



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL
SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CICLOS URBANOS EN UNA
CIUDAD DE ALTITUD.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

MIGUEL ÁNGEL DÁVILA INTRIAGO

ROMMEL ANDRÉS LÓPEZ VICENTE

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL
SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CICLOS URBANOS EN UNA
CIUDAD DE ALTITUD**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: MIGUEL ÁNGEL DÁVILA INTRIAGO

ROMMEL ANDRÉS LÓPEZ VICENTE

DIRECTOR: ING. CELIN ABAD PADILLA PADILLA

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Miguel Ángel Dávila Intriago & Rommel Andrés López Vicente

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Miguel Ángel Dávila Intriago & Rommel Andrés López Vicente, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de enero de 2024



Miguel Ángel Dávila Intriago
131318379-8



Rommel Andrés López Vicente
100355674-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CICLOS URBANOS EN UNA CIUDAD DE ALTITUD**, realizado por los señores: **MIGUEL ÁNGEL DÁVILA INTRIAGO** y **ROMMEL ANDRÉS LÓPEZ VICENTE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Cristian David Redroban Dillon PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-01-19
Ing. Celin Abad Padilla Padilla. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-01-19
Ing. Ángel José Quevedo Ríos ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-01-19

DEDICATORIA

A mis padres Humberto López y Yolanda Vicente quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos Edison, Mauricio y Evelyn por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

Rommel López

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la Escuela de Ingeniería Automotriz por contribuir en mi formación estudiantil. A cada uno de los docentes y autoridades de la facultad, gracias por brindarme sus enseñanzas y compartir cada uno de sus conocimientos a lo largo de esta vida estudiantil, un agradecimiento sincero al Ingeniero Celín Padilla y al Ingeniero Ángel Quevedo, por brindarme su amistad y su apoyo en el desarrollo de esta investigación. A mis amigos y compañeros durante mi vida universitaria, son quienes supieron entenderme y apoyarme en las buenas, malas, ellos son los que nos dieron la luz para elegir si uno quiere salir adelante en la carrera o persistir a su debido tiempo, aquellos amigos que con el tiempo se convirtieron en hermanos siempre los voy a llevar en el corazón mil gracias por todo.

Rommel López

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
<i>1.3.1. Objetivo General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>3</i>

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Vehículos eléctricos	4
<i>2.1.1. Definición</i>	<i>4</i>
<i>2.1.2. Componentes principales del vehículo eléctrico</i>	<i>4</i>
<i>2.1.2.1. Motor eléctrico.....</i>	<i>4</i>
<i>2.1.2.2. Cargador.....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.2.3. Batería.....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.2.4. Inversor.....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.3. Características del vehículo eléctrico</i>	<i>5</i>
<i>2.1.4. Tipos de recarga para vehículos eléctricos.....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.5. Estaciones de recarga para vehículos eléctricos</i>	<i>6</i>
2.2. Ciclos de conducción	8
<i>2.2.1. Definición</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2. Tipos de ciclos de conducción.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2.1. Ciclo de conducción NEDC</i>	<i>8</i>

2.2.2.2. <i>Ciclo de conducción FTP – 75</i>	9
2.2.3. <i>Técnicas para el desarrollo de ciclos de conducción</i>	10
2.2.3.1. <i>Técnica On-Board</i>	10
2.2.3.2. <i>Técnica de la persecución del vehículo</i>	11
2.3. <i>Dinámica del vehículo</i>	11
2.3.1. <i>Fuerza en rueda</i>	11
2.3.2. <i>Fuerza de arrastre</i>	12
2.3.3. <i>Resistencia a la rodadura</i>	12
2.3.4. <i>Resistencia debido a la pendiente</i>	12
2.3.5. <i>Resistencia debido a la inercia</i>	13
2.3.6. <i>Torque en rueda</i>	13
2.3.7. <i>Potencia en rueda</i>	14
2.3.8. <i>Energía en rueda</i>	14
2.3.9. <i>Potencia eléctrica</i>	14
2.3.10. <i>Método de las mínimas diferencias ponderadas</i>	15

CAPÍTULO III

3. <i>MARCO METODOLÓGICO</i>	16
3.1. <i>Equipos</i>	16
3.1.1. <i>Vbox Sport Racelogic</i>	16
3.1.2. <i>ELM327 Wifi OBDII</i>	16
3.1.3. <i>Sensor de corriente y tensión</i>	17
3.2. <i>Metodología</i>	17
3.2.1. <i>Selección de rutas de pruebas</i>	17
3.2.2. <i>Vehículo para toma de datos</i>	19
3.2.3. <i>Instrumentación del vehículo</i>	20
3.2.3.1. <i>Instalación de los equipos OBD-II Y VBOX.</i>	20
3.2.3.2. <i>Instalación del equipo de medición de voltaje y amperaje.</i>	20
3.2.4. <i>Selección de parámetros</i>	21
3.2.4.1. <i>Aplicación Torque Pro</i>	21
3.2.4.2. <i>Software VBOX - GPS</i>	21
3.2.5. <i>Levantamiento de Datos</i>	22
3.2.6. <i>Análisis de datos</i>	22

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	23
4.1.	Resultados de la energía consumida en rueda	23
<i>4.1.1.</i>	<i>Parámetros para la obtención del ciclo de conducción</i>	<i>23</i>
<i>4.1.2.</i>	<i>Parámetros obtenidos de cada ruta.....</i>	<i>25</i>
<i>4.1.3.</i>	<i>Energía consumida en rueda.....</i>	<i>26</i>
4.2.	Resultados de la comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería.....	26
4.3.	Resultados de la demanda energética del vehículo eléctrico debido a la variación geográfica	27
<i>4.3.1.</i>	<i>Variación geográfica de la ruta 1</i>	<i>27</i>
<i>4.3.2.</i>	<i>Variación geográfica de la ruta 2</i>	<i>29</i>
<i>4.3.3.</i>	<i>Variación geográfica de la ruta 3.....</i>	<i>31</i>
4.4.	Propuesta de protocolo para realizar el registro de datos de un vehículo eléctrico	33
	CONCLUSIONES.....	34
	RECOMENDACIONES.....	35
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Tipos de conectores para EV y HEV	6
Tabla 4-1: Ciclo de conducción típico de la Ruta 1	23
Tabla 4-2: Ciclo de conducción típico de la Ruta 2	24
Tabla 4-3: Ciclo de conducción típico de la Ruta 3	25
Tabla 4-4: Resultados obtenidos de cada ruta.....	26
Tabla 4-5: Resultados de la energía consumida en rueda	26
Tabla 4-6: Comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería	27
Tabla 4-7: Características de la variación geográfica de la Ruta 1	28
Tabla 4-8: Características de la variación geográfica de la Ruta 2	29
Tabla 4-9: Características de la variación geográfica de la Ruta 3	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Vehículo eléctrico.....	4
Ilustración 2-2:	Eficiencias mecánicas y energéticas del VE.....	5
Ilustración 2-3:	Ciclo de conducción.....	8
Ilustración 2-4:	New European Driving Cycle (NEDC)	9
Ilustración 2-5:	Federal Test Procedure (FTP-75).....	10
Ilustración 2-6:	Resistencias y fuerzas que se oponen al avance del vehículo.....	11
Ilustración 3-1:	Dispositivo VBOX Sport.....	16
Ilustración 3-2:	Dispositivo ELM 327.....	16
Ilustración 3-3:	Dispositivo medidor de amperaje y voltaje.....	17
Ilustración 3-4:	Metodología aplicada en la investigación.....	17
Ilustración 3-5:	Ruta 1.....	18
Ilustración 3-6:	Ruta 2.....	18
Ilustración 3-7:	Ruta 3.....	19
Ilustración 3-8:	Vehículo eléctrico DFSK.....	19
Ilustración 3-9:	Conexión del equipo VBOX y OBD II.....	20
Ilustración 3-10:	Conexión del equipo medidor de amperaje y voltaje.....	20
Ilustración 3-11:	Parámetros en la aplicación Torque Pro	21
Ilustración 3-12:	Parámetros en el VBOX - GPS	21
Ilustración 4-1:	Ciclo de conducción representativo de la ruta 1	23
Ilustración 4-2:	Ciclo de conducción representativo de la ruta 2	24
Ilustración 4-3:	Ciclo de conducción representativo de la ruta 3	25
Ilustración 4-4:	Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 1.....	28
Ilustración 4-5:	Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 1	29
Ilustración 4-6:	Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 2.....	30
Ilustración 4-7:	Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 2	30
Ilustración 4-8:	Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 3.....	31
Ilustración 4-9:	Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 3	32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 1

ANEXO B: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 2

ANEXO C: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 3

ANEXO D: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 1

ANEXO E: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 2

ANEXO F: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 3

ANEXO G: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 1

ANEXO H: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 2

ANEXO I: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 3

ANEXO J: GUÍA DEL USUARIO DE VBOX SPORT

ANEXO K: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VE DFSK GLORY E3

RESUMEN

La industria automotriz ecuatoriana actualmente está trabajando en la inclusión de nuevas tecnologías de movilidad, pero debido a la falta de conocimiento en cuanto a la autonomía y garantías que los vehículos eléctricos ofrecen, reducen el interés de los usuarios por adquirir estos vehículos. Por lo tanto, el presente trabajo determinó la demanda energética de un vehículo eléctrico y el análisis del rendimiento del sistema de propulsión por medio de ciclos urbanos en una ciudad de altitud, optando por el método analítico - sintético el cual nos permitió desde una toma de datos, la generación de variables que posteriormente fueron analizadas, para su ejecución se realizaron un total de 19 viajes cubriendo las zonas más transitadas y concurridas de la ciudad de Ambato. Para la obtención del ciclo típico de conducción se aplicó el método estadístico de las mínimas diferencias ponderadas mientras que la demanda energética fue establecida a partir de la aplicación de la dinámica vehicular, este análisis, junto con otros parámetros, determinaron el consumo energético del vehículo eléctrico. De manera que, los datos obtenidos en estas rutas ayudaron a realizar un análisis estimativo del consumo de energía eléctrica, estableciendo que la fuerza debido a la pendiente y la fuerza de inercia representan un porcentaje significativo en el consumo energético en rueda por las condiciones geográficas de cada ruta y además porque estas fuerzas dependen directamente de la masa vehicular. Por lo tanto, se determinó el ciclo de conducción representativo de cada una de las rutas y el valor de la demanda energética donde el recorrido 5 de la ruta 1 generó un consumo de energía en rueda de 4,64 kWh, el recorrido 1 de la ruta 2 con un consumo de 6,77 kWh y el recorrido 5 de la ruta 3 con un consumo energético de 3,91 kWh.

Palabras clave: <CICLO DE CONDUCCIÓN> <DEMANDA ENERGÉTICA> <DINÁMICA VEHICULAR> <VEHÍCULO ELÉCTRICO> <AMBATO (CANTÓN)>

0183-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

The Ecuadorian automotive industry is currently working on the inclusion of new mobility technologies, but due to the lack of knowledge regarding the autonomy and guarantees that electric vehicles offer, they reduce the interest of users in acquiring these vehicles. Therefore, this work determined the energy demand of an electric vehicle and the analysis of the performance of the propulsion system by means of urban cycles in an altitude city, opting for the analytical-synthetic method which allowed us from a data collection, the generation of variables that were later analyzed, for its execution a total of 19 trips were made covering the busiest and crowded areas of Ambato city. To obtain the typical driving cycle, the statistical method of the minimum weighted differences was applied, while the energy demand was established from the application of vehicle dynamics, this analysis, together with other parameters, will determine the energy consumption of the electric vehicle. Thus, the data obtained in these routes helped to perform an estimated analysis of the electrical energy consumption, establishing that the force due to the slope and the inertia force represent a significant percentage in the wheel energy consumption due to the geographic conditions of each route and because these forces depend directly on the vehicle mass. Therefore, the representative driving cycle of each of the routes and the value of the energy demand were determined where route 5 of route 1 generated a wheel energy consumption of 4.64 kWh, journey 1 of route 2 with a consumption of 6,77 kWh and journey 5 of route 3 with an energy consumption of 3,91 kWh.

Keywords: <ELECTRIC VEHICLE> <DRIVING CYCLE> <ENERGY DEMAND>
<VEHICULAR DYNAMICS> <AMBATO (CANTON)>.



Lic. Sandra Paulina Porrás Pumalema MSc.

C.I. 0603357062

INTRODUCCIÓN

Los vehículos eléctricos (VE) son una alternativa para la movilidad sostenible. El término ha surgido en los últimos años debido a la necesidad de abordar cuestiones ambientales y sociales. Por este motivo, gobiernos, fabricantes de automóviles y organismos internacionales están tratando de incluir los vehículos eléctricos en todo el mundo. El mercado automotriz del Ecuador se ha propuesto disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, evitando depender el uso de combustibles fósiles. Promoviendo de esta manera el ingreso y comercialización de los vehículos eléctricos en el país, convirtiéndose en una alternativa ecológica que promueve el uso de energías limpias (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

El estudio del consumo de energía del VE a través de ciclos de conducción otorga la oportunidad de informar a los usuarios el comportamiento del vehículo en condiciones reales de manejo, bajo condiciones específicas de movilización tomando como referencia las vías más concurridas de la ciudad, las que exigieron al vehículo eléctrico un mayor rendimiento y realizar un análisis estimado del consumo de energía, posibilitando la predicción de la autonomía de operación dentro de la ciudad. Además, se propuso estudiar las fuerzas que se oponen al avance del vehículo mediante la aplicación de la dinámica vehicular.

Con respecto al capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, los motivos por los que se escogió el tema de este trabajo y así mismo la justificación con la que se analizó los factores que intervienen en el consumo energético con la selección del ciclo de conducción por cada ruta, el cual emitió datos reales para el estudio.

En el capítulo II se incluye los aspectos importantes dentro del marco teórico referencial como: definiciones, componentes y características de un vehículo eléctrico, así como el desarrollo de los ciclos de conducción y la aplicación de la dinámica vehicular.

En el capítulo III mediante la revisión de fuentes bibliográficas, se establece los equipos o instrumentos que se requieren para la obtención de datos, selección de rutas y construcción del ciclo de cada una de ellas, además se establecen los pasos para el procedimiento de la obtención del ciclo de conducción.

En el capítulo IV se analizaron los datos para determinar el ciclo de conducción y se procedió a aplicar la dinámica de vehículos, con el fin de determinar las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo y por lo tanto las que influyen en el consumo energético.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en nuestro país contamos con una industria automotriz muy amplia, dedicada al desarrollo de nuevas tecnologías de movilización las cuales por falta de conocimientos son un punto muy delicado para los nuevos usuarios de los vehículos eléctricos debido a que dicha tecnología necesita ser difundida mediante información precisa sobre la autonomía y garantías que ofrece el vehículo y que por la falta de la misma reduce el interés en adquirir estos vehículos por parte de los usuarios (Obeda & Marín, 2019).

El cantón Ambato al estar situado a 2580 msnm, con una presión atmosférica de 103 kPa en promedio y por los relieves irregulares de su geografía permiten exigir el torque y potencia de un vehículo eléctrico para su movilización, es así que, se puede generar un estudio dedicado al consumo energético más exhaustivo, considerando las dificultades de transitar en este territorio y las condiciones de manejo propias de cada habitante (GAD Municipalidad Ambato, 2018).

1.2. Justificación

El parque automotor del Ecuador y el progresivo crecimiento vehicular producen la mayor parte de contaminación ambiental que afecta al país, el estudio de los vehículos eléctricos y su autonomía son una alternativa para controlar las emisiones de gases contaminantes con el fin de mejorar la calidad de vida, tanto en bienestar ambiental como social aplicando la movilidad sostenible que ofrecen estos vehículos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

La importación de vehículos híbridos eléctricos (VHE) al tener la misma consideración del no pago de aranceles reduce el incremento de venta de los VE debido a que los usuarios prefieren un VHE ya que su autonomía es más prolongada. Según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), en el mes de octubre se vendieron 302 vehículos eléctricos, 170 unidades más que el mes anterior. Gracias al libre ingreso de los VE al país su venta según datos de la AEADE se ha incrementado en un 56,79 % con relación a las ventas mensuales de enero – octubre del año 2022 y 2023 (AEADE, 2023).

El sector del transporte en el país demanda cerca del 49% de la energía producida e importada, y es responsable de alrededor del 50% de gases de efecto invernadero. Así mismo, el 94% de las emisiones del sector son producidas por el transporte terrestre (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

Esta investigación busca determinar la potencia y energía requerida en el movimiento del vehículo, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas emitidas por el fabricante y comprobar la demanda energética que puede proporcionar el vehículo eléctrico en condiciones reales de conducción después de pasar por el estudio dinámico del movimiento.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la demanda energética en un vehículo eléctrico y análisis del rendimiento del sistema de propulsión en ciclos urbanos en una ciudad de altitud.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar los datos experimentales; tiempo, distancia, velocidad, amperaje y voltaje, durante el recorrido aplicado a las tres rutas en la ciudad.
- Determinar el consumo energético del vehículo aplicando las ecuaciones de la dinámica vehicular.
- Comparar los resultados obtenidos del análisis del consumo de energía en rueda y el consumo de la batería.
- Comprobar si la variación geográfica de la ciudad influye en la demanda energética de un vehículo eléctrico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Vehículos eléctricos

2.1.1. Definición

El vehículo eléctrico solo utiliza energía eléctrica como fuente de alimentación, la distancia de conducción máxima es proporcional a la capacidad de almacenamiento de la batería, la capacidad de almacenamiento de la batería es mayor en comparación con la capacidad del VHE y el Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable (PHEV).

