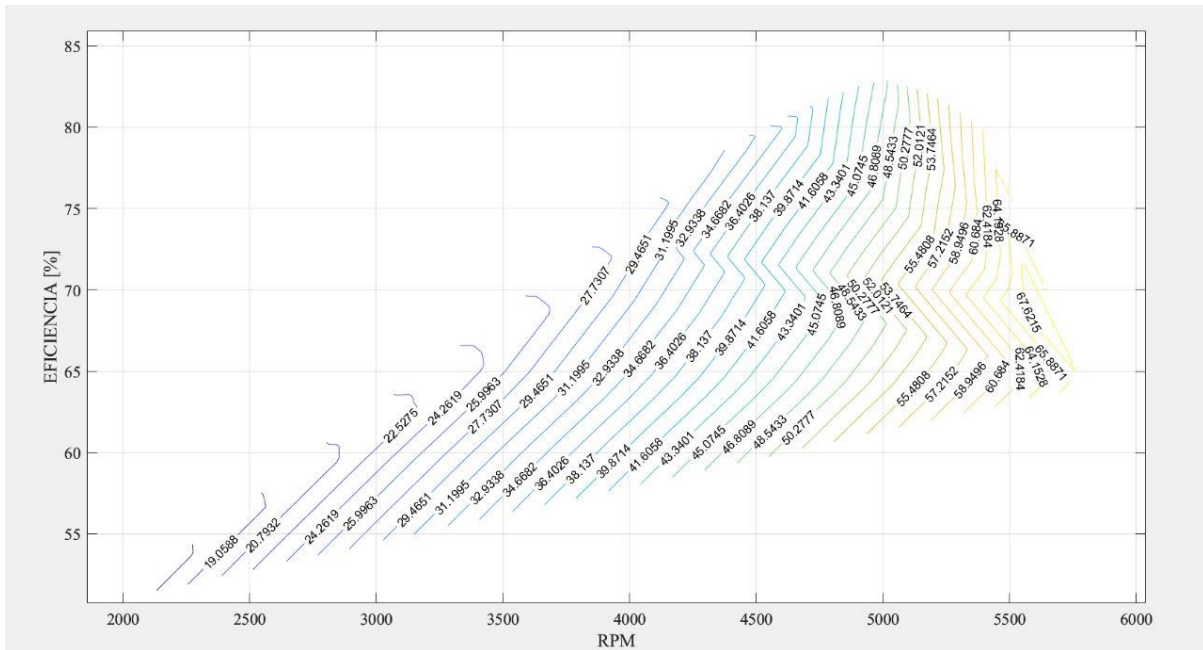
En la imagen se puede apreciar unos datos en los valores tomados, que destacamos un valor alto, un valor medio y un valor bajo.

Teniendo un valor pico de eficiencia del 83%, en esta prueba, un valor medio de 68%, y un valor bajo de 51%.

Estos valores corresponden a la potencia de la batería en vista superior de la superficie:

Figura 31.

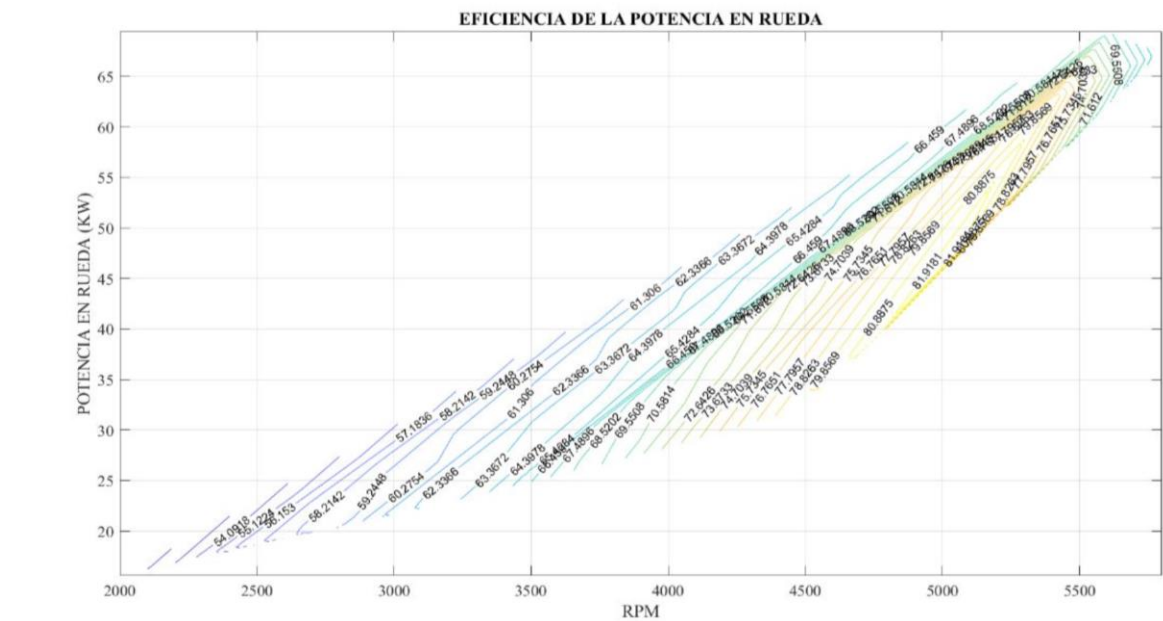
Gráfica de eficiencia energética en dos planos.



Fuente: Autores

Figura 32.

Mapa de eficiencia de la potencia en batería.