En los vehículos eléctricos lo más común es encontrar un sistema eléctrico y mecánico que mediante el uso de uno o varios motores eléctricos toman la energía almacenada dentro del pack de baterías en forma de energía química que a su vez la transforman en energía eléctrica para proporcionar movimiento a las ruedas del vehículo, a diferencia de los vehículos de combustión interna que obtienen su energía de la combustión de gasolina o diésel (Montecelos, 2019).



Ilustración 2-1: Vehículo eléctrico

Fuente: Murias, 2020

2.1.2. Componentes principales del vehículo eléctrico

2.1.2.1. Motor eléctrico

Es un componente eléctrico que se encarga de transformar la energía eléctrica en energía mecánica para generar el movimiento de las ruedas del vehículo (Montecelos, 2019).

2.1.2.2. Cargador

Es un circuito electrónico que cumple con la finalidad de tomar la energía eléctrica de la red pública ya sea corriente alterna o continua para alimentar la batería principal del vehículo (Montecelos, 2019).

2.1.2.3. Batería

Tiene como función principal almacenar la energía eléctrica en forma de energía química para mantener la alimentación del vehículo, las dimensiones de esta varían según los materiales con los cuales está construida y la capacidad específica que requiera el vehículo respecto a la potencia (Montecelos, 2019).

2.1.2.4. Inversor

Es un conjunto de circuitos electrónicos encargados de transformar la corriente continua de la batería en corriente alterna con la cual funcionan los motores eléctricos (Montecelos, 2019).

A continuación, se presenta las eficiencias de los componentes del vehículo eléctrico:

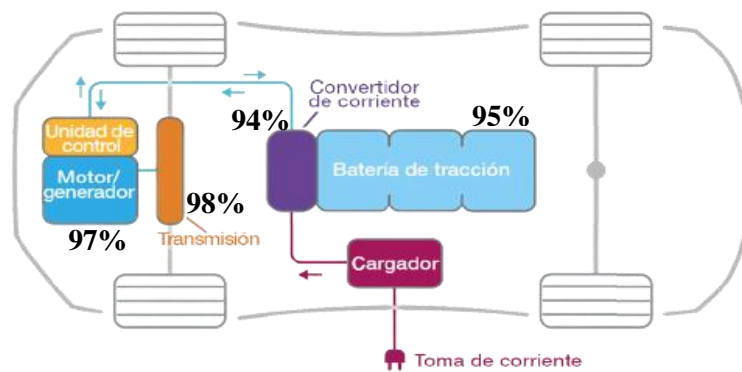


Ilustración 2-2: Eficiencias mecánicas y energéticas del VE

Fuente: Montecelos, 2019

2.1.3. Características del vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos son considerados más sencillos mecánicamente en comparación con los vehículos de combustión interna ya que utiliza un sistema donde la energía eléctrica pasa hasta el motor eléctrico el cual transfiere la energía mecánica directamente a las ruedas. Los motores utilizados generalmente en los vehículos eléctricos son motores asíncronos los cuales requieren de poco mantenimiento y son muy fiables. El principal problema reconocido de los vehículos

eléctricos es su actual baja autonomía que ronda los 200 km para vehículos comerciales y la larga demora de sus recargas lo cual dificulta mucho la posibilidad de realizar viajes largos (Duque & Rocayo, 2018).

2.1.4. Tipos de recarga para vehículos eléctricos

La limitación en la capacidad de carga de los vehículos eléctricos es un problema de actualidad ya que a diferencia del repostaje de combustible que es una actividad que toma solo minutos para efectuarse la recarga eléctrica es una actividad que toma mucho más tiempo y la infraestructura para proveer dichas recargas es muy ausente generando la duda de cómo puede el usuario obtener dicha conexión eléctrica.

Los tipos de carga para un vehículo eléctrico varían según las capacidades de los puntos de carga y la capacidad del vehículo para recibirlos, aunque principalmente se dividen en carga lenta y carga rápida.

La carga lenta efectuada con corriente alterna con voltajes que van de 100 a los 250 voltios las cuales se pueden dar en una conexión a la red pública en el domicilio ya sea este individual o en un conjunto residencial.



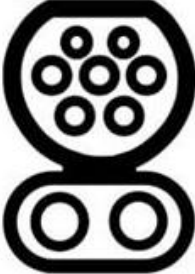


La carga rápida se efectúa con corriente directa con voltajes de hasta 800 voltios la cual permite cargar al vehículo en un menor tiempo, esta carga se obtiene en estaciones de carga públicas o privadas en forma de parqueaderos dedicados a la recarga de vehículos eléctricos (Duque & Rocayo, 2018).

2.1.5. Estaciones de recarga para vehículos eléctricos

Las distintas estaciones de carga están divididas según su tipo de conector los cuales tienen diseños estandarizados según los modelos podemos encontrar comúnmente:

Tabla 2-1: Tipos de conectores para EV y HEV

Tipo	Gráfica	Características
SAE J1772		Considerado uno de los cargadores más implementados en países no europeos para carga de tipo uno proporcionando una carga lenta a 110 v

Mennekes		Es el tipo de cargador más común para Europa ya que entrega una carga tipo dos que se refiere a una corriente bifásica para carga en casa
CCS combo 1		Es un cargador que combina al modelo SAE J1772 más un conector en la parte inferior para carga en corriente directa para carga rápida
CCS combo 2		Es un cargador que combina al modelo Menneskes y un conector adicional en la parte inferior para carga rápida en corriente directa siendo el más común utilizado por los fabricantes para el mercado europeo
CHAdeMO		Es un cargador de diseño Japones para proporcionar carga rápida utilizando corriente continua de 500 voltios
Supercargador Tesla		Diseñado por la empresa Tesla para uso en vehículos Tesla ofrece carga rápida

Fuente: Montecelos,2019

Realizado por: Dávila & López, 2023

2.2. Ciclos de conducción

2.2.1. Definición

Un ciclo de conducción es un conjunto de tiempos y velocidades, que sirven para representar un patrón típico de manejo de un vehículo, en un área de estudio previamente determinada. Los ciclos de conducción son fundamentales para determinar la cantidad de emisiones contaminantes de un vehículo, desarrollar el diseño del tren motriz de los vehículos, estimar la potencia y energía necesaria para el movimiento de un vehículo.

Si se considera un vehículo eléctrico, la selección de motor, componentes electrónicos de potencia, batería, partes mecánicas implica cálculo y optimización para reducir las pérdidas en términos de energía y costo. El patrón general de conducción en las ciudades europeas es diferente al de las ciudades americanas. Por lo tanto, el rendimiento de un vehículo puede optimizarse diseñando componentes del vehículo específicos para la región (Krishnan, 2020).

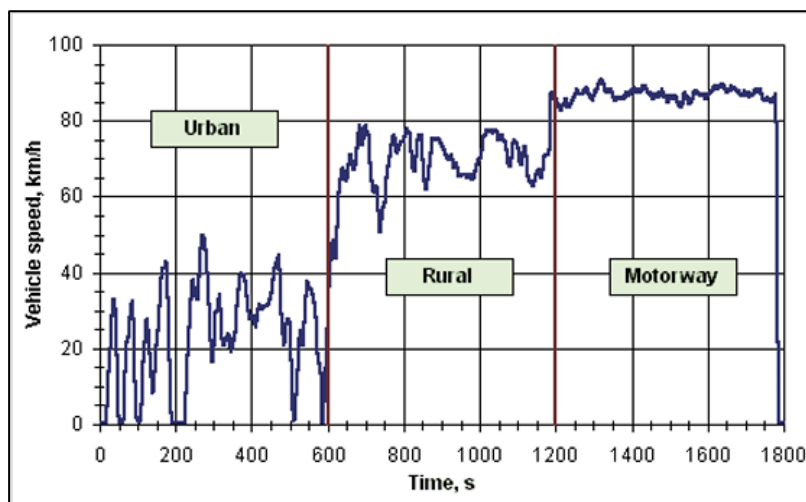


Ilustración 2-3: Ciclo de conducción

Fuente: Krisnan, 2020

La ilustración 2-3, muestra la velocidad del vehículo en kilómetros por hora versus el tiempo en segundos, por medio del ciclo de conducción obtenemos su consumo en litros/100Km o su autonomía en kilómetros, esto con el propósito de su comercialización en el mercado automotriz.

2.2.2. Tipos de ciclos de conducción

Los ciclos de conducción pueden clasificarse como Ciclos de conducción NEDC y Ciclos de conducción FTP-75:

2.2.2.1. Ciclo de conducción NEDC

El ciclo de conducción modelo comprende una velocidad variable y no representa un patrón de conducción real de un vehículo. Estos ciclos de conducción se utilizarán para aplicaciones específicas, como una prueba de emisiones.

Las condiciones que impone la FIA para esta prueba es que se debe efectuar dentro de un laboratorio especial sin presencia de viento, además la temperatura del ambiente interno debe estar entre los 20° y 25°. Así mismo, deben estar apagados los sistemas que consuman energía como luces, calefacción, aire acondicionado, radio etc. Estas pruebas son muy estrictas en tiempos, velocidades y paradas, es decir, no incide ni el estado de ánimo ni la forma de conducir. El Nuevo Ciclo de Conducción Europeo (NEDC) es un ejemplo de Ciclo de Conducción Modelo (Duque & Rocayo, 2018).

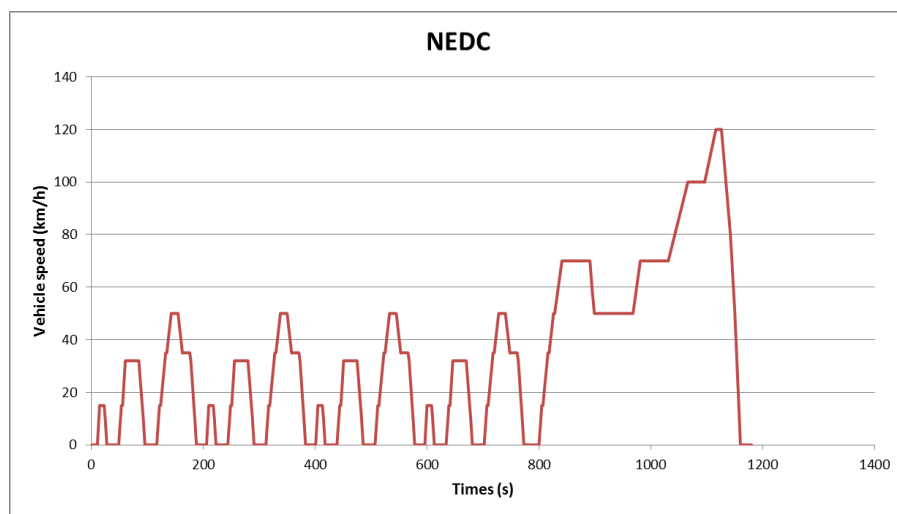


Ilustración 2-4: New European Driving Cycle (NEDC)

Fuente: Hong & otros, 2020

La ilustración 2-4 nos indica el ciclo NEDC, donde el eje vertical en Km/h nos muestra la velocidad punta que alcanza el vehículo (120 Km/h) mientras que el eje horizontal es el tiempo en segundos (1220 s)., la prueba de consumo urbano posee un tiempo de 13 minutos y se lo repite cuatro veces con una velocidad promedio de 19 Km/h y el test de consumo extraurbano se lo realiza en 400 segundos con una velocidad promedio de 62 Km/h. En el ciclo NEDC se ejecutan aceleraciones, desaceleraciones y periodos de velocidad constante simulando así la conducción por vías urbanas y extraurbanas.

2.2.2.2. Ciclo de conducción FTP – 75

El ciclo de conducción FTP -75 representa un patrón real de un vehículo que contiene aceleración, desaceleración, velocidad variable, etc., fue creado para darle normalidad al registro de emisiones y consumo de combustible en los vehículos livianos de Estados Unidos, donde se realizaron recorridos en trayecto típico de conducción con una distancia total recorrida de 12 millas, en un vehículo instrumentado para tomar medidas de presión en el múltiple de admisión, velocidad del

motor y velocidad del vehículo mi/h (Hurtado, 2014).

La primera fase consiste en una circulación de 505 segundos con arranque en frío a temperatura ambiente entre 20°C y 30 °C. Luego, una segunda fase de estabilización desde el segundo 506 hasta los 1372 segundos, con periodos de temperatura máxima con límites de tiempo de 540 segundos mínimo y 660 segundos máximo. La última fase consiste en el arranque en caliente con una duración de 505 segundos.

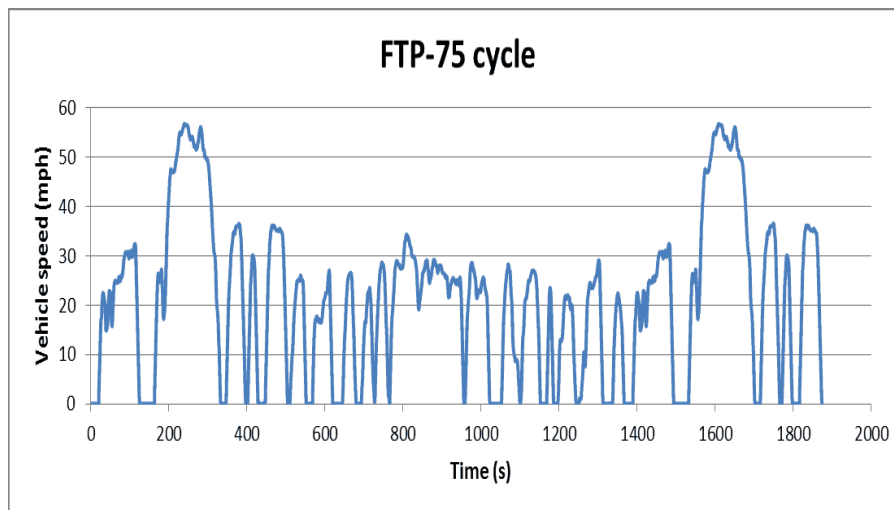


Ilustración 2-5: Federal Test Procedure (FTP-75)

Fuente: Tamilarasan et al, 2018

La ilustración 2-5 nos indica el ciclo FTP - 75, la velocidad punta del vehículo en millas por hora (56mph) frente al tiempo en segundos (1880s) durante el ciclo de conducción, mediante aceleraciones, desaceleraciones y periodos de velocidad constante que no sobre pasan las 56 mph, simulan la conducción por autopistas y por vías interurbanas.

2.2.3. Técnicas para el desarrollo de ciclos de conducción

Las técnicas utilizadas en diversos estudios de ciclos de conducción en todo el mundo tienen en cuenta las principales variables que representan la dinámica de conducción son: tiempo de ciclo, velocidad, aceleración, desaceleración, entre otras (Quinchimbla & Solís, 2017).

2.2.3.1. Técnica On-Board

Las técnicas de este tipo garantizan la recopilación de información sobre el rendimiento del vehículo de acuerdo con los parámetros de funcionamiento reales, consiste en equipar un vehículo con instrumentos para medir y almacenar datos como la velocidad y la aceleración del vehículo, tiempo recorrido y parada, distancia recorrida, etc. Estos tipos de instrumentos pueden ser, un GPS, un escáner de vehículos, un sensor u otro dispositivo utilizado para este tipo de investigación. (Quinchimbla & Solís, 2017).

2.2.3.2. Técnica de la persecución del vehículo

La técnica de persecución de vehículos es un método que utiliza un vehículo llamado "perseguidor" cuya función es seguir aleatoriamente a otro vehículo llamado "objetivo". En este enfoque, si el "objetivo" abandona la ruta, el conductor "perseguidor" seleccionará aleatoriamente otro vehículo en circulación y deberá perseguirlo durante el mayor tiempo posible, el proceso se repite hasta que se completa la ruta de estudio designada. Para lograr esto, el "perseguidor" utiliza los equipos de medición que simulan su comportamiento y recopilan información como la velocidad del vehículo, la distancia y el tiempo de viaje; esta técnica es más adecuada en áreas urbanas con mucho tráfico. De esta forma, es posible estudiar las características de conducción de diferentes vehículos en situaciones reales y obtener información para diversos estudios (Quinchimbla & Solís, 2017).

2.3. Dinámica del vehículo

La dinámica del vehículo es importante para calcular el consumo energético. A partir de esto se pueden determinar las principales fuerzas y resistencias involucradas en el movimiento del vehículo (Vélez & Vera, 2016).