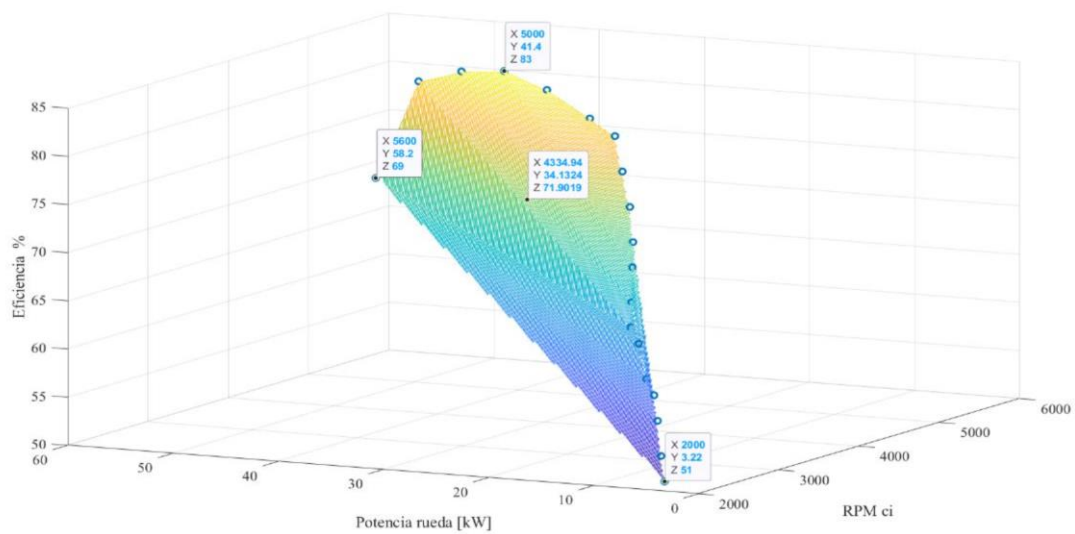
Fuente: Autores

Potencia en rueda superficie

Se tiene en cuenta que a medida que aumenta la salida en las ruedas, la eficiencia tiende a aumentar, especialmente en el rango donde se encuentra el pico de eficiencia máxima de 83 % a 5000 r.p.m. El pico mínimo que alcanza de eficiencia es de 51% a 2000 r.p.m.

Figura 33.

Superficie de la potencia en rueda.

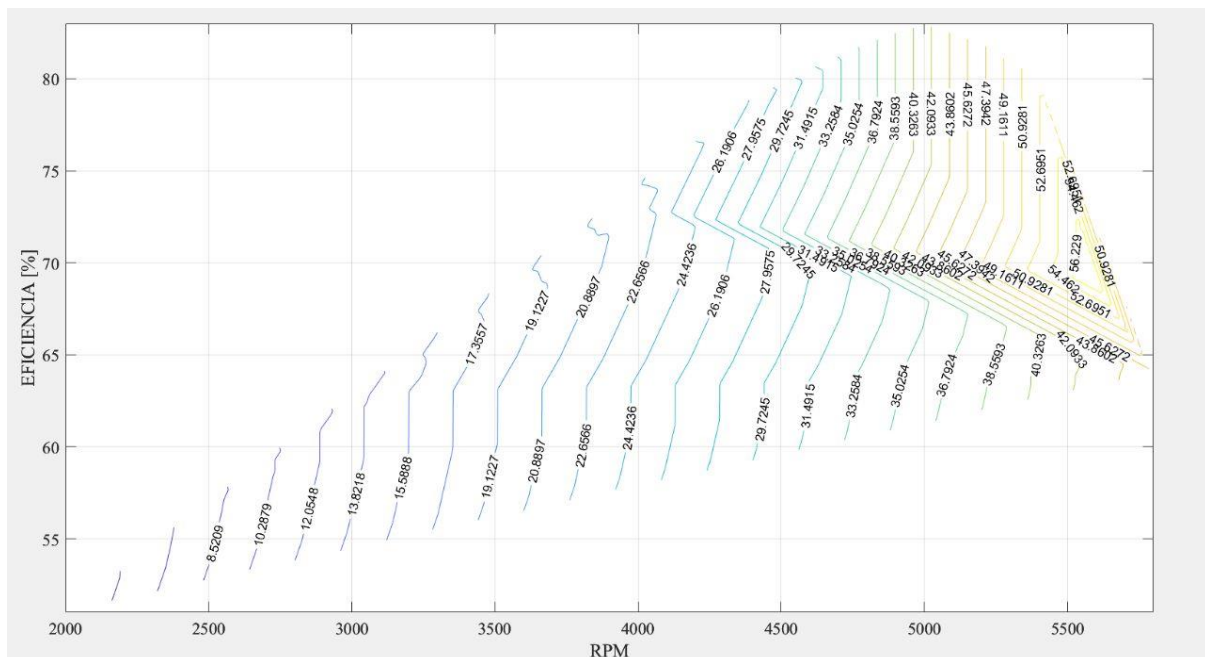


Fuente: Autores

Potencia en rueda vista superior de la superficie

Figura 34.

Vista superior de eficiencia de la potencia en batería.



Fuente: Autores

PRUEBA EXPERIMENTAL 2

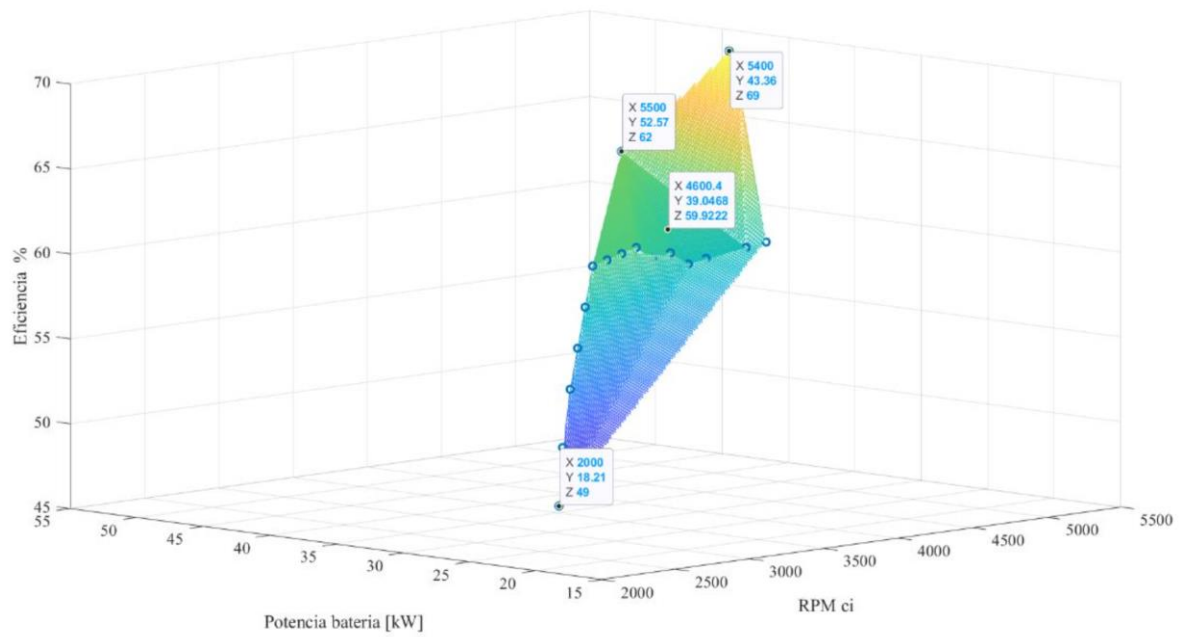
Superficie Potencia batería

Podemos observar que la eficiencia varía a medida que aumenta la potencia en rueda. Sin embargo, en esta entrada, la eficiencia alcanza su valor más alto, que es del 69%. Por lo tanto, el pico máximo de eficiencia con respecto a las RPM se encuentra a 5400 R.P.M.

En la figura a continuación destacamos los puntos, un valor alto, un valor medio, y un valor bajo.

Figura 35.

Superficie eficiencia de la potencia de la batería.

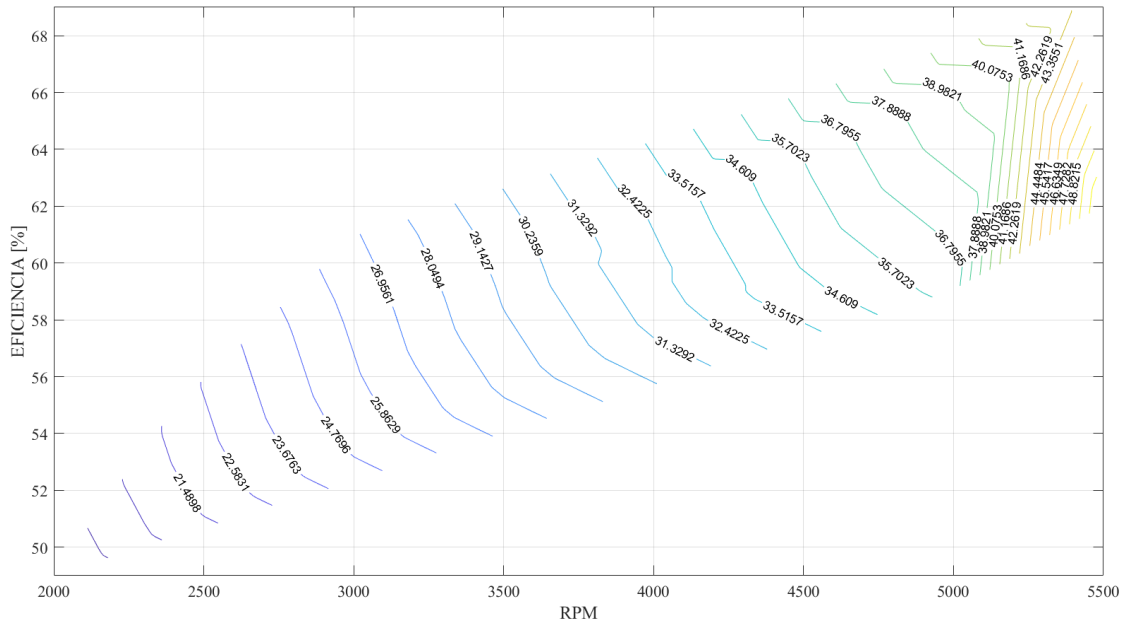


Fuente: Autores

En la siguiente figura, se muestra la representación de la gráfica anterior con una vista superior para que exista un mejor análisis de esta.

Figura 36.

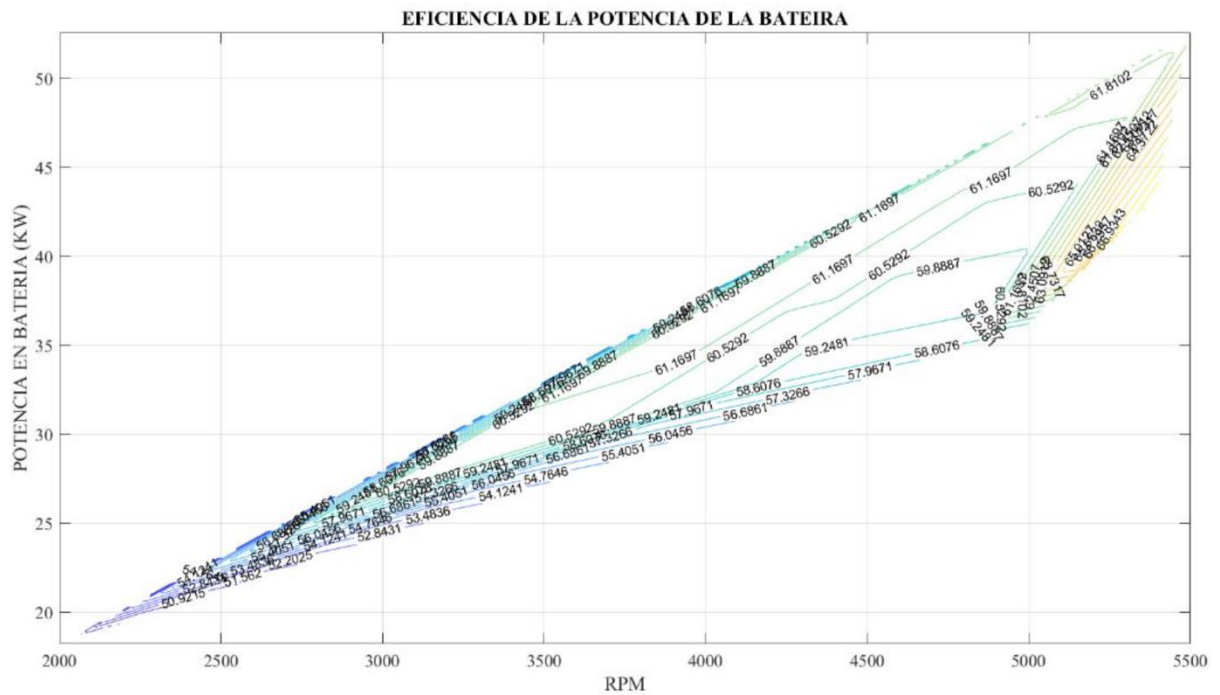
Vista superior de superficie de eficiencia.