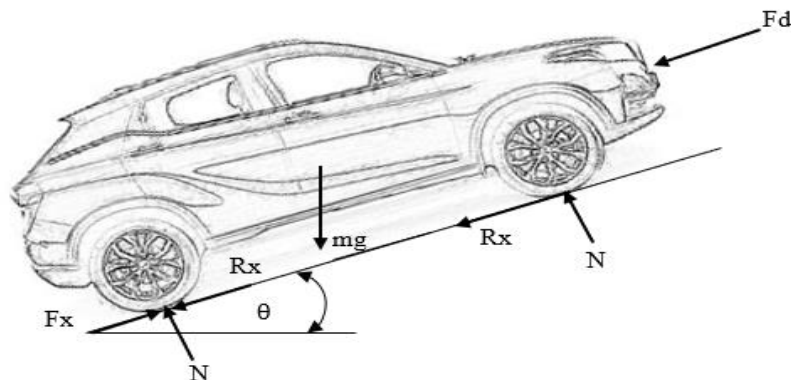


Ilustración 2-6: Resistencias y fuerzas que se oponen al avance del vehículo

Realizado por: Dávila & López, 2023

2.3.1. Fuerza en rueda

$$F_x = F_d + R_g + R_x + R_i \quad (1)$$

En donde:

F_x = Fuerza en rueda [N].

F_d = Fuerza de arrastre [N].

R_g = Resistencia debida a la pendiente [N].

R_x = Resistencia a la rodadura [N].

R_i = Resistencia debida a la inercia [N].

2.3.2. *Fuerza de arrastre*

Es una de las fuerzas más estudiadas en la actualidad debido a la gran variedad de efectos que tiene en el desplazamiento de un vehículo, cuyas consecuencias son el consumo de energía, ruido, vibración y dureza de manejo, la fuerza aerodinámica permite desarrollar nuevos diseños de carrocerías para disminuir el impacto del aire sobre el vehículo, el contacto de esta fuerza incrementa el riesgo del cabeceo o inclinación del vehículo además del ruido generado que afecta el confort de los usuarios (Gillespie, 2021).

$$F_d = \frac{1}{2} * C_d * \rho * A_f * (V_{veh} - V_{viento})^2 \quad (2)$$

En donde:

F_d = Fuerza de arrastre [N].

C_d = coeficiente de arrastre del vehículo [-].

ρ = densidad del aire [kg/m^3].

A_f = área frontal del vehículo [m^2].

V_{veh} = velocidad lineal del vehículo [m/s].

V_{viento} = velocidad del viento [m/s].

2.3.3. *Resistencia a la rodadura*

Se refiere a la fuerza que se opone al movimiento directamente proporcional a la fuerza normal ejercida sobre la banda de rodadura en contacto con la superficie de circulación, teniendo un mayor coeficiente de fricción en el caso de asfalto duro, lo cual permite obtener una mejor tracción en condiciones que no presenten humedad, facilitando el desplazamiento debido al mejor agarre del neumático con la calzada (Gillespie, 2021).

$$R_x = f_r * m * g * \cos(\theta) \quad (3)$$

En donde:

R_x = Resistencia a la rodadura [N].

f_r = Constante de resistencia a la rodadura. [-]

m = Masa del vehículo. [kg]

g = Constante de gravedad [m/s^2].

θ = Ángulo de inclinación [$^\circ$].

2.3.4. *Resistencia debido a la pendiente*

Esta resistencia es directamente dependiente de la masa del vehículo y de la situación que se

presente ante el desplazamiento, en el caso de transitar por un tramo ascendente se genera una resistencia que limita el desplazamiento del vehículo la cual debe ser sobrepasada por la potencia que pueda generar el motor de este, mientras que, si se encuentra descendiendo, esta fuerza favorece al desplazamiento generando un incremento en la velocidad (Gillespie, 2021).

$$R_g = m * g * \text{sen}(\theta) \quad (4)$$

En donde:

R_g = resistencia debida a la pendiente [N].

m = masa del vehículo [kg].

g = gravedad [m/s^2].

θ = pendiente [rad].

2.3.5. Resistencia debido a la inercia

Correspondiente a la segunda ley de Newton, la aceleración de un cuerpo es correspondiente a la fuerza que se aplique al mismo, al contrario de la masa que se opone al cambio de estado momentáneo del cuerpo siendo de esta forma contrario a la variación de la inercia (Gillespie, 2021).

$$R_i = m * a \quad (5)$$

En donde:

R_i = Resistencia debida a la pendiente [N].

m = Masa del vehículo [kg].

a = Aceleración [m/s^2].

2.3.6. Torque en rueda

El torque en rueda se refiere a la relación entre la fuerza aplicada en el punto de contacto del neumático y la superficie de contacto por el radio dinámico de la rueda. El radio dinámico de la rueda se obtiene de la deformación del neumático debido a la fuerza centrífuga (Mitsubishi Motors, 2021).

$$T_x = F_x * r_d \quad (6)$$

En donde:

T_x = Torque en rueda [Nm].

F_x = Fuerza en rueda [N].

r_d = radio dinámico [m].

2.3.7. *Potencia en rueda*

Es la energía generada en este componente en función de la fuerza aplicada en el neumático y la velocidad del vehículo. La potencia en rueda viene con una pérdida de potencia causada por otros componentes del tren de potencia (Mitsubishi Motors, 2021).

$$P_x = \frac{F_x * v}{1000} \quad (7)$$

En donde:

P_x = Potencia en rueda [kW].

F_x = Fuerza en rueda [N].

v = Velocidad del vehículo [m/s].

2.3.8. *Energía en rueda*

Es la energía consumida o generada en la rueda en un periodo de tiempo (Gillespie, 2021).

$$E_x = \frac{P_x * \Delta t}{3600} \quad (8)$$

En donde:

E_x = Energía en rueda [kWh].

P_x = Potencia en rueda [kW].

Δt = Variación del tiempo [s].

2.3.9. *Potencia eléctrica*

Se define como el producto de la corriente eléctrica (medida en amperios, A) y la diferencia de potencial o tensión (medida en voltios, V) que existe entre dos puntos de un circuito eléctrico. Matemáticamente, se expresa mediante la fórmula (Sánchez, 2021).

$$P = I \times V \quad (9)$$

En donde:

P = Potencia eléctrica [W].

I = Corriente [A].

V = Tensión [V].

2.3.10. Método de las mínimas diferencias ponderadas

Para determinar la ruta típica se aplica el método de mínimas diferencias ponderadas que determina la ruta común por su toma de datos donde identificando varios factores en común se obtiene un promedio de los porcentajes representativos de estos factores de la toma de datos, de este promedio se determina el factor de ponderación que es el valor de porcentaje promediado dividido para cien, para culminar el método realizamos la sumatoria de los productos del factor ponderante con el valor absoluto de la resta del valor porcentual de cada toma de datos y el promedio de los porcentajes de las tomas de datos. Por medio de la ecuación 10 se le da un puntaje a cada recorrido seleccionando el valor mínimo, ya que este representa la menor desviación de todos los parámetros con respecto a la media. (Vélez & Vera, 2016).

$$Y = \sum f_i (x_i - \bar{x}) \quad (10)$$

Donde:

Y = Método diferencias ponderadas.

f_i = Factor de ponderación para cada parámetro.

x_i = Valor de cada fuerza.

\bar{x} = Promedio del conjunto de cada fuerza.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Equipos

3.1.1. *Vbox Sport Racelogic*

El dispositivo VBOX Sport Racelogic, permite registrar datos de GPS precisos, incluidos la velocidad, la aceleración, la distancia y el tiempo con una frecuencia de 10 datos por cada segundo durante el recorrido con el vehículo. Ver guía del usuario ANEXO J.



Ilustración 3-1: Dispositivo VBOX Sport

Fuente: VBOX Automotive., 2019

3.1.2. *ELM327 Wifi OBDII*

El lector ELM327 Wifi OBDII se comunica con el vehículo y lee los parámetros de velocidad, altura, latitud, longitud, distancia y tiempo con una frecuencia de un dato por segundo del recorrido realizado.



Ilustración 3-2: Dispositivo ELM 327

Fuente: OBDII-ELM327, 2019

3.1.3. Sensor de corriente y tensión

El sensor de corriente y tensión que mide el consumo durante el recorrido tomando datos de voltaje y amperaje con una frecuencia de 10 ms, este sensor cuenta con un rango de medición de 0 a 1000 V y de 0 a 500 A.



Ilustración 3-3: Dispositivo medidor de amperaje y voltaje

Fuente: Castro, G, 2021

3.2. Metodología

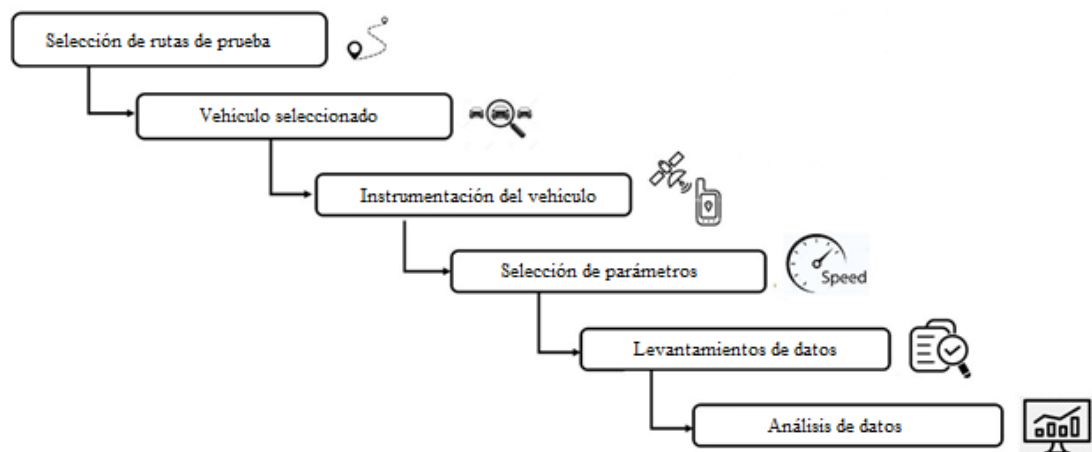


Ilustración 3-4: Metodología aplicada en la investigación

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.1. Selección de rutas de pruebas

Los recorridos seleccionados representan las condiciones reales de conducción en la ciudad de Ambato los cuales se realizaron en rutas representativas de la ciudad, vías con mayor flujo vehicular (vías principales), vías con menor flujo vehicular (vías secundarias), la distribución geográfica, los lugares más concurridos y de saturación de la ciudad.

Para la determinación de los ciclos de conducción en la ciudad de Ambato se obtuvieron de tres recorridos aplicados a:

Ruta 1: Urbano: AutoMekano – Ficoa – Huachi Chico – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana.
Ver ANEXO A.



Ilustración 3-5: Ruta 1

Fuente: GOOGLE EARTH, 2023

Realizado por: Dávila & López, 2023

Ruta 2: Extraurbano: (AutoMekano – Ciauto). Ver ANEXO B.

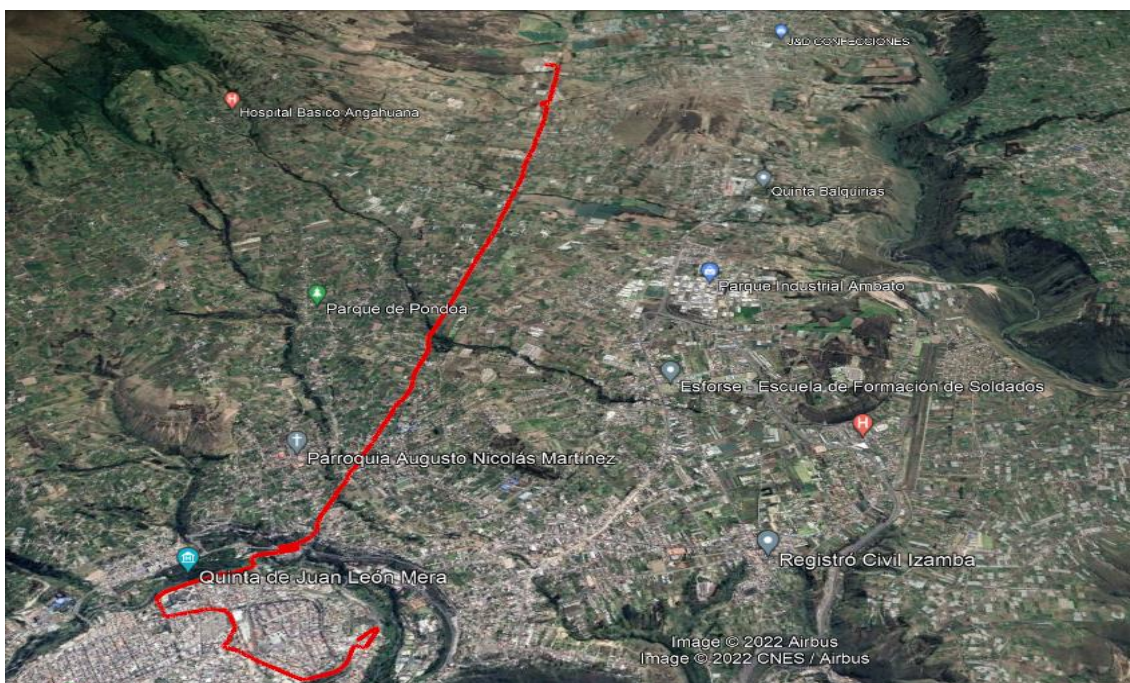


Ilustración 3-6: Ruta 2

Fuente: GOOGLE EARTH, 2023

Realizado por: Dávila & López, 2023

Ruta 3: Urbano: AutoMekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno. Ver ANEXO C.



Ilustración 3-7: Ruta 3

Fuente: GOOGLE EARTH, 2023

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.2. Vehículo para toma de datos

El vehículo seleccionado es el EV DFSK Glory E3 cuyas características son las siguientes:

Aceleración de 0 a 100 km/h en 8.9 s.

Batería de Litio 53.61 kWh.

Autonomía estimada en ciudad 329 km.

Carga rápida: 0,5h (20%-80%).

Motor síncrono de imán permanente.

Carga lenta: 8hs (6,6kw).

Potencia máxima de 120 kW.

Neumático 225/55 R18.

Máximo Torque de 300Nm.

Caja automática de una sola marcha.



Ilustración 3-8: Vehículo eléctrico DFSK

Fuente: Sandoval, 2022

3.2.3. Instrumentación del vehículo

3.2.3.1. Instalación de los equipos OBD-II Y VBOX.



Ilustración 3-9: Conexión del equipo VBOX y OBD II

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.3.2. Instalación del equipo de medición de voltaje y amperaje.

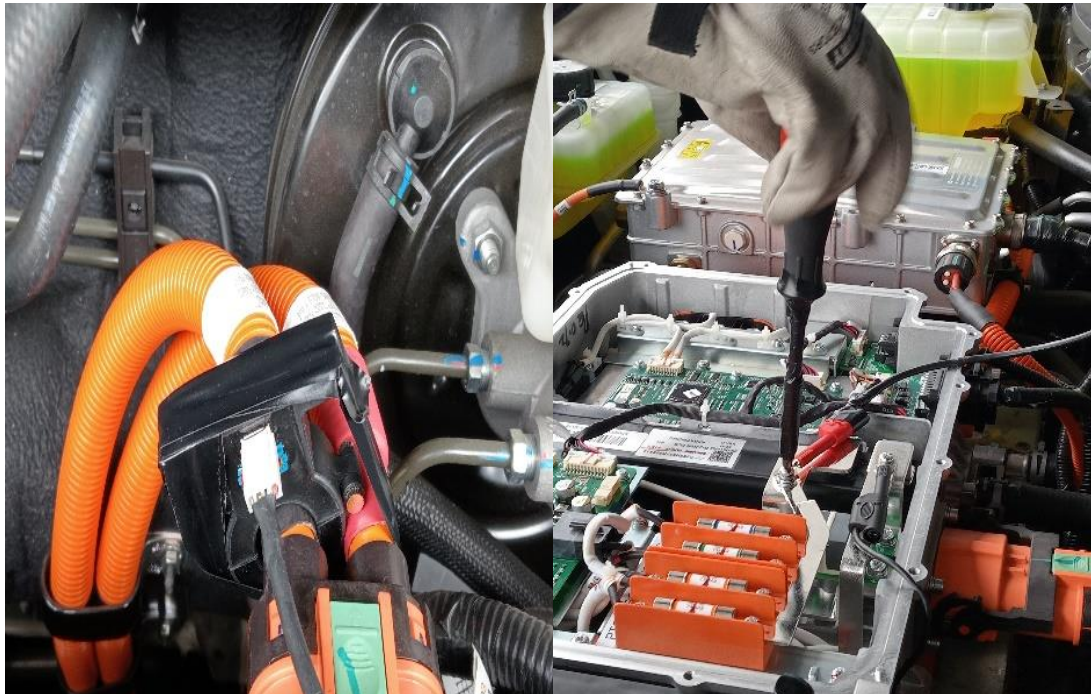


Ilustración 3-10: Conexión del equipo medidor de amperaje y voltaje

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.4. Selección de parámetros

3.2.4.1. Aplicación Torque Pro



Ilustración 3-11: Parámetros en la aplicación Torque Pro

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.4.2. Software VBOX - GPS

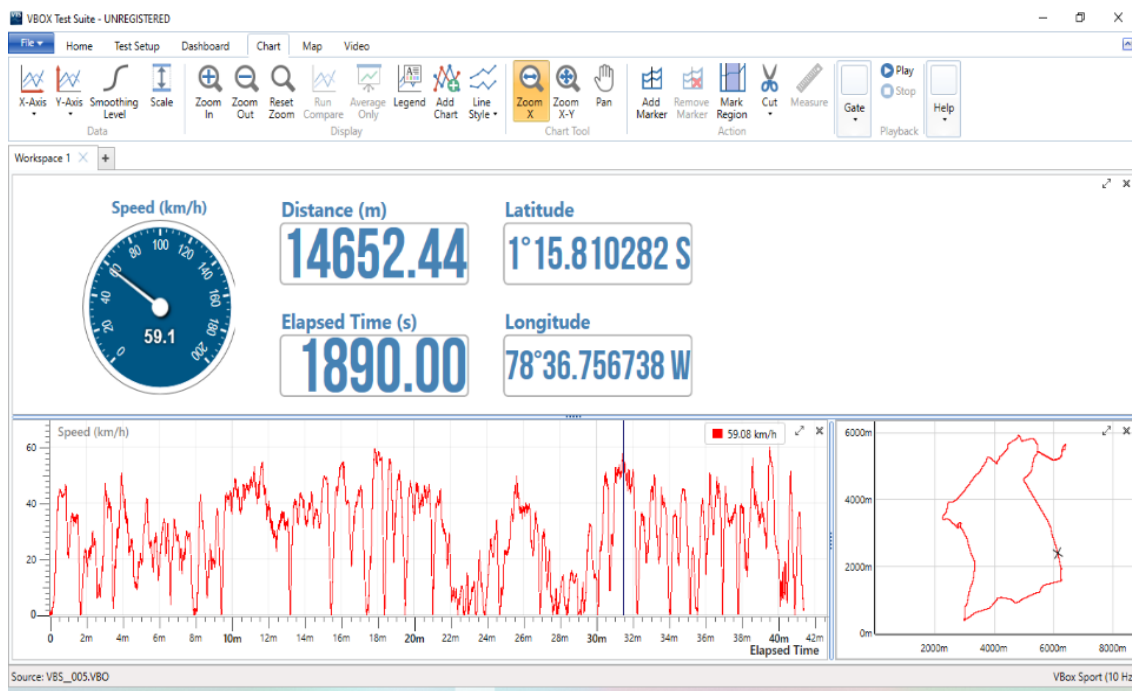


Ilustración 3-12: Parámetros en el VBOX - GPS

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.5. Levantamiento de Datos

Para la recolección de datos experimentales de estos parámetros representativos se empleó la técnica conocida como Técnica On Board.