Fuente: Autores

Figura 37.

Mapa de eficiencia de la batería.



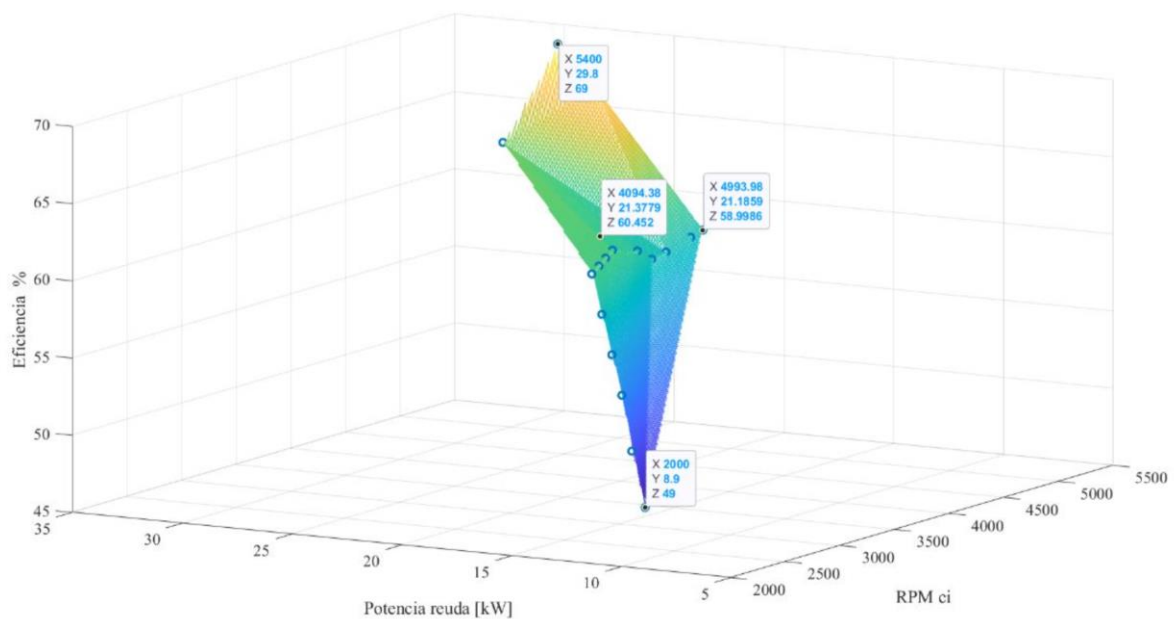
Fuente: Autores

Superficie potencia rueda

En general, la eficiencia aumenta a medida que aumentan las RPM hasta cierto punto, después del cual disminuye. Existe una relación sobre la eficiencia y las RPM del vehículo esta relación aumenta según aumenta las RPM y la eficiencia. Es importante saber como se muestra en la figura que si se quiere tener más velocidad (RPM), no podremos tener la máxima eficiencia en ese punto, como se aprecia en la figura, la eficiencia máxima se da en el punto de 5400 rpm, entrega 29,8 kW, dándonos una eficiencia de 69%.

Figura 38.

Superficie de eficiencia energética.



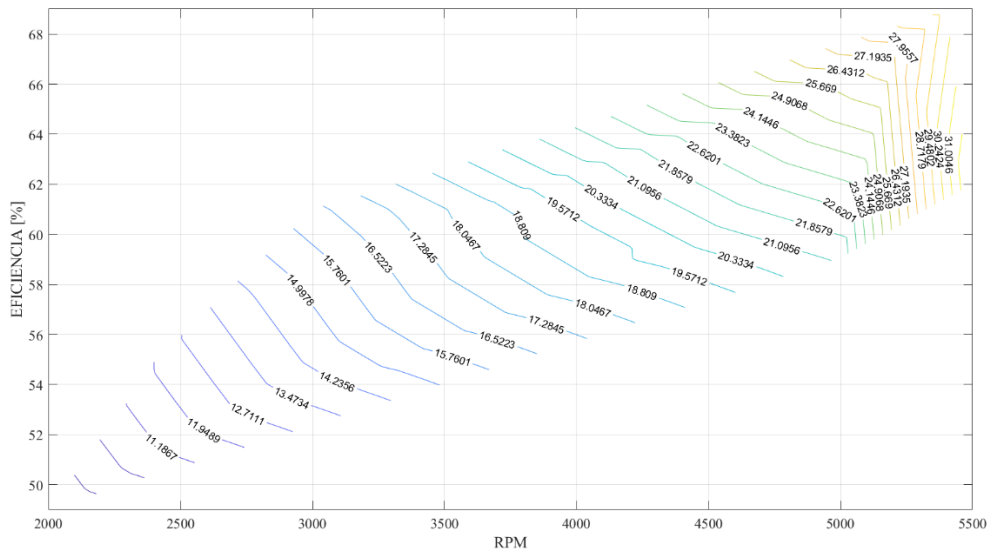
Fuente: Autores

Los valores mínimos podemos conocer que son a 2000 rpm, entrega 8,9 KW, comprendiendo una eficiencia de 49%.

En la siguiente figura, se muestra la representación de las graficas anterior con una vista superior para que exista un mejor análisis de esta.

Figura 39.