A través del uso de la instrumentación adecuada y por medio de condiciones reales de manejo, se obtuvieron datos reales de conducción con respecto al tiempo, velocidad, altitud, etc.

Esta técnica consistió en seleccionar un trayecto de tráfico real y realizar varios recorridos dentro de la misma ruta, obteniendo las curvas características en cada uno de ellos y finalmente seleccionamos la curva que mayor representación tenía en la ruta mediante análisis estadístico.

La recolección de información tardó quince días, tiempo en el cual se realizaron en su totalidad los recorridos para cada ruta seleccionada. Estadísticamente una muestra piloto consta de 25, sin embargo, se consideró que 9 toma de datos para la Ruta 1, 8 toma de datos para la Ruta 2, 6 tomas de datos para la Ruta 3 eran suficientes para obtener un patrón representativo es decir un ciclo de conducción típico. Las horas seleccionadas para los recorridos y toma de datos fueron a partir de 8:00 am hasta las 12:00 pm, tomando un receso se continuó a las 13:00 pm hasta terminar a las 17:00 pm, estas horas son de bajo, medio y alto flujo vehicular.

3.2.6. Análisis de datos

Para la determinación del ciclo típico de conducción, se tomaron en cuenta distintas variables dinámicas calculadas a partir de los datos tomados con equipos GPS Vbox y ELM 327 OBD II cuyas ecuaciones están mencionadas en el Capítulo II de esta investigación.

La metodología aplicada para obtener un ciclo de conducción típico de la ciudad de estudio consistió en escoger el recorrido más próximo a la media de todos los recorridos. Esto se puede realizar minimizando los promedios ponderados de la diferencia de cada parámetro con respecto a la media. Se realizaron los cálculos correspondientes con el fin de encontrar el ciclo que más se acerque al promedio.

Mediante la aplicación de las ecuaciones de la dinámica del vehículo se calculó el valor de las fuerzas y las resistencias que se oponen al avance del vehículo, es decir el valor y el porcentaje que cada una de estas exigen a la batería para poder realizar su movimiento.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados de la energía consumida en rueda

4.1.1. Parámetros para la obtención del ciclo de conducción

Teniendo en cuenta los criterios estadísticos mencionados en el Capítulo II, el ciclo de conducción representativo para la Ruta 1 es el viaje 5 (ver Tabla 4-1), cuyo recorrido es desde Automekano – Ficoa – Huachi Chico – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana – Automekano.

Tabla 4-1: Ciclo de conducción típico de la Ruta 1

Número de viajes	Energía Fd	Energía Rx	Energía Rg	Energía Ri	Energía Total	Sumatoria
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
1	2,94	10,66	45,65	40,75	100	1,17
2	2,94	10,96	43,72	42,38	100	2,76
3	2,93	10,87	51,11	35,09	100	3,76
4	2,87	11,14	49,42	36,57	100	2,40
5	3,17	10,46	46,21	40,16	100	0,66
6	3,21	10,91	44,61	41,28	100	1,91
7	2,77	10,32	45,37	41,54	100	1,58
8	2,17	8,86	59,18	29,79	100	9,77
9	2,43	8,28	39,35	49,94	100	7,97

Realizado por: Dávila & López, 2023

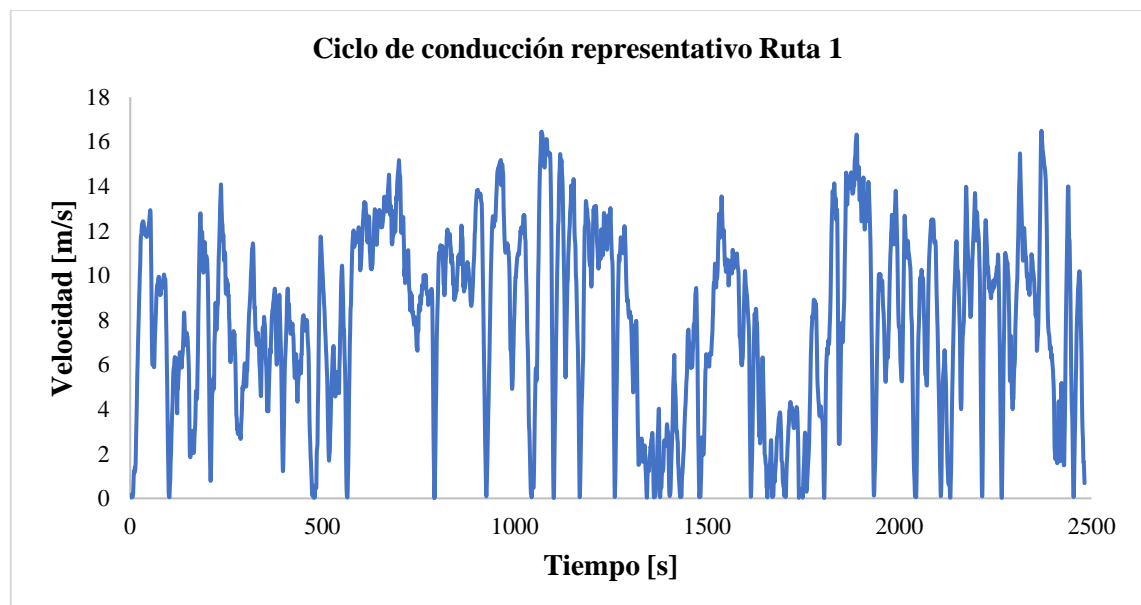


Ilustración 4-1: Ciclo de conducción representativo de la ruta 1

Realizado por: Dávila & López, 2023

El ciclo típico de conducción mostrado en la Ilustración 4-1, representa un patrón típico de velocidad con relación al tiempo, en el cual la velocidad promedio es de 28.38 km/h estando en el rango de velocidad de circulación dentro de la ciudad.

Para la Ruta 2, el ciclo de conducción representativo es el viaje 1 (ver Tabla 4-2) cuyo recorrido es desde Automekano – Ciauto y retorno.

Tabla 4-2: Ciclo de conducción típico de la Ruta 2

Número de viajes	Energía Fd	Energía Rx	Energía Rg	Energía Ri	Energía Total	Sumatoria
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
1	4,00	9,48	44,79	41,74	100	1,53
2	3,81	9,54	50,23	36,42	100	6,24
3	3,93	8,51	41,04	46,51	100	2,27
4	4,19	7,91	37,56	50,34	100	5,51

Realizado por: Dávila & López, 2023

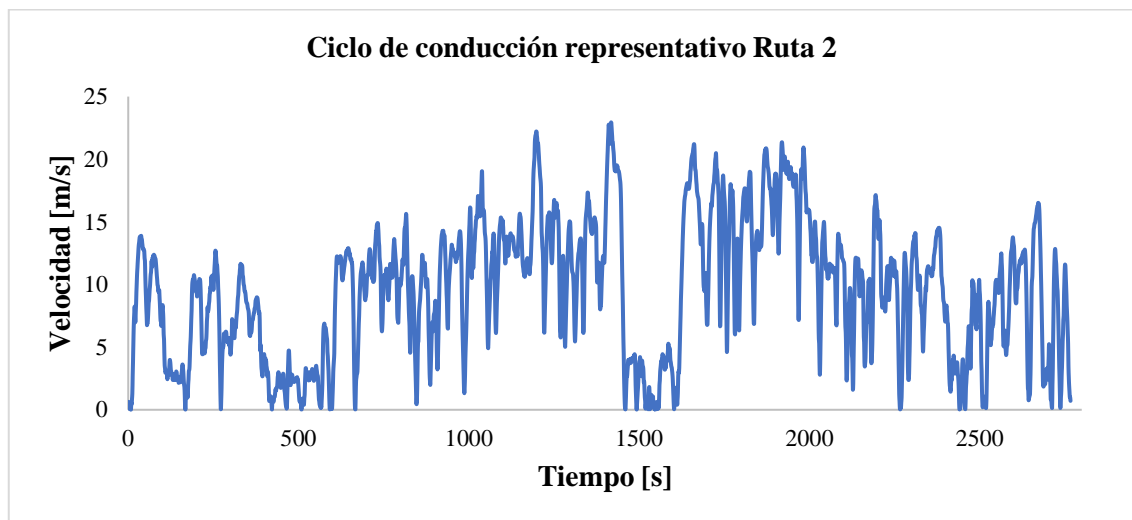


Ilustración 4-2: Ciclo de conducción representativo de la ruta 2

Realizado por: Dávila & López, 2023

La gráfica de velocidad vs tiempo mostrada en la Ilustración 4-2, representa el ciclo típico de conducción de la Ruta 2, cuyo promedio de velocidad es de 34,23 km/h, siendo una ruta mixta posee una velocidad relativamente baja debido a que la zona urbana contiene mayor tráfico vehicular que ocasiona una circulación lenta.

En la Tabla 4-3, se observa el ciclo de conducción representativo para la Ruta 3, viaje 5, cuyo recorrido es desde, Automekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno.

Tabla 4-3: Ciclo de conducción típico de la Ruta 3

Número de viajes	Energía Fd	Energía Rx	Energía Rg	Energía Ri	Energía Total	Sumatoria
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
1	1,41	7,47	60,31	30,81	100	2,59
2	1,96	9,97	50,44	37,62	100	5,53
3	1,96	8,77	53,33	35,94	100	3,22
4	1,56	6,58	61,25	30,60	100	3,26
5	1,43	7,60	55,94	35,04	100	1,39
6	1,39	7,37	62,15	29,09	100	4,22

Realizado por: Dávila & López, 2023

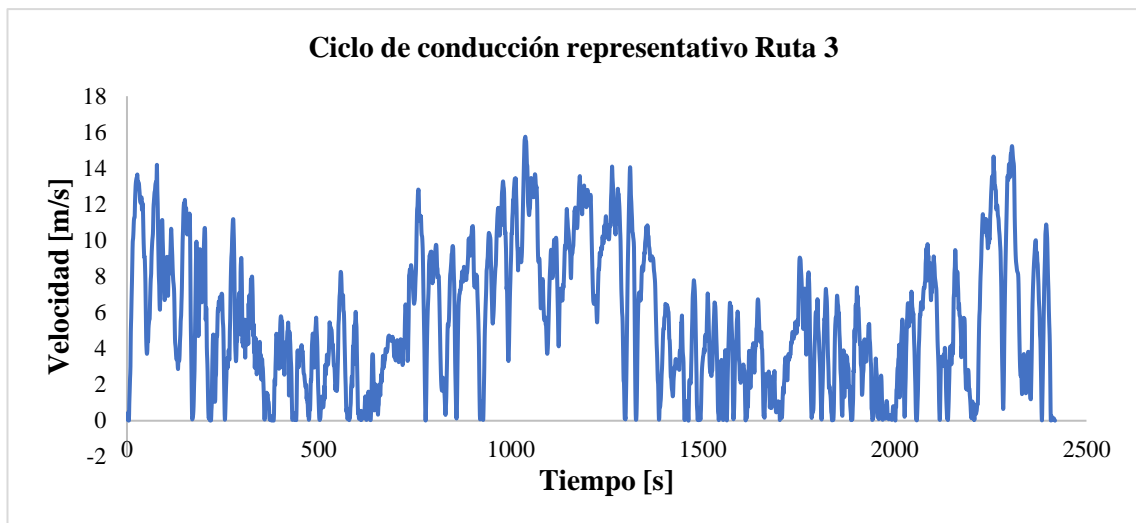


Ilustración 4-3: Ciclo de conducción representativo de la ruta 3

Realizado por: Dávila & López, 2023

La representación gráfica del ciclo típico de conducción de la Ruta 3 (Ilustración 4-3), se estima una velocidad promedio de 19.93 km/h, este valor muestra que la ruta es de bastante congestión vehicular debido a la cantidad de semáforos y el cruce de peatones por las calles, la zona de circulación es netamente céntrica y comercial.

4.1.2. Parámetros obtenidos de cada ruta.

A partir de la formación de los ciclos de conducción, se obtuvieron los valores totales de cada variable observados en la Tabla 4-4, la energía consumida guarda una relación directa con la distancia recorrida, en el caso de la ruta 1 la potencia máxima generada es de 64,34 kW debido a que se tiene una aceleración baja con una velocidad constante de circulación, la ruta 2 el valor de la potencia máxima es de 84,38 kW hace referencia a que en la zona rural contiene zonas de aceleración prolongadas para llegar a velocidades más altas de circulación, la ruta 3 demanda una potencia máxima de 80,92 kW en la que existe una zona donde la pendiente es elevada y además la circulación vehicular se detenía constantemente exigiendo más torque al motor y energía a la batería.

Tabla 4-4: Resultados obtenidos de cada ruta

Parámetros	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Unidades
Distancia total recorrida	19,58	26,32	13,39	[m]
Tiempo total transcurrido	2482,00	2767,00	2418,00	[s]
Velocidad máxima	59,37	82,60	56,71	[km/h]
Velocidad promedio	28,39	34,23	19,93	[km/h]
Aceleración positiva máxima	2,51	2,37	3,54	[m/s ²]
Potencia máxima	64,32	84,38	80,92	[kW]
Torque máximo	6066,17	6119,02	6816,22	[Nm]
Energía positiva total	4,64	6,77	3,91	[kWh]
Rendimiento	0,23	0,25	0,29	[kWh/km]

Realizado por: Dávila & López, 2023

4.1.3. Energía consumida en rueda

El consumo energético del vehículo eléctrico se muestra en la Tabla 4-5, la principal energía que demanda un mayor consumo es la pendiente para las tres rutas, la energía debido a la aerodinámica en la ruta 2 es más elevada por lo que en su circulación se llega a velocidades altas mientras que en la ruta 3 es baja por la velocidad promedio que no superaba los 19,93 km/h.

Tabla 4-5: Resultados de la energía consumida en rueda

Energía Consumida	Ruta 1		Ruta 2		Ruta 3		Unidades
E. Aerodinámica	0,15	3%	0,27	4%	0,06	1%	[kWh]
E. Rodadura	0,49	10%	0,64	9%	0,30	8%	[kWh]
E. Pendiente	2,14	46%	3,03	45%	2,19	56%	[kWh]
E. Inercia	1,86	40%	2,83	42%	1,37	35%	[kWh]
E. total en rueda	4,64	100%	6,77	100%	3,91	100%	[kWh]

Realizado por: Dávila & López, 2023

4.2. Resultados de la comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería

Los valores mostrados en la Tabla 4-6, la energía total consumida dinámicamente y la energía obtenida a partir del porcentaje visualizado en el tablero de instrumentos tienen una diferencia debido a que esta última energía es consumida tanto por la dinámica del vehículo y por los accesorios activados del vehículo actuando en todo el viaje aun estando el vehículo en reposo.

En cada caso la variación es distinta por diferentes condiciones de viaje, como lo es el caso de la ruta 3, en la cual se incluye el consumo de energía por parte del aire acondicionado. Estos cálculos se realizaron tomando en cuenta la eficiencia tanto mecánica como energética de los componentes del tren motriz (batería, inversor, motor eléctrico, multiplicador de par).

A partir de la capacidad de la batería del vehículo eléctrico (53,61 kWh), se multiplicó por la diferencia entre el valor inicial y final del porcentaje mostrado en el tablero de instrumentos, obteniendo la energía consumida por el vehículo en batería.

Tabla 4-6: Comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería

Parámetros	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Unidades
Energía obtenida a partir del porcentaje visualizado en el tablero	3,22	5,36	3,22	[kWh]
Energía positiva calculada en rueda	4,64	6,77	3,91	[kWh]
Energía negativa calculada en rueda	3,10	4,58	3,13	[kWh]
Energía liberada de la batería para el consumo en rueda	5,46	7,97	4,61	[kWh]
Energía recibida en batería debido a la regeneración	2,63	3,89	2,66	[kWh]
Energía total consumida dinámicamente	2,83	4,08	1,95	[kWh]
Variación entre energía en rueda y la visualizada en tablero	0,38	1,28	1,26	[kWh]
Porcentaje de variación entre energía en rueda y la visualizada en tablero	11,90	23,84	39,25	[%]

Realizado por: Dávila & López, 2023

4.3. Resultados de la demanda energética del vehículo eléctrico debido a la variación geográfica

4.3.1. Variación geográfica de la ruta 1

De acuerdo con el ciclo típico de conducción (viaje 5), Automekano – Ficoa – Huachi Chico – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana – Automekano, las características principales de esta vía en su mayoría es asfalto y de dos carriles en cada dirección para el flujo vehicular, se considera una vía semi lenta por las zonas residenciales y comerciales, la elevación más relevante es al comenzar la Av. Manuela Sáenz saliendo del sector de Ficoa con un ángulo máximo de 11,64°, a partir de estas características se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 4-7: Características de la variación geográfica de la Ruta 1

Parámetros	Ruta 1	Unidades
Altitud máxima	2843,30	[msnm]
Altitud mínima	2519,80	[msnm]
Variación de altitud	323,50	[m]
Energía debido a la pendiente	2,14	[kWh]
Energía total utilizada en ciclo	4,64	[kWh]
Porcentaje de energía utilizada	46,12	[%]

Realizado por: Dávila & López, 2023

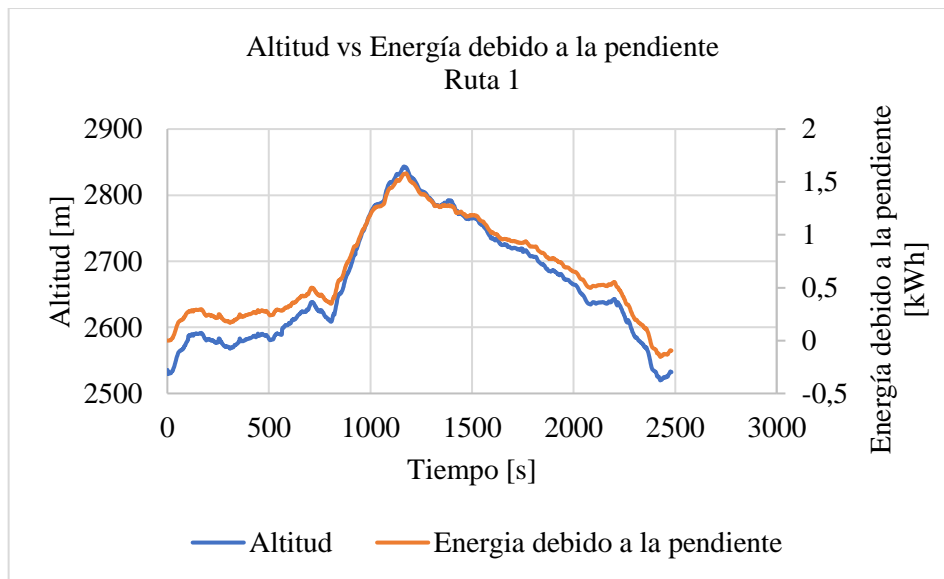


Ilustración 4-4: Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 1

Realizado por: Dávila & López, 2023

En el perfil de altitud de la ilustración 4-4, la altitud y la energía consumida por la resistencia a la pendiente son similares debido a que la energía consumida es proporcional a la altitud, considerando que el desfase es producido por los datos de altitud cuyo valor inicial en el recorrido es de 2519,80 m, teniendo una variación geográfica de 323,50 m, mientras que el consumo energético del vehículo se toma desde un valor inicial de consumo de 0 kWh, generando un consumo de energía debido a la pendiente de 2,14 kWh, que representa el 46,12% de la energía total consumida.

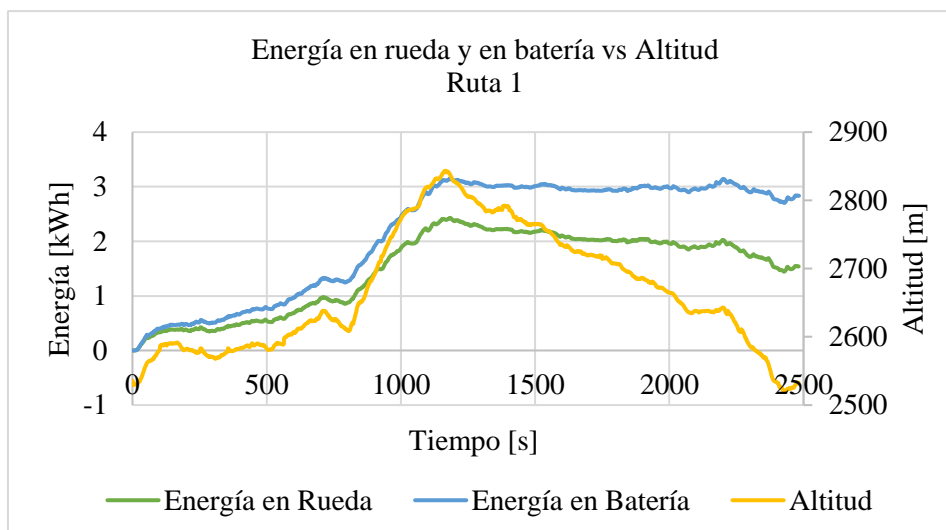


Ilustración 4-5: Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 1

Realizado por: Dávila & López, 2023

Mediante la ilustración 4-5, observamos que el consumo de energía en batería es mayor que el consumo en rueda por las pérdidas energéticas en los diferentes componentes del sistema de propulsión, y las energías llegan a un consumo de 3,1 kWh en batería y 2,4 kWh en rueda, en la altitud máxima del recorrido (2843,30 m) para luego debido a la regeneración mantener su promedio de energía consumida en 2,83 kWh y 1,54 kWh respectivamente.

4.3.2. Variación geográfica de la ruta 2

Con la determinación del ciclo típico (viaje 1) de la ruta 2 (Automekano – Ciauto y retorno) la cual incluye en la mayor parte de su recorrido una superficie asfaltada con un puente de hormigón, cuenta con dos carriles para circular en ambos sentidos, posee un sector de tráfico lento debido a que es una zona comercial y el sector rural donde se puede circular a velocidades medias por su menor concurrencia, cuenta con un tramo de la Vía El Carrizo donde presenta la mayor variación de elevación de 12,68°, ruta en la cual se tomaron los siguientes datos:

Tabla 4-8: Características de la variación geográfica de la Ruta 2

Parámetros	Ruta 2	Unidades
Altitud máxima	2824,80	[msnm]
Altitud mínima	2510,40	[msnm]
Variación de altitud	314,40	[m]
Energía debido a la pendiente	3,03	[kWh]
Energía total utilizada en ciclo	6,77	[kWh]
Porcentaje de energía utilizada	44,76	[%]

Realizado por: Dávila & López, 2023

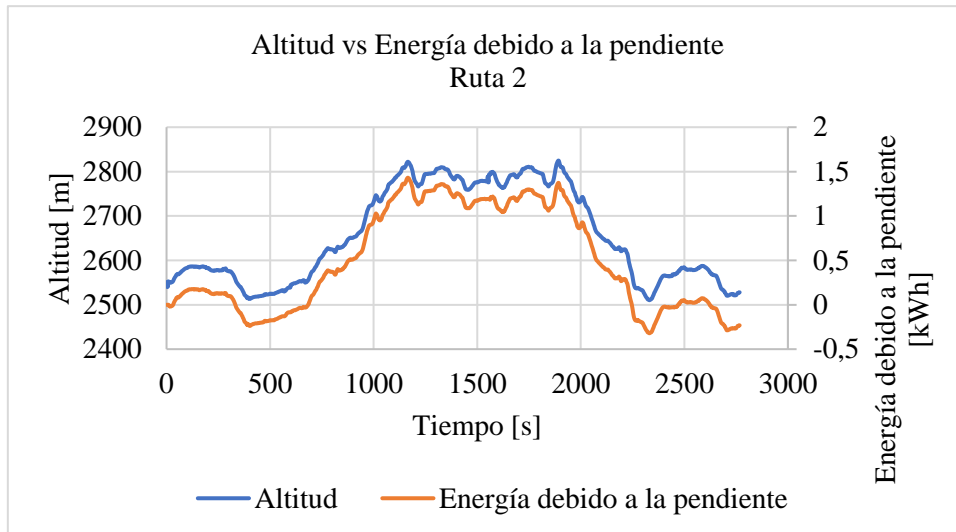


Ilustración 4-6: Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 2

Realizado por: Dávila & López, 2023

La altitud inicial en el recorrido es de 2529,80 m, con una variación geográfica de 314,40 m (Ilustración 4-6), generando un consumo de energía debido a la pendiente de 3,03 kWh, que representa el 44,76% de la energía total consumida.

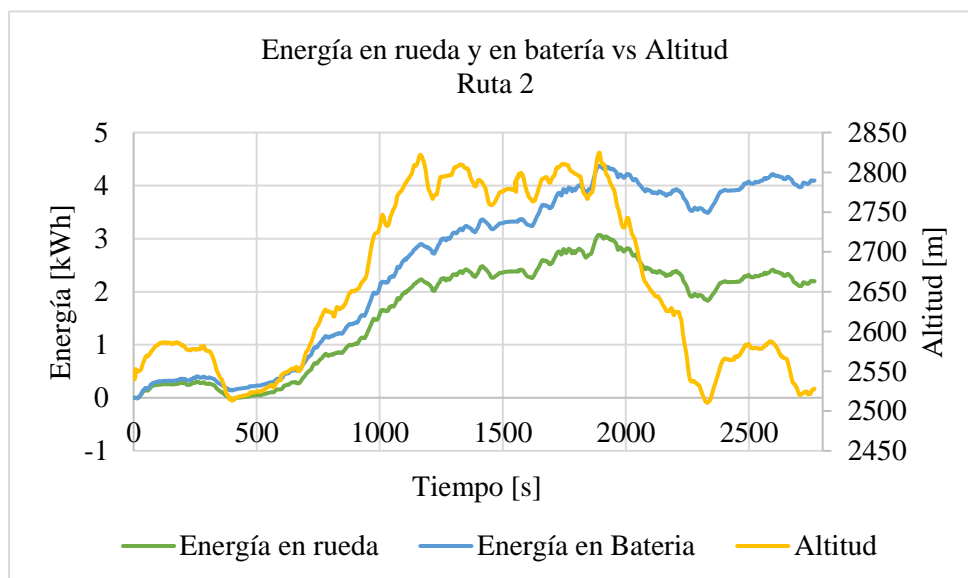


Ilustración 4-7: Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 2

Realizado por: Dávila & López, 2023

Los valores de las energías, 4,36 kWh en batería y 3,06 kWh en rueda, mostrados en la Ilustración 4-7, representan el máximo consumo en la altitud máxima del recorrido (2824,80 m) para posteriormente mantener su promedio de energía consumida debido a la regeneración que produce el vehículo de 4,09 kWh y 2,20 kWh en cada una de las energías. Además, observamos que el consumo de energía en batería es mayor que el consumo en rueda por las pérdidas energéticas en

los diferentes componentes del sistema de propulsión.

4.3.3. Variación geográfica de la ruta 3

Mediante la determinación del ciclo típico de conducción (viaje 5), Automekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno, la elevación más relevante es el sector de la Av. Yahaira, con un ángulo de $12,73^\circ$ la calzada está compuesta por asfalto y hormigón, consta de dos y cuatro carriles para el flujo vehicular, se considera una vía lenta por las zonas comerciales, y a partir de estas características se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 4-9: Características de la variación geográfica de la Ruta 3

Parámetros	Ruta 3	Unidades
Altitud máxima	2781,90	[msnm]
Altitud mínima	2517,80	[msnm]
Variación de altitud	264,10	[m]
Energía debido a la pendiente	2,19	[kWh]
Energía total utilizada en ciclo	3,91	[kWh]
Porcentaje de energía utilizada	56,01	[%]

Realizado por: Dávila & López, 2023

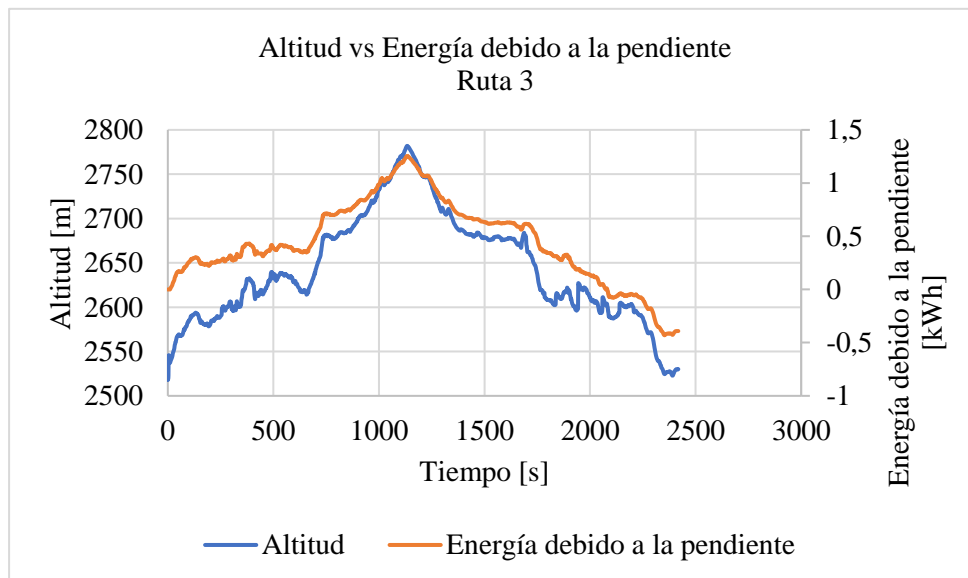


Ilustración 4-8: Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 3

Realizado por: Dávila & López, 2023

El consumo de energía debido a la pendiente es de 2,19 kWh, que representa el 56,01% de la energía total consumida, existe un desfase entre las gráficas producido por los límites superior e inferior en el eje de la energía con respecto al eje de la altitud donde el vehículo parte desde una elevación de 2517,80 m, teniendo una variación geográfica de 264,10 m, terminando en el mismo punto de partida mostrada en la Ilustración 4-8.

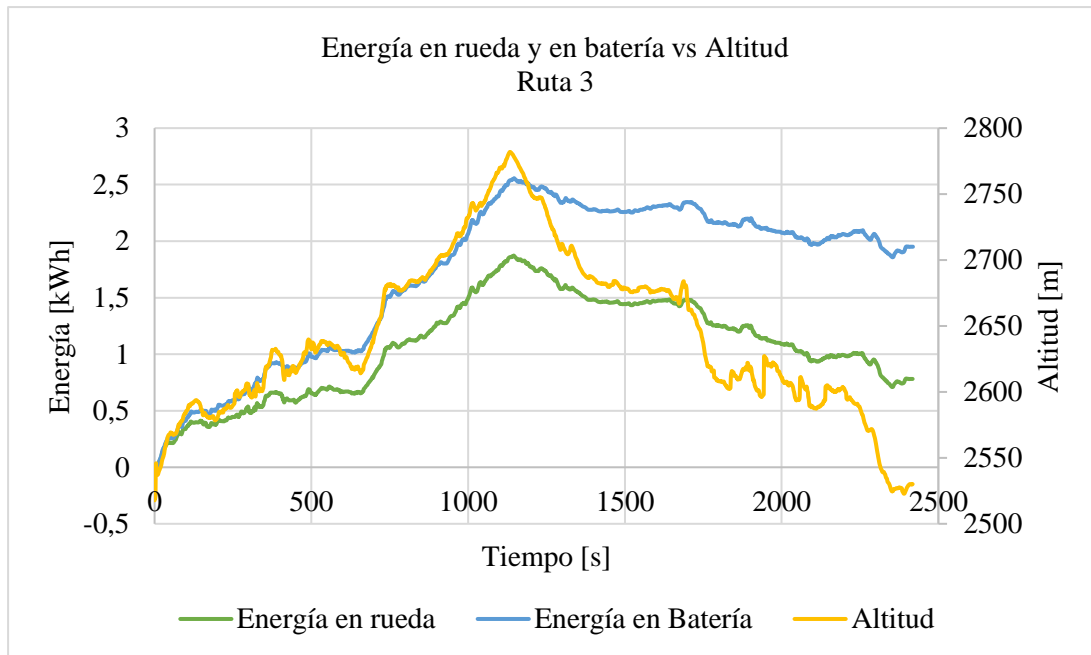


Ilustración 4-9: Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 3

Realizado por: Dávila & López, 2023

La altitud máxima del recorrido es de 2781,90 m en las que las energías consumidas en batería y rueda son de 2,54 kWh y 1,86 kWh respectivamente, por lo que la diferencia es notable debido a las pérdidas que existen en el sistema de propulsión del vehículo, además, mediante la regeneración en el transcurso del recorrido se llegó a un valor final de 1,95 kWh en batería y 0,78 kWh en rueda.