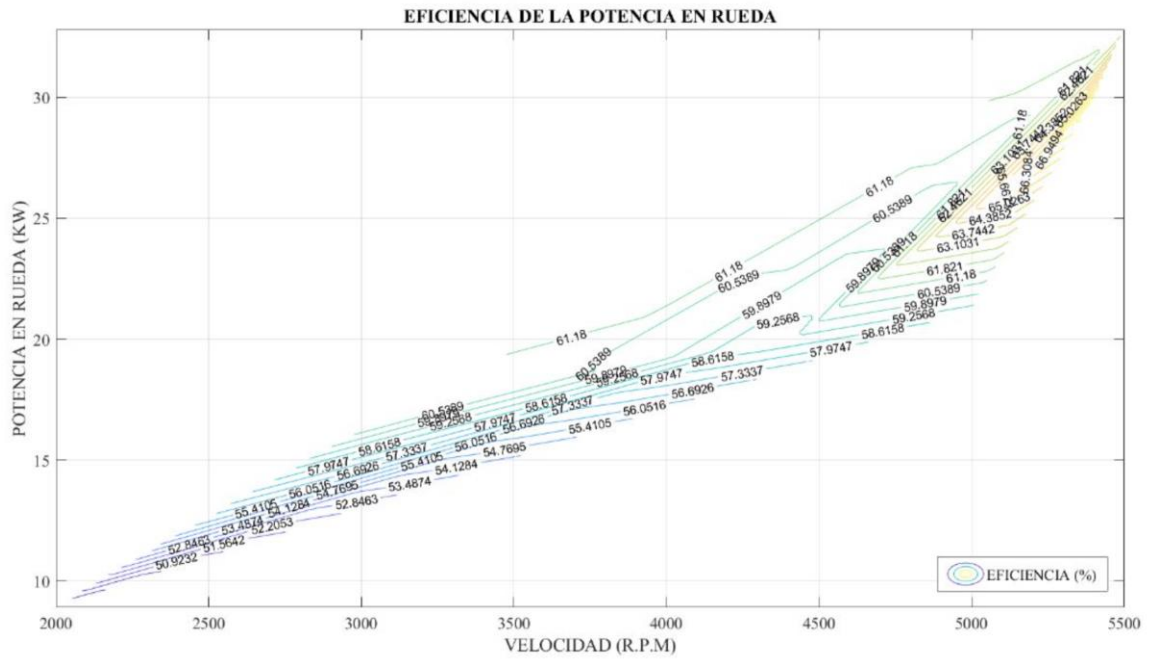
Vista superior de superficie de eficiencia.



Fuente: Autores

Figura 40.

Mapa de eficiencia de la potencia en rueda.



Fuente: Autores

Cada punto del gráfico corresponde a una combinación de valores de eficiencia y RPM. En general, encontramos que la eficiencia incrementa a medida que las R.P.M. aumentan hasta cierto punto y luego disminuyen. Parece haber una relación casi lineal positiva entre la eficiencia y las R.P.M. en el rango inicial, pero esta relación se debilita a medida que aumentan las R.P.M. Además, hay una discrepancia en los valores del giro del motor alrededor de 5600 con una caída significativa en la eficiencia.

En resumen, podemos decir que existe una relación general entre la eficiencia y las RPM, de modo que a medida que aumentan las RPM, primero aumenta la eficiencia y luego disminuye. Sin embargo, es importante señalar que estos datos representan una muestra específica y pueden no reflejar completamente el comportamiento general de la relación entre eficiencia y RPM en otros casos y sistemas.

7. CONCLUSIONES

El capítulo 1 se ha centrado en la compilación bibliográfica del estado de arte relacionado con la eficiencia energética de los vehículos eléctricos. A través de varios artículos y proyectos técnicos desarrollados por escritores nacionales e internacionales, se han analizado varios aspectos, como la medición de la potencia de torque y la pérdida, la incidencia de la pendiente en la autonomía, el consumo de energía y los costos operativos de los vehículos eléctricos.

El estudio ha producido resultados significativos. Por ejemplo, se ha encontrado que los inversores de vehículos eléctricos son muy eficientes, con una eficiencia promedio del 94.4%, mientras que la eficiencia del par alcanza un valor máximo del 86.8% y luego se reduce. La transmisión mecánica también muestra una alta eficiencia, con un valor del 93%.

Se ha demostrado que los vehículos híbridos son más factibles económicamente en términos de costo por kilómetro adoptado, con una ventaja del 19.7% en comparación con los vehículos eléctricos. Sin embargo, los vehículos eléctricos tienen beneficios en términos de costos de energía y mantenimiento preventivo.

Con respecto a la movilidad eléctrica en América Latina y su influencia en Ecuador, se ha observado un mayor interés en mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación del aire a través de la adopción de vehículos eléctricos. Ecuador ha experimentado un aumento importante en la venta de vehículos eléctricos, alcanzando un récord en 2022.

En el capítulo 2 esta sección describe la metodología utilizada en el proyecto para producir áreas de eficiencia energética del vehículo eléctrico (VE) Kia Soul 2016. El vehículo es la marca KIA, originaria de Corea del Sur, y está disponible en el Laboratorio de Ingeniería Universitaria del Politécnica de la Universidad.

El VE Kia Soul 2016 tiene un motor sincrónico de imanes permanentes y es alimentado por una batería de iones de litio con un voltaje nominal de 360 V. Tiene una bicicleta frontal y un engranaje con un grupo de velocidad.

Para obtener los valores de rendimiento en la bicicleta y ofrecer diferentes modos de operación para calcular el rendimiento en diferentes condiciones, incluido el rendimiento estático a una velocidad constante, rendimiento estático con tracto constante, potencia estática con R.P.M. Constantes y rendimiento dinámico con aceleración ajustable. Además, el banco dinamométrico ofrece una visualización gráfica y almacenamiento de varios parámetros, incluida la pérdida de rueda, electricidad, motor y par giratorio.

El software EmoLab es utilizado por el Grupo de Investigación de Ingeniería de Transporte de la Universidad Politécnica Salesiana en Cuenca, Ecuador. Este software está conectado a la placa del eje del vehículo a través de una conexión OBD -II y, entre otras cosas, transmite información VE relevante, como el consumo de energía, la potencia de carga disponible, el flujo de la batería, el motor eléctrico estimado y el par de temperatura y la temperatura de los módulos. El software genera un archivo CSV con 69 variables registradas con una frecuencia de 1 Hz.

En el capítulo 3 es importante tener en cuenta que la relación entre la potencia en rueda y la eficiencia puede estar influenciada por otros factores, como la potencia de la batería, la potencia del motor eléctrico y la velocidad del motor (RPM). Estos factores pueden afectar la eficiencia general del sistema de propulsión y pueden explicar las variaciones observadas en los datos.

En el presente caso nos centramos en ver la pérdida total de eficiencia en la cual nos damos cuenta, que en todas las pruebas coinciden en que los tramos de R.P.M. altos son los

que menos pérdidas tienen, esto podemos ver como un comportamiento normal y periódico en todas las pruebas.