4.4. Propuesta de protocolo para realizar el registro de datos de un vehículo eléctrico

El registro de datos se desarrolló como se indica a continuación:

1. Para la instrumentación con los sensores de voltaje y corriente se debe verificar que el vehículo este completamente apagado, desconectar el fusible principal, esperar al menos 15 minutos hasta que des energice el sistema eléctrico.
2. Usar botas y guantes adecuados para corriente eléctrica y retirar la tapa del inversor, conectar el sensor de voltaje en la entrada al inversor al igual que el sensor de corriente, cerrar la tapa del inversor correctamente y reconectar el fusible extraído.
3. Conectar el instrumento de medición a una alimentación de 12V e iniciar su aplicación.
4. Conectar el escáner ELM 327 OBDII y encender el GPS VBOX.
5. Iniciar la recolección de datos con los equipos instalados.
6. Durante todo el recorrido conducir con normalidad el vehículo respetando las leyes de tránsito.
7. Al terminar el ciclo de conducción guardar los datos tanto manuales como digitales.
8. Realizar el recorrido al menos 8 veces por cada ruta para poder determinar un ciclo de conducción típico más preciso.
9. Al terminar la toma de datos realizar el mismo proceso inicial para poder retirar los sensores de voltaje y amperaje tomando las medidas de seguridad anteriormente descritas para retirar los equipos y evitar daños tanto al vehículo como a la persona que realiza la toma de datos.
10. Realizar el análisis de los datos para determinar el consumo de energía del vehículo.

CONCLUSIONES

Mediante herramientas de medición, GPS y OBD II, se recopiló parámetros como velocidad, tiempo y posición, a través de la aplicación del método directo o técnica On Board, realizando una conducción normal, se mostró el comportamiento real de manejo en condiciones de tráfico urbano en la ciudad de Ambato.

Se determinó el ciclo de conducción representativo de cada una de las rutas para la ciudad de Ambato, que corresponde al recorrido 5 de la ruta 1 partiendo desde Automekano, Ficoa, Huachi Chico generando un consumo de energía en rueda de 4,64 kWh. El recorrido 1 de la ruta 2 partiendo de Ciauto hasta Automekano y viceversa con un consumo de energía en rueda de 6,77 kWh. Y para la ruta 3 se tomó el recorrido 5 partiendo desde Automekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno, dando un consumo de energía en rueda de 3,91 kWh.

A partir de las energías calculadas en rueda se obtuvo los valores de consumo y regeneración de energía en la batería considerando las pérdidas por eficiencia tanto mecánica como eléctricamente, paralelamente se calculó el consumo mediante datos tomados manualmente del tablero de instrumentos con respecto al porcentaje de batería restante, dando como resultados en la Ruta 1, Ruta 2 y Ruta 3 las diferencias de energía consumida de 0,38, 1,28 y 1,26 kWh respectivamente, siendo superiores los valores tomados del tablero en comparación con los calculados dinámicamente, por motivos de que los datos visualizados en el tablero poseen dos cifras significativas dejando un porcentaje de error, y por otra parte el consumo energético de los accesorios activados.

De acuerdo a la dinámica vehicular se determinó que la resistencia debido a la pendiente demanda un consumo de energía en rueda para la Ruta 1 de 2,14 kWh, Ruta 2 de 3,03 kWh y la Ruta 3 de 2,19 kWh lo cual reduce la autonomía del vehículo, esta fuerza opuesta que se genera es directamente proporcional al peso del vehículo y el ángulo de la pendiente, siempre y cuando el vehículo circule por pendientes ascendentes, esto implica mayor potencia y por lo tanto mayor consumo de energía, mientras que en sentido descendente se regenera la energía consumida por la pendiente aumentando la carga de la batería.

RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo estudios del mismo tipo en la Región Costa del Ecuador, utilizando un vehículo eléctrico de similares características para tener una comparativa del efecto de conducir en un entorno con poca variación de elevación, además realizar las pruebas en tramos totalmente descendentes y ascendentes como por ejemplo la vía Aloag – Sto. Domingo en las que se obtendrá una estimación más precisa del rendimiento y consumo energético.

Para un análisis completo del consumo de energía y regeneración del vehículo eléctrico se debe realizar una simulación en el software Matlab ingresando la información de los 3 ciclos típicos determinados en este estudio, el cual consta con los datos de tiempo, velocidad, distancia y altitud y así poder calcular las energías que se generan en el vehículo.

También es posible alcanzar una mayor precisión en los resultados relacionados con la determinación energética utilizando un analizador de potencia más actualizado, el cual permita considerar y garantizar la medición de la tensión y corriente, incluida la potencia en función del tiempo que duren los recorridos.

Este tipo de estudios ayudarán a la implementación de electrolineras en puntos estratégicos de la ciudad que cuenten con espacios adecuados y equipos con mejor tecnología teniendo como objetivo ofrecer a los usuarios de vehículos eléctricos una recarga rápida en un tiempo corto.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AEADE.** Boletín Sector Automotor en Cifras – AEADE. [en línea]. Quito: 29 de marzo, 2023. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2023/06/5.-Sector-en-Cifras-Resumen-Mayo.pdf>
2. **DUQUE SARMIENTO, Diego Andrés, & ROCANO YUNGA, Jaime Andrés.** Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana sede matriz Cuenca, 2018 [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
3. **GAD MUNICIPALIDAD AMBATO.** Plan de Desarrollo Territorial Ambato. [en línea]. Ambato: 7 de febrero, 2018. [Consulta: 13 junio 2023]. Disponible en: https://ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2023/02/03_PDOT_Ambato_2050.pdf
4. **GILLESPIE, T.** Fundamentals of Vehicle Dynamics [en línea]. Estados Unidos: SAE International, 2021. [Consulta: 21 junio 2023]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=ZuObEAAAQBAJ>
5. **HURTADO GÓMEZ, Alejandro.** Desarrollo de ciclos de conducción para el área metropolitana centro occidente [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. 2014. [Consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/678968ea-8824-461b-871c-9a28e5141655/content#:~:text=FTP%2075%20es%20una%20variante,con%20un%20arranque%20en%20caliente>
6. **KRISHNAN, Sibi.** "What are driving cycles and how to develop one for electric vehicle simulation?". Get Electric Vehicle [en línea], 2018. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://getelectricvehicle.com/driving-cycle/>
7. **MINISTERIO DE AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA.** Acciones lideradas por el MAE para contrarrestar el cambio climático en Ecuador. [en línea]. Quito. 2022. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/acciones-lideradas-por-el-mae-para-contrarrestar-el-cambio-climatico-en-ecuador/#:~:text=Cabe%20indicar%20que%20Ecuador%20es,promoviendo%20consumo%20responsable%20y%20sostenible.>

8. **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.** Balance Energético Nacional [en línea]. Quito. 2022. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energie%CC%81tico_Nacional_2021-VF_opt.pdf
9. **MINISTERIO DE AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA.** MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de Co2 en Ecuador. [en línea]. Quito. 2022. [Consulta: 13 junio 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/#:~:text=%C2%BFSabes%20cu%C3%A1nto%20CO2%20produce%20Ecuador,de%20emisiones%20a%20nivel%20mundial>
10. **MITSUBISHI MOTORS.** ¿Qué es el torque y potencia en rueda de un vehículo? [en línea]. 18 enero 2021. [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/potencia-frenado-potencia-rueda/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20significa%20WHP%3F,se%20mide%20con%20un%20dinam%C3%B3metro>
11. **MONTECELOS, Jesús Trashorras.** Vehículos eléctricos [en línea]. Madrid-España, 2019. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FMqwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=veh%C3%ADculos+el%C3%A9ctricos&ots=sI8GFJA74P&sig=zRZAFkwwgig_AOpy5zG7GNWktWM#v=onepage&q=veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos&f=false
12. **MURIAS, Daniel.** Anatomía de un coche eléctrico. [en línea]. 5 abril 2020. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://www.motorpasion.com/coches-electricos/anatomia-coche-electrico-su-sencilla-mecanica-al-desnudo>
13. **OBDII.** Información sobre los dispositivos ELM327. [en línea]. 21 octubre 2017. [Consulta: 15 julio 2023]. Disponible en: <https://obd2-elm327.es/elm327-informacion-dispositivos>
14. **QUINCHIMBLA PISUÑA, Freddy Eduardo, & SOLÍS SANTAMARIA, Javier Milton.** Desarrollo de ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado para evaluar el rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo otto en el distrito metropolitano de quito [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Quito. 2017. [Consulta:

21 junio 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17000/1/CD-7578.pdf>

15. **SÁNCHEZ, Pablo.** Inspección de paneles solares en plantas fotovoltaicas mediante curvas corriente-voltaje (I-V) [en línea]. Valladolid. 2021. [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/51654/TFG-I-2125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. **SANDOVAL, Patricia.** La feria auto mundo, reflejo de la transición de la industria mundial y de la reactivación en Ecuador. [en línea]. 10 septiembre 2022. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/la-feria-automundo-reflejo-de-la-transicion-de-la-industria-mundial-y-de-la-reactivacion-en-ecuador-nota/>
17. **ÚBEDA, J & MARÍN, P.** “Vehículo Eléctrico: situación actual y perspectivas futuras”. Economía industrial [en línea]. 2019, [Consulta: 14 junio 2023]. ISSN 0422-2784. Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/411/FR%C3%8DAS%20Y%20ROM%C3%81N.pdf>
18. **VBOX MOTORSPORT.** VBOX Deporte. [en línea]. 15 abril 2019. [Consulta: 15 julio 2023]. Disponible en: https://www.vboxmotorsport.com/store/index.php?route=product/product&product_id=120
19. **VÉLEZ LOAIZA, Susana Caridad & VERA VANEGAS, Andrés Vicente.** Obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de la fuerza en rueda de vehículos eléctricos [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Cuenca. 2016. [Consulta: 3 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5739/1/12059.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 1



ANEXO B: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 2



ANEXO C: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 3



ANEXO D: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 1

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
RUTA 1**

AUTOMEKANO - FICOA - HUACHI CHICO Y RETORNO

VIAJE	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	Δ TIEMPO	% CARGA BATERIA INICIAL	% CARGA BATERIA FINAL	Δ % CARGA	KM INICIO	KM FINAL	Δ KM	AUTONOMIA INICIAL	AUTONOMIA FINAL	Δ AUTONOMIA	MODO DE CONDUCCION	MODO DE REGENERACION	ESTADO AIRE ACONDICIONADO	# PERSONAS	T. AMB. °C	PRESION ATM kPa
1	16-ago	11:22:00	12:16:00	0:54:00	76	70	6	394	414	20	275	252	23	SPORT	STRONG	OFF	4	19	103
2	16-ago	14:05:00	14:57:00	0:52:00	60	53	7	441	461	20	217	191	26	SPORT	STRONG	OFF	4	28	102,8
3	17-ago	8:59:00	9:51:00	0:52:00	43	36	7	487	507	20	156	128	28	SPORT	STRONG	OFF	3	22	103,1
4	17-ago	9:54:00	10:58:00	1:04:00	36	29	7	507	527	20	128	99	29	SPORT	STRONG	OFF	3	27	103,3
5	18-ago	7:45:00	8:37:00	0:52:00	94	88	6	555	575	20	329	314	15	ECO	STRONG	OFF	3	18	103
6	18-ago	8:40:00	9:34:00	0:54:00	88	82	6	575	595	20	314	297	17	ECO	WEAK	OFF	3	21	102,9
7	18-ago	9:40:00	10:37:00	0:57:00	82	75	7	595	615	20	297	272	25	ECO	WEAK	OFF	4	27	102,9
8	18-ago	17:38:00	18:31:00	0:53:00	36	30	6	725	744	19	119	110	9	ECO	STRONG	OFF	3	21	102,5
9	29-ago	12:05:00	13:14:00	1:09:00	93	86	7	1438	1457	19	334	308	26	ECO	STRONG	OFF	3	21	103

ANEXO E: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 2

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
RUTA 2**

AUTOMEKANO - CIAUTO Y RETORNO

VIAJE	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	Δ TIEMPO	% CARGA BATERIA INICIAL	% CARGA BATERIA FINAL	Δ %CARGA	KM INICIO	KM FINAL	Δ KM	AUTONOMIA INICIAL	AUTONOMIA FINAL	Δ AUTONOMIA	MODO DE CONDUCCION	MODO DE REGENERACION	ESTADO AIRE ACONDICIONADO	# PERSONAS	T. AMB. °C	PRESION ATM kPa
1	16-ago	12:19:00	12:51:00	0:32:00	70	63	7	414	428	14	252	227	25	SPORT	STRONG	OFF	3	22	103
2	16-ago	13:34:00	13:56:00	0:22:00	63	60	3	428	441	13	227	217	10	SPORT	STRONG	OFF	3	25	101,4
3	16-ago	14:58:00	15:26:00	0:28:00	53	47	6	461	474	13	191	168	23	SPORT	STRONG	OFF	3	29	102,7
4	17-ago	11:01:00	11:28:00	0:27:00	29	22	7	527	541	14	99	80	19	SPORT	STRONG	OFF	3	33	103,1
5	18-ago	12:22:00	12:49:00	0:27:00	66	60	6	642	656	14	236	217	19	ECO	STRONG	OFF	3	29	102,8
6	18-ago	13:37:00	13:59:00	0:22:00	60	57	3	656	669	13	217	205	12	ECO	STRONG	OFF	3	28	102,7
7	29-ago	11:15:00	12:02:00	0:47:00	99	93	6	1425	1438	13	347	334	13	ECO	STRONG	OFF	3	18	103,2
8	29-ago	13:16:00	13:38:00	0:22:00	86	78	8	1457	1471	14	308	282	26	ECO	STRONG	OFF	3	20	103

ANEXO F: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 3

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE MECANICA
 CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
RUTA 3

AUTOMEKANO – YAHUIRA – HUACHI CHICO Y RETORNO

VIAJE	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	Δ TIEMPO	% CARGA BATERIA INICIAL	% CARGA BATERIA FINAL	Δ %CARGA	KM INICIO	KM FINAL	Δ KM	AUTONOMIA INICIAL	AUTONOMIA FINAL	Δ AUTONOMIA	MODO DE CONDUCCION	MODO DE REGENERACION	ESTADO AIRE ACONDICIONADO	# PERSONAS	T. AMB. °C	PRESION ATM kPa
1	18-ago	10:41:00	11:29:00	0:48:00	75	70	5	615	629	14	272	252	20	ECO	WEAK	OFF	4	29	102,9
2	18-ago	11:32:00	12:20:00	0:48:00	70	66	4	629	642	13	252	236	16	ECO	STRONG	OFF	4	31	102,8
3	18-ago	14:01:00	14:43:00	0:42:00	57	52	5	669	683	14	205	185	20	ECO	STRONG	OFF	3	27	102,7
4	18-ago	14:45:00	15:31:00	0:46:00	52	48	4	683	697	14	185	169	16	ECO	STRONG	OFF	3	32	102,5
5	18-ago	15:35:00	16:31:00	0:56:00	48	42	6	697	711	14	169	144	25	ECO	STRONG	ON	3	33	102,4
6	18-ago	16:39:00	17:34:00	0:55:00	42	36	6	711	725	14	144	119	25	ECO	STRONG	ON	3	28	102,4