Tras las pruebas experimentales se generaron las superficies, las cuales tenían un comportamiento similar, las cuales al poseer datos filtrados obtenemos graficas las cuales presentan mayor eficiencia al llegar a altas R.P.M, llegando a valores altos de potencia de entrada (Batería) y de salida (Rueda), esto demuestra que el VE es de 50% a 80% más eficiente.

8. RECOMENDACIONES

Dado el análisis realizado y los resultados obtenidos, es recomendable considerar el uso de las altas R.P.M. (revoluciones por minuto) en el motor eléctrico del vehículo eléctrico Kia Soul 2016 para lograr una mayor eficiencia energética. Las pruebas experimentales han demostrado que en estos tramos de R.P.M. altos se registran las menores pérdidas de eficiencia.

Para aprovechar al máximo esta característica, se sugiere implementar estrategias de control y gestión de energía que permitan mantener el motor eléctrico en rangos de R.P.M. altos cuando sea posible, especialmente en condiciones de alta demanda de potencia. Esto podría incluir ajustar la respuesta del acelerador, optimizar la distribución de potencia entre la batería y el motor eléctrico, y diseñar perfiles de conducción que fomenten el funcionamiento eficiente en las R.P.M. ideales.

Además, es importante considerar otros factores que puedan influir en la eficiencia general del sistema de propulsión, como la potencia de la batería y la velocidad del motor. Estos elementos deben ser tenidos en cuenta al diseñar estrategias de gestión energética y en la selección de perfiles de conducción óptimos.

También se recomienda utilizar el software EmoLab y los datos generados en las pruebas experimentales para realizar un seguimiento continuo del rendimiento y la eficiencia del vehículo eléctrico. Esto permitirá realizar ajustes y mejoras adicionales en el sistema de propulsión en función de la retroalimentación obtenida de las variables registradas en el archivo CSV.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Adrian Sigüenza, Jonathan Guamán, Milton Lojano. (2022). *Análisis comparativo de los costos operativos entre un vehículo eléctrico Kia Soul y un vehículo híbrido Toyota Prius en la ciudad de Cuenca*. Cuenca . Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21968>
- Alvarado, D. (17 de Junio de 2020). *Nitro*. Obtenido de Grupo reductor y diferencial: <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/grupo-reductor-y-diferencial.html#:~:text=El%20grupo%20reductor%20es%20dos,en%20direcci%C3%B3n%20de%20las%20ruedas>).
- Arcgis. (2023). *Análisis de regresión*. Recuperado el Junio de 2023, de <https://doc.arcgis.com/es/insights/latest/analyze/regression-analysis.htm#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20regresi%C3%B3n%20es,valor%20basado%20en%20el%20modelo>.
- Basco, B. (Junio de 2018). *e-Automotive*. Obtenido de ¿Cuándo nació el primer coche eléctrico de la historia?: <https://noticias-renting.aldautomotive.es/sabias-que-primer-coche-electrico-historia/>
- Blázquez, Jorge; Moreno, Jose. (2008). *Eficiencia Energetica, el vehiculo eléctrico*. Vigo: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo España. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/377/76.pdf>
- Garcia, J. (2019). *Modelización de las pérdidas energéticas de un vehículo ligero de tracción eléctrica*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, Valencia. Recuperado el Junio de 2023, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150141/Garc%C3%ADa%20-%20Modelizaci%C3%B3n%20de%20las%20p%C3%A9rdidas%20energ%C3%A9ticas%20de%20un%20veh%C3%ADculo%20ligero%20de%20tracci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica.pdf?sequence=1>
- Garcia, J. (2019). *MODELIZACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ENERGÉTICAS DE UN VEHÍCULO LIGERO DE TRACCIÓN ELÉCTRICA*. Valencia: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Recuperado el Junio de 2023, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150141/Garc%C3%ADa%20-%20Modelizaci%C3%B3n%20de%20las%20p%C3%A9rdidas%20energ%C3%A9ticas%20de%20un%20veh%C3%ADculo%20ligero%20de%20tracci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica.pdf?sequence=1>

- Hyundai. (2017). *Guía de respuesta ante emergencias*. Madrid: Hyundai España. Recuperado el Abril de 2023, de <https://www.hyundai.es/guiasdeemergencia/EV-Guia-de-Emergencia.pdf>
- Instituto Tecnológico de Canarias. (2008). *Energías Renovables y Eficiencia Energética*. Canarias: S.A. Obtenido de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- Julio, M., & Edin, A. (2018). *Caracterización de los sistemas del vehículo eléctrico Kia Soul EV*. Carrera de Ingeniería automotriz. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el Abril de 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15364/4/UPS-CT007551.pdf>
- Kampman, B. (2010). *Green Power for Electric Cars*. GreenPeace.
- KIA . (2016). *2016 Kia Soul EV*. Obtenido de Kia Media: <https://www.kiamedia.com/us/es/models/soul-ev/2016/specifications>
- Kreuzer, Fabian; Wilmsmeier, Gordon. (2014). *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe: Una hoja de ruta para la sostenibilidad*. América Latina: ONU. Recuperado el Abril de 2023, de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36798>
- MathWorks. (2023). *Matlab*. MathWorks Inc. Recuperado el 02 de Junio de 2023, de <https://la.mathworks.com/products/matlab.html>
- Maurad, J., A. E. (2018). *Caracterización de los sistemas del vehículo eléctrico Kia Soul EV*. Universidad Politécnica Salesiana , Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15364>
- Moeller Series. (2011). Arranque y control de motores trifásicos asíncronos. *Powering Business Worldwide*, 12. Recuperado el Mayo de 2023
- MOVE. (2019). *Estado de la Movilidad Eléctrica: Avances en América Latina y El Caribe y Oportunidades para la colaboración regional 2019*. PNUMA. Obtenido de <https://parlatino.org/wp-content/uploads/2017/09/movilidad-electrica-16-7-20.pdf>
- Muller, J. (2019). *National Geographic*. Obtenido de A brief History of Electric Cars: <https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/09/history-electric-cars/>
- Murias, D. (5 de Abril de 2020). *Motorpasion*. Obtenido de Anatomía de un coche eléctrico: su sencilla mecánica, al desnudo: <https://www.motorpasion.com/coches-electricos/anatomia-coche-electrico-su-sencilla-mecanica-al-desnudo>
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. París. Obtenido de https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf

- ONU. (2022). *Movilidad Eléctrica*. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente (PNUMA). Recuperado el Mayo de 2023, de <file:///C:/Users/dpyaw/Downloads/Reporte-de-Movilidad-Ele%CC%81ctrica-4ta-edicio%CC%81n.pdf>
- Orellana, L. (2001). *Estadística descriptiva*. Recuperado el Junio de 2023, de https://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.undp.org/es/latin-america/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- RACE. (25 de Agosto de 2022). *Los tipos de conectores que existen para los coches eléctricos*. Recuperado el Abril de 2023, de RACE: <https://www.race.es/tipos-de-conectores-para-coches-electricos>
- Reyes, N. (2018). *Diseño de un sistema regenerativo de carga de baterías con paneles solares para un vehículo eléctrico Kia Soul*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16402/1/UPS-CT007979.pdf>
- Song, B., Shin, J., Lee, S., Shin, S., Kim, Y., Jeon, S., & Jung, G. (16 de Abril de 2012). Design of a high power transfer pickup for on-line electric vehicle (OLEV). (IEEE, Ed.) *IEEE*, 4. doi:10.1109/IEVC.2012.6183285
- Tapia, E. (2023). *La venta de autos híbridos y eléctricos batió récord en 2022*. Primicias. Recuperado el Mayo de 2023, de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ventas-autos-electricos-hibridos-record/>
- Valladolid J. D., Maurad J. C., Armijos E. M. (2018). *Caracterización de los sistemas del vehículo eléctrico Kia Soul EV*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15364/4/UPS-CT007551.pdf>
- Valladolid, J. D. (2020). *Experimental performance evaluation of electric vehicles (EV) based on analysis of power and torque losses*. IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT). Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/9067241>
- Valladolid, J. D., Albarado, R., Mallahuari, D., & Patino, D. (2020). *Experimental Performance Evaluation of Electric Vehicles (EV) Based on Analysis of Power and Torque Losses*. ICIT 2020, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. CUENCA: IEEE International Conference on Industrial Technology. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9067241>

10. Anexos

VEHÍCULO ELÉCTRICO KIA SOUL VE

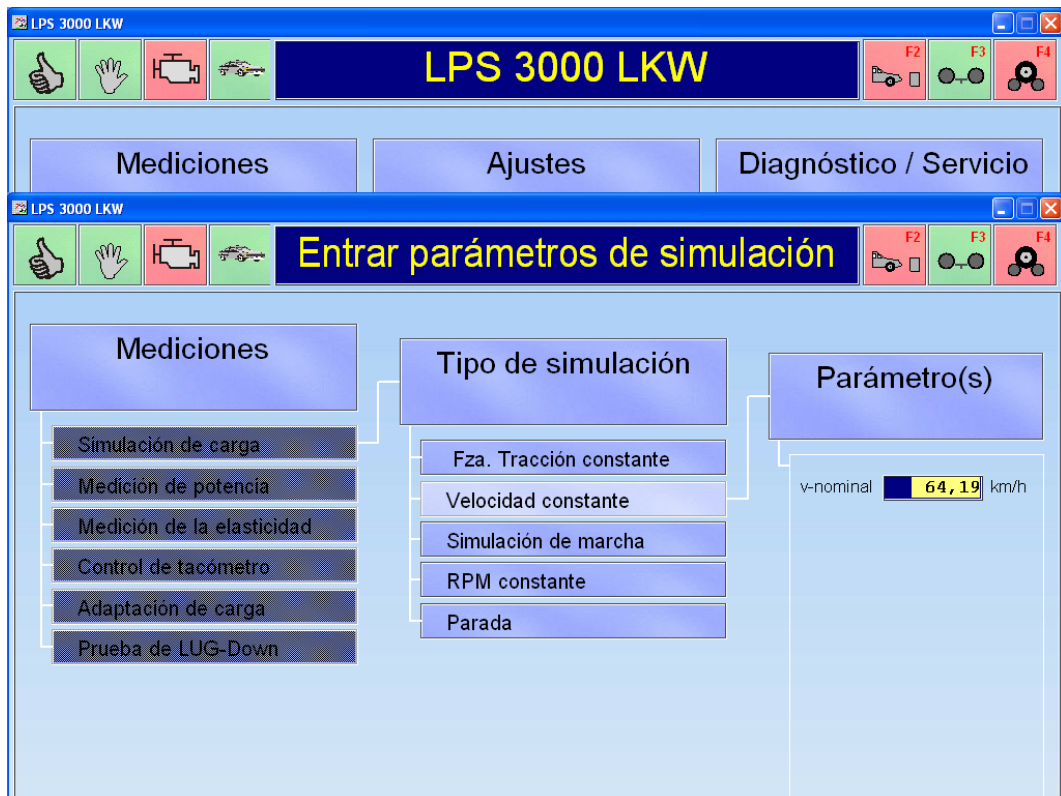




SOFTWARE MAHA LPS 3000







BANCO DINAMOMÉTRICO MAHA LPS 3000







SOFTWARE EMOLAB

EmoLab.vi 11:19:56

EMOLab AUTHOR: PAUL ORTIZ 28/03/2017 VERSION 2.0.1

VIN: KNAJP81EFG7009232 ID CALIBRACION: PSEVB4900R

CONECTADO: OFF

PRINCIPAL | GRAFICAS | VOLTAJE DE CELDAS | VARIABLES | IMU | TRAMAS | CONFIGURACION

PUERTO OBDII
No. Puerto: COM7 Baudrate: 115200

PUERTO MAVLINK
No. Puerto: COM5 Baudrate: 57600 Habilitar:

ALMACENAMIENTO DE DATOS
Nombre de Archivo: PRUEBA2 a 80 washima 13 Jun Grabando...
Direccion de Archivo: C:\Users\emolab\Documents\data\PRUEBA2 a 80 washima 13 Jun_1362023_1107.txt

ERRORES
status: code: -1073807339 OBDII source: VISA Write in CAN_serie.vi->EmoLab.vi

ADQUISICION DE DATOS
Tiempo: 10 [Seg]