ANEXO G: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 1

PARAMETROS OBTENIDOS EN RUTA						
Tiempo	Altitud	Pendiente	Velocidad	Velocidad	Distancia	Aceleración
[s]	[msnm]	[rad]	[m/s]	[km/h]	[m]	[m/s ²]
0	2529,2	0	0,033	0,120	0	0
59	2563,5	0,192	6,058	21,810	179,704	0,102
119	2589,3	0,073	5,692	20,490	352,500	-0,006
179	2586,5	-0,006	10,294	37,060	479,583	0,077
239	2576,6	-0,015	12,356	44,480	679,500	0,034
299	2569,9	-0,012	5,825	20,970	545,417	-0,109
359	2580,9	0,038	3,900	14,040	291,750	-0,032
419	2585,4	0,013	7,542	27,150	343,250	0,061
479	2588,1	0,012	0,217	0,780	232,750	-0,122
539	2590,7	0,016	5,256	18,920	164,167	0,084
599	2606,1	0,033	10,339	37,220	467,833	0,085
659	2623,3	0,025	12,767	45,960	693,167	0,040
719	2637,1	0,020	10,611	38,200	701,333	-0,036
779	2616	-0,035	9,272	33,380	596,500	-0,022
839	2645,3	0,050	10,119	36,430	581,750	0,014
899	2689,4	0,063	13,156	47,360	698,250	0,051
959	2743	0,064	14,756	53,120	837,333	0,027
1019	2783,5	0,051	11,986	43,150	802,250	-0,046
1079	2807,8	0,030	15,214	54,770	816,000	0,054
1139	2830,8	0,030	10,736	38,650	778,500	-0,075
1199	2827,5	-0,005	9,497	34,190	607,000	-0,021
1259	2805,2	-0,065	1,861	6,700	340,750	-0,127
1319	2784,1	-0,108	4,689	16,880	196,500	0,047
1379	2791,1	0,046	0,342	1,230	150,917	-0,072
1439	2771,9	-0,273	2,031	7,310	71,167	0,028
1499	2764,7	-0,030	6,056	21,800	242,583	0,067
1559	2752	-0,026	10,547	37,970	498,083	0,075
1619	2734,1	-0,042	3,744	13,480	428,750	-0,113
1679	2721,5	-0,079	1,578	5,680	159,667	-0,036
1739	2716,9	-0,096	0,025	0,090	48,083	-0,026
1799	2707,4	-0,087	3,606	12,980	108,917	0,060
1859	2692,3	-0,034	11,261	40,540	446,000	0,128
1919	2682	-0,014	14,019	50,470	758,417	0,046
1979	2670,1	-0,015	11,881	42,770	777,000	-0,036
2039	2651,2	-0,049	1,086	3,910	389,000	-0,180
2099	2638	-0,048	8,022	28,880	273,250	0,116
2159	2636,6	-0,004	5,219	18,790	397,250	-0,047
2219	2637,7	0,003	5,850	21,060	332,083	0,011
2279	2603,8	-0,068	10,678	38,440	495,833	0,080
2339	2575,8	-0,047	9,125	32,850	594,083	-0,026
2399	2533,7	-0,093	5,919	21,310	451,333	-0,053
2459	2525,3	-0,025	5,156	18,560	332,250	-0,013
2482	2532,3	0,104	0,683	2,460	67,147	-0,194

DINÁMICA DEL VEHÍCULO

Coefficiente de rodadura	Fuerza Aerodinámica	Resistencia Rodadura	Resistencia Pendiente	Resistencia de Inercia	Fuerza en Rueda	Torque en rueda	Potencia en Rueda	Energía en Rueda	Energía (+)	Energía (-)
[-]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
0,010	0,001	193,748	0	0	193,748	66,902	0,006	0	0,000	0,000
0,010	17,586	190,270	3698,044	201,684	4107,584	1418,361	24,885	0,408	0,408	0,000
0,010	15,521	193,301	1418,067	-12,069	1614,820	557,602	9,191	0,153	0,153	0,000
0,010	50,776	194,069	-113,118	151,508	283,236	97,802	2,916	0,049	0,049	0,000
0,010	73,144	194,239	-282,281	67,845	52,947	18,283	0,654	0,011	0,011	0,000
0,010	16,257	193,811	-238,003	-214,964	-242,899	-83,874	-1,415	-0,024	0,000	-0,024
0,010	7,288	193,638	730,496	-63,365	868,058	299,743	3,385	0,056	0,056	0,000
0,010	27,251	193,880	254,003	119,872	595,005	205,457	4,487	0,075	0,075	0,000
0,010	0,022	193,734	224,755	-241,115	177,398	61,256	0,038	0,001	0,001	0,000
0,010	13,234	193,784	306,849	165,863	679,730	234,713	3,572	0,060	0,060	0,000
0,010	51,215	193,971	637,772	167,326	1050,285	362,667	10,859	0,181	0,181	0,000
0,010	78,092	194,244	480,758	79,914	833,009	287,641	10,635	0,177	0,177	0,000
0,010	53,948	194,060	381,233	-70,954	558,288	192,778	5,924	0,099	0,099	0,000
0,010	41,193	193,876	-685,343	-44,072	-494,346	-170,699	-4,584	-0,076	0,000	-0,076
0,010	49,064	193,812	975,815	27,888	1246,579	430,448	12,615	0,210	0,210	0,000
0,010	82,922	193,959	1223,668	99,939	1600,489	552,654	21,055	0,351	0,351	0,000
0,010	104,319	194,147	1240,231	52,667	1591,364	549,503	23,481	0,391	0,391	0,000
0,010	68,835	193,975	978,096	-91,161	1149,745	397,010	13,781	0,230	0,230	0,000
0,010	110,901	194,524	576,969	106,248	988,641	341,381	15,041	0,251	0,251	0,000
0,010	55,226	194,024	572,408	-147,394	674,264	232,825	7,239	0,121	0,121	0,000
0,010	43,216	194,010	-105,332	-40,780	91,114	31,462	0,865	0,014	0,014	0,000
0,010	1,660	193,337	-1267,959	-251,355	-1324,318	-457,291	-2,465	-0,041	0,000	-0,041
0,010	10,534	192,672	-2080,444	93,081	-1784,156	-616,075	-8,366	-0,139	0,000	-0,139
0,010	0,056	193,539	898,663	-143,096	949,162	327,749	0,324	0,005	0,005	0,000
0,010	1,976	186,569	-5227,099	55,593	-4982,962	-1720,632	-10,118	-0,169	0,000	-0,169
0,010	17,570	193,748	-575,053	132,490	-231,245	-79,850	-1,400	-0,023	0,000	-0,023
0,010	53,300	194,030	-494,012	147,851	-98,832	-34,127	-1,042	-0,017	0,000	-0,017

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

Velocidad angular de la rueda	Velocidad angular del motor	Torque del motor	Potencia del motor	Eficiencia motora a rueda	Carga	Potencia eléctrica de la batería	Potencia eléctrica [+]	Energía
[rpm]	[rpm]	[Nm]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[kW]	[kWh]
0,922	8,296	7,585	0,007	98,000	11,338	0,000	0,000	0,000
167,542	1507,880	162,727	25,695	96,847	11,473	29,315	29,315	0,480
157,402	1416,619	63,106	9,362	98,178	11,317	10,827	10,827	0,180
284,691	2562,220	12,527	3,361	86,747	12,809	3,435	3,435	0,057
341,691	3075,217	2,717	0,875	74,767	14,861	0,771	0,771	0,013
161,089	1449,805	-11,550	-1,754	80,684	13,771	-1,667	0,000	0,000
107,854	970,685	33,383	3,393	99,766	11,137	3,988	3,988	0,066
208,564	1877,072	24,433	4,803	93,435	11,892	5,286	5,286	0,088
5,992	53,927	4,656	0,026	146,181	7,601	0,045	0,045	0,001
145,342	1308,074	28,186	3,861	92,525	12,009	4,208	4,208	0,070
285,920	2573,282	42,707	11,508	94,355	11,776	12,792	12,792	0,213
353,060	3177,540	33,371	11,104	95,772	11,602	12,528	12,528	0,209
293,448	2641,036	21,183	5,859	101,116	10,988	6,979	6,979	0,116
256,422	2307,796	-19,772	-4,778	95,926	11,583	-5,400	0,000	0,000
279,852	2518,664	49,068	12,942	97,471	11,399	14,860	14,860	0,248
363,815	3274,332	63,608	21,810	96,538	11,510	24,803	24,803	0,413
408,062	3672,562	62,802	24,153	97,220	11,429	27,662	27,662	0,461
331,474	2983,265	44,147	13,792	99,921	11,120	16,234	16,234	0,271
420,738	3786,638	39,714	15,748	95,511	11,633	17,719	17,719	0,295
296,905	2672,148	24,998	6,995	103,486	10,737	8,528	8,528	0,142
262,644	2363,797	3,180	0,787	109,932	10,107	1,019	1,019	0,017
51,469	463,218	-54,233	-2,631	93,688	11,860	-2,903	0,000	0,000
129,670	1167,034	-68,966	-8,428	99,256	11,194	-9,855	0,000	0,000
9,449	85,039	35,801	0,319	101,719	10,923	0,382	0,382	0,006
56,155	505,392	-194,555	-10,297	98,266	11,307	-11,919	0,000	0,000
167,465	1507,188	-7,795	-1,230	113,813	9,763	-1,650	0,000	0,000

ANEXO H: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 2

PARAMETROS OBTENIDOS EN RUTA						
Tiempo	Altitud	Pendiente	Velocidad	Velocidad	Distancia	Aceleración
[s]	[msnm]	[rad]	[m/s]	[km/h]	[m]	[m/s ²]
0	2549,2	0,000	0,128	0,460	0,000	0,000
65	2550,5	0,053	0,633	2,280	24,736	0,008
131	2549	-0,058	0,144	0,520	25,667	-0,007
197	2540,2	0,000	0,086	0,310	7,608	-0,001
263	2539,8	-0,061	0,111	0,400	6,508	0,000
329	2541,2	0,085	0,386	1,390	16,408	0,004
395	2542,5	0,067	0,206	0,740	19,525	-0,003
461	2542,2	-0,037	0,042	0,150	8,158	-0,002
527	2551,9	0,000	0,011	0,040	1,742	0,000
593	2552,8	0,049	0,550	1,980	18,517	0,008
659	2552,4	-0,012	0,447	1,610	32,908	-0,002
725	2552	-0,009	0,869	3,130	43,450	0,006
791	2551,5	-0,007	1,292	4,650	71,317	0,006
857	2550,8	-0,005	2,717	9,780	132,275	0,022
923	2550,1	-0,003	3,886	13,990	217,892	0,018
989	2549,9	-0,001	5,292	19,050	302,867	0,021
1055	2549,8	0,000	6,511	23,440	389,492	0,018
1121	2549,9	0,000	7,347	26,450	457,325	0,013
1187	2549,9	0,000	7,769	27,970	498,850	0,006
1253	2549,9	0,000	8,247	29,690	528,550	0,007
1319	2549,6	-0,001	7,353	26,470	514,800	-0,014
1385	2550,2	0,001	6,992	25,170	473,367	-0,005
1451	2550,5	0,001	7,800	28,080	488,125	0,012
1517	2550,6	0,000	8,464	30,470	536,708	0,010
1583	2550,8	0,000	9,411	33,880	589,875	0,014
1649	2550,8	0,000	10,139	36,500	645,150	0,011
1715	2550,9	0,000	10,875	39,150	693,458	0,011
1781	2551,2	0,000	11,350	40,860	733,425	0,007
1847	2551,4	0,000	11,883	42,780	766,700	0,008
1913	2551,8	0,001	12,308	44,310	798,325	0,006
1979	2552,3	0,001	12,803	46,090	828,667	0,007
2045	2553	0,001	13,167	47,400	856,992	0,006
2111	2553,8	0,001	13,369	48,130	875,692	0,003
2177	2554,7	0,001	13,633	49,080	891,092	0,004
2243	2555,8	0,001	13,797	49,670	905,208	0,002
2309	2556,9	0,001	13,700	49,320	907,408	-0,001
2375	2558,1	0,001	13,839	49,820	908,783	0,002
2441	2559	0,001	13,831	49,790	913,092	0,000
2507	2559,8	0,001	13,889	50,000	914,742	0,001
2573	2560,7	0,001	13,658	49,170	909,058	-0,003
2639	2561,6	0,001	13,603	48,970	899,617	-0,001
2705	2562,4	0,001	13,319	47,950	888,433	-0,004
2767	2528	-0,079	0,711	2,560	434,947	-0,203

DINÁMICA DEL VEHÍCULO

Coefficiente de rodadura	Fuerza Aerodinámica	Resistencia Rodadura	Resistencia Pendiente	Resistencia de Inercia	Fuerza en Rueda	Torque en rueda	Potencia en Rueda	Energía en Rueda	Energía (+)	Energía (-)
[-]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
0,010	0,008	193,748	0,000	0,000	193,755	66,904	0,025	0,000	0,000	0,000
0,010	0,190	193,480	1018,235	15,361	1227,266	423,779	0,777	0,014	0,014	0,000
0,010	0,010	193,416	-1132,291	-14,630	-953,494	-329,244	-0,138	-0,003	0,000	-0,003
0,010	0,004	193,748	0,000	-1,746	192,005	66,300	0,017	0,000	0,000	0,000
0,010	0,006	193,381	-1190,766	0,748	-996,631	-344,140	-0,111	-0,002	0,000	-0,002
0,010	0,070	193,041	1653,102	8,229	1854,443	640,345	0,716	0,013	0,013	0,000
0,010	0,020	193,318	1289,996	-5,403	1477,931	510,334	0,304	0,006	0,006	0,000
0,010	0,001	193,616	-712,453	-4,904	-523,739	-180,849	-0,022	0,000	0,000	0,000
0,010	0,000	193,748	0,000	-0,914	192,833	66,586	0,002	0,000	0,000	0,000
0,010	0,143	193,519	941,707	16,126	1151,495	397,615	0,633	0,012	0,012	0,000
0,010	0,095	193,733	-235,500	-3,076	-44,747	-15,451	-0,020	0,000	0,000	0,000
0,010	0,357	193,740	-178,364	12,635	28,368	9,796	0,025	0,000	0,000	0,000
0,010	0,789	193,745	-135,836	12,635	71,332	24,631	0,092	0,002	0,002	0,000
0,010	3,488	193,756	-102,531	42,642	137,355	47,429	0,373	0,007	0,007	0,000
0,010	7,138	193,775	-62,243	34,995	173,664	59,967	0,675	0,012	0,012	0,000
0,010	13,235	193,809	-12,794	42,060	236,309	81,598	1,250	0,023	0,023	0,000
0,010	20,037	193,851	-4,974	36,491	245,405	84,739	1,598	0,029	0,029	0,000
0,010	25,514	193,887	4,237	25,020	248,657	85,862	1,827	0,033	0,033	0,000
0,010	28,530	193,908	0,000	12,635	235,073	81,171	1,826	0,033	0,033	0,000
0,010	32,147	193,934	0,000	14,297	240,378	83,003	1,982	0,036	0,036	0,000
0,010	25,552	193,888	-11,291	-26,766	181,383	62,632	1,334	0,024	0,024	0,000
0,010	23,104	193,871	24,558	-10,806	230,727	79,671	1,613	0,030	0,030	0,000
0,010	28,755	193,910	11,908	24,189	258,761	89,351	2,018	0,037	0,037	0,000
0,010	33,858	193,947	3,610	19,866	251,281	86,768	2,127	0,039	0,039	0,000
0,010	41,861	194,007	6,569	28,345	270,782	93,502	2,548	0,047	0,047	0,000
0,010	48,585	194,060	0,000	21,778	264,424	91,306	2,681	0,049	0,049	0,000
0,010	55,896	194,120	2,794	22,028	274,838	94,902	2,989	0,055	0,055	0,000

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

Velocidad angular de la rueda	Velocidad angular del motor	Torque del motor	Potencia del motor	Eficiencia motora a rueda	Carga	Potencia eléctrica de la batería	Potencia eléctrica [+]	Energía
[rpm]	[rpm]	[Nm]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[kW]	[kWh]
3,534	31,803	7,586	0,025	98,000	11,338	0,000	0,000	0,000
17,515	157,633	48,193	0,796	97,703	11,372	0,916	0,916	0,017
3,995	35,951	-37,468	-0,141	97,637	11,380	-0,162	0,000	0,000
2,381	21,432	7,500	0,017	98,217	11,313	0,019	0,019	0,000
3,073	27,655	-39,011	-0,113	98,018	11,336	-0,130	0,000	0,000
10,678	96,101	72,680	0,731	97,895	11,350	0,843	0,843	0,015
5,685	51,161	57,810	0,310	98,087	11,328	0,358	0,358	0,007
1,152	10,371	-20,551	-0,022	97,778	11,364	-0,026	0,000	0,000
0,307	2,765	7,541	0,002	98,113	11,325	0,003	0,003	0,000
15,210	136,891	45,234	0,648	97,668	11,376	0,746	0,746	0,014
12,368	111,311	-1,781	-0,021	96,393	11,527	-0,024	0,000	0,000
24,044	216,399	1,231	0,028	88,447	12,562	0,029	0,029	0,001
35,721	321,487	2,913	0,098	93,964	11,825	0,109	0,109	0,002
75,129	676,161	5,782	0,409	91,139	12,191	0,440	0,440	0,008
107,470	967,228	7,131	0,722	93,434	11,892	0,795	0,795	0,015
146,340	1317,061	9,651	1,331	93,945	11,827	1,473	1,473	0,027
180,064	1620,573	9,954	1,689	94,589	11,747	1,882	1,882	0,035
203,186	1828,676	9,972	1,910	95,666	11,615	2,152	2,152	0,039
214,863	1933,764	9,323	1,888	96,739	11,486	2,152	2,152	0,039
228,076	2052,680	9,547	2,052	96,607	11,501	2,335	2,335	0,043
203,340	1830,059	6,847	1,312	101,637	10,932	1,571	1,571	0,029
193,353	1740,180	8,930	1,627	99,126	11,209	1,900	1,900	0,035
215,708	1941,369	10,360	2,106	95,828	11,595	2,378	2,378	0,044
234,067	2106,607	10,026	2,212	96,156	11,555	2,505	2,505	0,046
260,263	2342,364	10,870	2,666	95,574	11,626	3,002	3,002	0,055
280,389	2523,503	10,559	2,790	96,081	11,564	3,158	3,158	0,058