SELECCIONE LOS DATOS A REGISTRAR

<input checked="" type="checkbox"/> acelerador	<input checked="" type="checkbox"/> bat_current	<input checked="" type="checkbox"/> bm1t	<input checked="" type="checkbox"/> bat_inlet_temp	<input checked="" type="checkbox"/> cum_charg_curr	<input checked="" type="checkbox"/> inver_cap_volt	<input checked="" type="checkbox"/> rpm_act	<input checked="" type="checkbox"/> mcu_temp	<input checked="" type="checkbox"/> soc_disp	<input checked="" type="checkbox"/> gear_b
<input checked="" type="checkbox"/> kmh	<input checked="" type="checkbox"/> bat_volt	<input checked="" type="checkbox"/> bm2t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_max_volt	<input checked="" type="checkbox"/> cum_discharg_curr	<input checked="" type="checkbox"/> rpm	<input checked="" type="checkbox"/> curr_phase_Arms	<input checked="" type="checkbox"/> heat_sink_temp	<input checked="" type="checkbox"/> gear_p	<input checked="" type="checkbox"/> eco_switch
<input checked="" type="checkbox"/> soc	<input checked="" type="checkbox"/> bat_aux_volt	<input checked="" type="checkbox"/> bm3t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_max_volt_#	<input checked="" type="checkbox"/> cum_charg_ener	<input checked="" type="checkbox"/> rpm2	<input checked="" type="checkbox"/> motor_torque_cmd	<input checked="" type="checkbox"/> bm6t	<input checked="" type="checkbox"/> gear_r	<input checked="" type="checkbox"/> charge_switch
<input checked="" type="checkbox"/> av_charg_power	<input checked="" type="checkbox"/> bat_max_temp	<input checked="" type="checkbox"/> bm4t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_min_volt	<input checked="" type="checkbox"/> cum_dischag_ener	<input checked="" type="checkbox"/> isolation_res	<input checked="" type="checkbox"/> motor_torque_est	<input checked="" type="checkbox"/> bm7t	<input checked="" type="checkbox"/> gear_n	<input checked="" type="checkbox"/> odometer
<input checked="" type="checkbox"/> av_discharg_power	<input checked="" type="checkbox"/> bat_min_temp	<input checked="" type="checkbox"/> bm5t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_min_volt_#	<input checked="" type="checkbox"/> cum_oper_time	<input checked="" type="checkbox"/> bat_aux_volt	<input checked="" type="checkbox"/> motor_temp	<input checked="" type="checkbox"/> bm8t	<input checked="" type="checkbox"/> gear_d	<input checked="" type="checkbox"/> Time PC

EmoLab.vi 11:18:19

EMOLab AUTHOR: PAUL ORTIZ 28/03/2017 VERSION 2.0.1

VIN: KNAJP81EFG7009232 ID CALIBRACION: PSEVB4900R

CONECTADO: OFF

PRINCIPAL | GRAFICAS | VOLTAJE DE CELDAS | VARIABLES | IMU | TRAMAS | CONFIGURACION

PUERTO OBDII
No. Puerto: COM7 Baudrate: 115200

PUERTO MAVLINK
No. Puerto: COM5 Baudrate: 57600 Habilitar:

ALMACENAMIENTO DE DATOS
Nombre de Archivo: PRUEBA2 a 80 washima 13 Jun Grabando...
Direccion de Archivo: C:\Users\emolab\Documents\data\PRUEBA2 a 80 washima 13 Jun_1362023_1107.txt

ERRORES
status: code: -1073807339 OBDII source: VISA Write in CAN_serie.vi->EmoLab.vi

ADQUISICION DE DATOS
Tiempo: 10 [Seg]

SELECCIONE LOS DATOS A REGISTRAR

<input checked="" type="checkbox"/> acelerador	<input checked="" type="checkbox"/> bat_current	<input checked="" type="checkbox"/> bm1t	<input checked="" type="checkbox"/> bat_inlet_temp	<input checked="" type="checkbox"/> cum_charg_curr	<input checked="" type="checkbox"/> inver_cap_volt	<input checked="" type="checkbox"/> rpm_act	<input checked="" type="checkbox"/> mcu_temp	<input checked="" type="checkbox"/> soc_disp	<input checked="" type="checkbox"/> gear_b
<input checked="" type="checkbox"/> kmh	<input checked="" type="checkbox"/> bat_volt	<input checked="" type="checkbox"/> bm2t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_max_volt	<input checked="" type="checkbox"/> cum_discharg_curr	<input checked="" type="checkbox"/> rpm	<input checked="" type="checkbox"/> curr_phase_Arms	<input checked="" type="checkbox"/> heat_sink_temp	<input checked="" type="checkbox"/> gear_p	<input checked="" type="checkbox"/> eco_switch
<input checked="" type="checkbox"/> soc	<input checked="" type="checkbox"/> bat_aux_volt	<input checked="" type="checkbox"/> bm3t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_max_volt_#	<input checked="" type="checkbox"/> cum_charg_ener	<input checked="" type="checkbox"/> rpm2	<input checked="" type="checkbox"/> motor_torque_cmd	<input checked="" type="checkbox"/> bm6t	<input checked="" type="checkbox"/> gear_r	<input checked="" type="checkbox"/> charge_switch
<input checked="" type="checkbox"/> av_charg_power	<input checked="" type="checkbox"/> bat_max_temp	<input checked="" type="checkbox"/> bm4t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_min_volt	<input checked="" type="checkbox"/> cum_dischag_ener	<input checked="" type="checkbox"/> isolation_res	<input checked="" type="checkbox"/> motor_torque_est	<input checked="" type="checkbox"/> bm7t	<input checked="" type="checkbox"/> gear_n	<input checked="" type="checkbox"/> odometer
<input checked="" type="checkbox"/> av_discharg_power	<input checked="" type="checkbox"/> bat_min_temp	<input checked="" type="checkbox"/> bm5t	<input checked="" type="checkbox"/> cell_min_volt_#	<input checked="" type="checkbox"/> cum_oper_time	<input checked="" type="checkbox"/> bat_aux_volt	<input checked="" type="checkbox"/> motor_temp	<input checked="" type="checkbox"/> bm8t	<input checked="" type="checkbox"/> gear_d	<input checked="" type="checkbox"/> Time PC