ANEXO I: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 3

PARAMETROS OBTENIDOS EN RUTA						
Tiempo	Altitud	Pendiente	Velocidad	Velocidad	Distancia	Aceleración
[s]	[msnm]	[rad]	[m/s]	[km/h]	[m]	[m/s ²]
0	2517,8	0,000	0,397	1,430	0,000	0,000
62	2519,7	0,096	0,244	0,880	19,892	-0,002
125	2519,3	-0,033	0,136	0,490	11,988	-0,002
188	2523,1	0,846	0,025	0,090	5,075	-0,002
251	2545,5	0,000	0,461	1,660	15,313	0,007
314	2545,9	0,027	0,011	0,040	14,875	-0,007
377	2537,1	-0,303	0,925	3,330	29,488	0,015
440	2537,1	0,000	1,650	5,940	81,113	0,012
503	2537	-0,001	2,358	8,490	126,263	0,011
566	2537,3	0,002	3,008	10,830	169,050	0,010
629	2537,3	0,000	4,933	17,760	250,163	0,031
692	2537,5	0,001	5,700	20,520	334,950	0,012
755	2538,3	0,002	6,842	24,630	395,063	0,018
818	2539,2	0,002	7,725	27,810	458,850	0,014
881	2539,8	0,001	8,931	32,150	524,650	0,019
944	2540,6	0,001	9,928	35,740	594,038	0,016
1007	2541	0,001	10,114	36,410	631,313	0,003
1070	2541,7	0,001	10,550	37,980	650,913	0,007
1133	2542,2	0,001	11,100	39,960	681,975	0,009
1196	2542,9	0,001	11,258	40,530	704,288	0,003
1259	2543,5	0,001	11,281	40,610	709,975	0,000
1322	2544,4	0,001	12,181	43,850	739,025	0,014
1385	2545,3	0,001	12,786	46,030	786,450	0,010
1448	2547	0,002	13,175	47,430	817,775	0,006
1511	2548,1	0,001	13,342	48,030	835,275	0,003
1574	2549	0,001	13,464	48,470	844,375	0,002
1637	2549,7	0,001	13,525	48,690	850,150	0,001
1700	2550,6	0,001	13,658	49,170	856,275	0,002
1763	2550,8	0,000	13,219	47,590	846,650	-0,007
1826	2551,9	0,001	13,264	47,750	834,225	0,001
1889	2552,7	0,001	13,197	47,510	833,525	-0,001
1952	2553,9	0,001	13,169	47,410	830,550	0,000
2015	2555,8	0,002	12,900	46,440	821,188	-0,004
2078	2557,4	0,002	12,611	45,400	803,600	-0,005
2141	2558,1	0,001	12,253	44,110	783,213	-0,006
2204	2559,1	0,001	12,128	43,660	767,988	-0,002
2267	2560,6	0,002	12,083	43,500	762,650	-0,001
2330	2560,6	0,000	12,261	44,140	766,850	0,003
2393	2561,3	0,001	12,389	44,600	776,475	0,002
2418	2530,1	-0,203	0,006	0,020	154,931	-0,495

DINÁMICA DEL VEHÍCULO

Coefficiente de rodadura	Fuerza Aerodinámica	Resistencia Rodadura	Resistencia Pendiente	Resistencia de Inercia	Fuerza en Rueda	Torque en rueda	Potencia en Rueda	Energía en Rueda	Energía (+)	Energía (-)
[-]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
0,010	0,071	193,748	0,000	0,000	193,819	66,926	0,077	0,000	0,000	0,000
0,010	0,027	192,862	1850,625	-4,867	2038,647	703,951	0,498	0,009	0,009	0,000
0,010	0,008	193,640	-646,498	-3,396	-456,247	-157,543	-0,062	-0,001	0,000	-0,001
0,010	0,000	128,422	14507,202	-3,483	14632,141	5052,522	0,366	0,006	0,006	0,000
0,010	0,096	193,748	0,000	13,672	207,516	71,656	0,096	0,002	0,002	0,000
0,010	0,000	193,677	521,002	-14,107	700,572	241,910	0,008	0,000	0,000	0,000
0,010	0,388	184,919	-5782,036	28,650	-5568,080	-1922,675	-5,150	-0,090	0,000	-0,090
0,010	1,233	193,751	0,000	22,728	217,712	75,177	0,359	0,006	0,006	0,000
0,010	2,519	193,756	-15,345	22,206	203,136	70,143	0,479	0,008	0,008	0,000
0,010	4,100	193,762	34,383	20,377	252,622	87,231	0,760	0,013	0,013	0,000
0,010	11,025	193,799	0,000	60,347	265,171	91,564	1,308	0,023	0,023	0,000
0,010	14,718	193,822	11,569	24,034	244,142	84,303	1,392	0,024	0,024	0,000
0,010	21,204	193,864	39,234	35,790	290,092	100,170	1,985	0,035	0,035	0,000
0,010	27,032	193,906	38,002	27,692	286,632	98,975	2,214	0,039	0,039	0,000
0,010	36,128	193,975	22,157	37,793	290,054	100,156	2,590	0,045	0,045	0,000
0,010	44,647	194,044	26,092	31,262	296,045	102,225	2,939	0,051	0,051	0,000
0,010	46,337	194,058	12,276	5,834	258,505	89,263	2,614	0,046	0,046	0,000
0,010	50,419	194,093	20,836	13,672	279,019	96,346	2,944	0,052	0,052	0,000
0,010	55,813	194,140	14,205	17,242	281,399	97,168	3,124	0,055	0,055	0,000
0,010	57,416	194,154	19,257	4,964	275,790	95,231	3,105	0,054	0,054	0,000
0,010	57,643	194,156	16,374	0,697	268,869	92,841	3,033	0,053	0,053	0,000
0,010	67,208	194,242	23,595	28,214	313,259	108,169	3,816	0,067	0,067	0,000
0,010	74,057	194,306	22,172	18,984	309,518	106,878	3,958	0,069	0,069	0,000
0,010	78,630	194,349	40,276	12,191	325,447	112,378	4,288	0,075	0,075	0,000
0,010	80,632	194,368	25,515	5,225	305,741	105,573	4,079	0,071	0,071	0,000
0,010	82,116	194,383	20,651	3,832	300,982	103,930	4,052	0,071	0,071	0,000
0,010	82,863	194,390	15,953	1,916	295,122	101,907	3,992	0,070	0,070	0,000

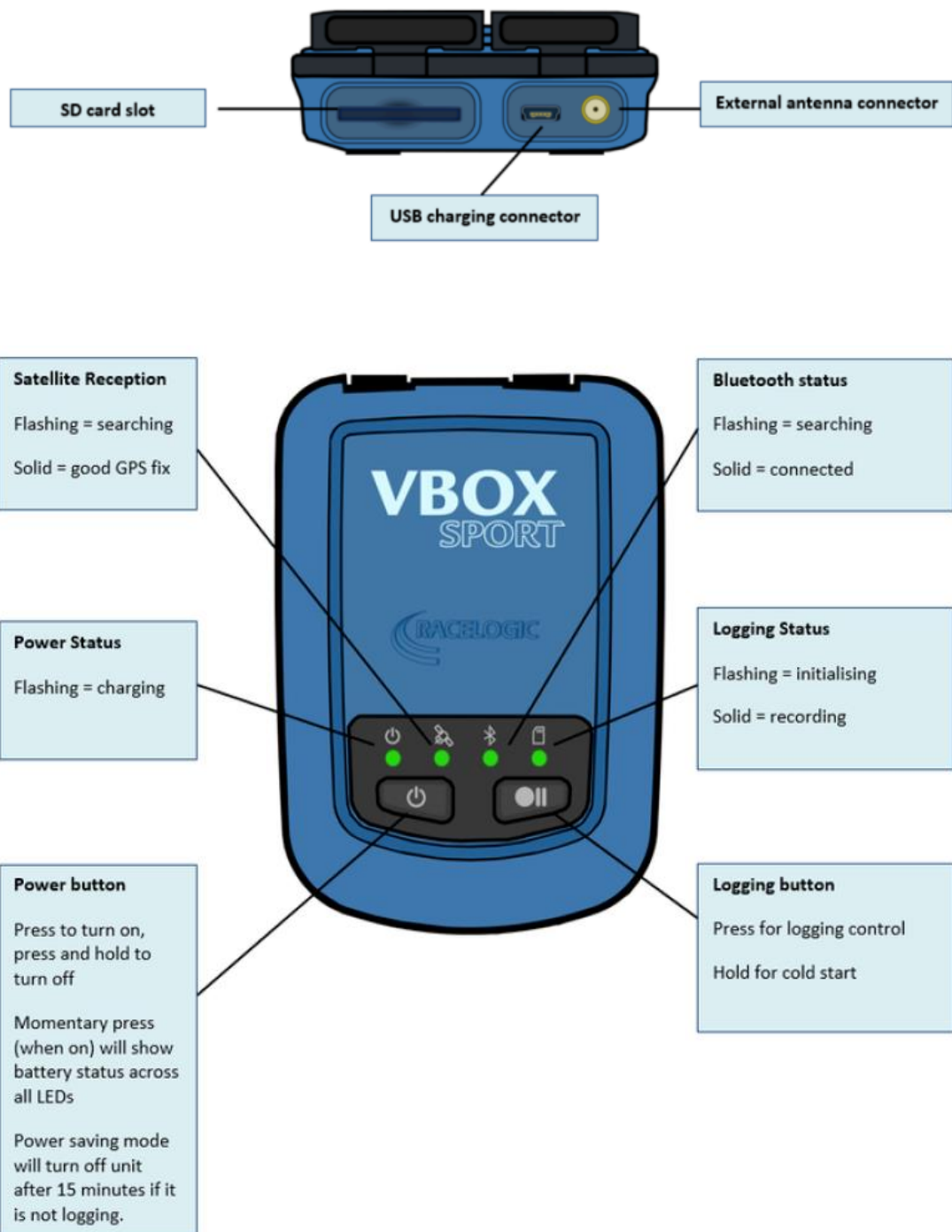
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

Velocidad angular de la rueda	Velocidad angular del motor	Torque del motor	Potencia del motor	Eficiencia motora a rueda	Carga	Potencia eléctrica de la batería	Potencia eléctrica [+]	Energía
[rpm]	[rpm]	[Nm]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[kW]	[kWh]
10,985	98,866	7,588	0,079	98,000	11,338	0,000	0,000	0,000
6,760	60,841	79,767	0,508	98,057	11,331	0,587	0,587	0,010
3,764	33,877	-17,894	-0,063	97,823	11,358	-0,073	0,000	0,000
0,691	6,222	572,815	0,373	98,006	11,337	0,431	0,431	0,008
12,752	114,768	8,254	0,099	96,459	11,519	0,113	0,113	0,002
0,307	2,765	27,293	0,008	98,481	11,283	0,009	0,009	0,000
25,581	230,226	-217,718	-5,249	98,122	11,324	-6,067	0,000	0,000
45,630	410,674	8,739	0,376	95,580	11,625	0,423	0,423	0,007
65,219	586,974	8,164	0,502	95,469	11,638	0,564	0,564	0,010
83,195	748,755	10,084	0,791	96,120	11,560	0,895	0,895	0,016
136,431	1227,875	10,954	1,409	92,874	11,964	1,541	1,541	0,027
157,633	1418,693	9,786	1,454	95,715	11,609	1,639	1,639	0,029
189,205	1702,846	11,697	2,086	95,153	11,677	2,338	2,338	0,041
213,634	1922,702	11,485	2,312	95,757	11,603	2,608	2,608	0,046
246,973	2222,757	11,714	2,727	94,998	11,696	3,051	3,051	0,053
274,551	2470,959	11,887	3,076	95,553	11,628	3,462	3,462	0,061
279,698	2517,281	10,176	2,682	97,467	11,400	3,080	3,080	0,054
291,758	2625,826	11,053	3,039	96,849	11,473	3,468	3,468	0,061
306,969	2762,718	11,180	3,235	96,565	11,506	3,680	3,680	0,064
311,347	2802,126	10,844	3,182	97,574	11,387	3,658	3,658	0,064
311,962	2807,657	10,533	3,097	97,938	11,345	3,573	3,573	0,063
336,851	3031,661	12,532	3,979	95,905	11,586	4,495	4,495	0,079
353,598	3182,380	12,298	4,098	96,564	11,506	4,662	4,662	0,082
364,352	3279,172	12,857	4,415	97,118	11,441	5,051	5,051	0,088
368,962	3320,654	12,019	4,180	97,596	11,385	4,805	4,805	0,084

ANEXO J: GUÍA DEL USUARIO DE VBOX SPORT



01 - VBOX Sport Hardware overview



03 - VBOX Sport GPS

Tall buildings or trees can block GPS signals, causing a reduction in the number and quality of satellites being tracked, leading to inaccurate position measurements and a noisy velocity signal.



GPS works best in open areas

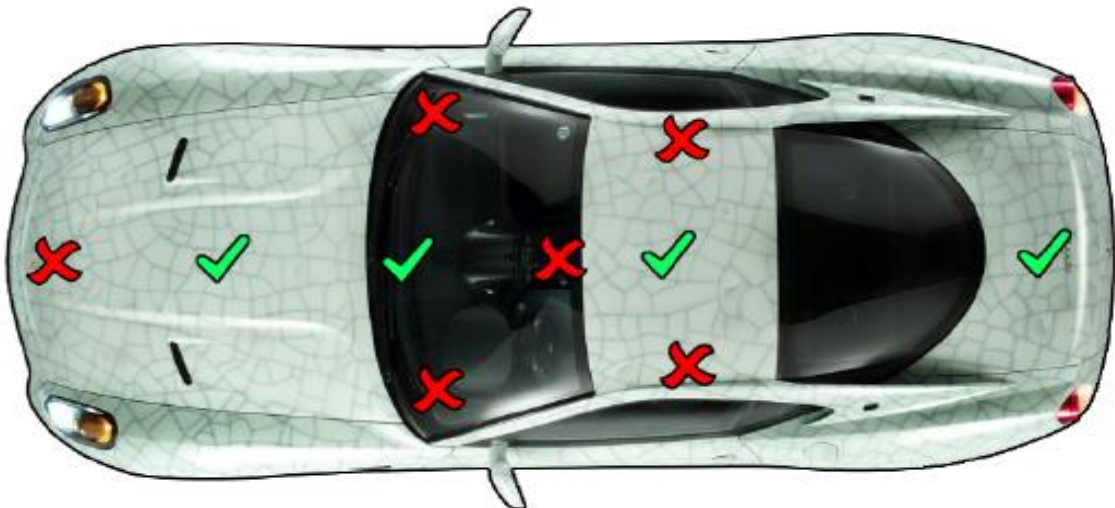


Avoid tree lined roads

Obtaining the best GPS Quality

Placement of the GPS antenna is crucial to the quality of the data recorded by the VBOX Sport. Any metal close to a GPS antenna can disturb the signal in an unpredictable way due to interference from reflections of weak GPS signals.

For the best results, use an external GPS antenna in the centre of a metal roof away from any roof bars or radio antennas. Do not mount the antenna close to the edge of the roof as reflections from the ground may interfere with the signals. If mounting inside the vehicle and using the internal antenna, place the VBOX Sport on the dashboard as far forward as possible in the centre of the windscreen. Avoid the edges as reflections from the A-pillars will cause problems.



ANEXO K: CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL VE DFSK GLORY E3

Dimensiones	
Largo (mm)	4385
Anchura (mm)	1850
Altura (mm)	1650
Distancia entre Ejes (mm)	2655
Distancia entre ruedas por Eje (del/tras)(mm)	1580/1581
Distancia mínima al Suelo (mm)	180
Número de asientos (mm)	5
Peso en orden de Marcha (MOM) / Peso Máx. Aut. (PMA) Kgs	1765 / 2065
Motor / Baterías	
Motor	Electrico 100%
Potencia Máxima (KW/CV)	120/163
Par Máximo (N.m)	300
Velocidad Máxima (Km/h)	160
Baterías	Litio Ternario
Capacidad de la Bateria (kwh)	53,61
Autonomía NEDC / WLTP en ciudad (Km)	405 / 329
Tiempo de Carga (H)	Carga rápida 30 min. (20%-80%), Carga Normal 8 h.
Transmision	
Cambio	Automático
Carrocería	
Suspensión	Tracción delantera
Tipo de Suspension Delantera	Independiente Mc Pherson
Tipo de Suspension Trasera	Suspensión independiente de barra de torsión
Tipo de Freno	Freno de Disco (delante / atrás)
Tipo de Freno de estacionamiento	Freno de estacionamiento electronico
Dirección	Control Electrónico
Rueda	225/55 R18
Llanta de la rueda	Llanta de aluminio
Acabado llanta	Cromado
Seguridad	
Cinturón de seguridad ELR (3)	•
Recordatorio de uso del Cinturón de seguridad	•
ISO - FIX / Bloqueo de Seguridad para niños	•
Airbag Frontal Doble (2)	•
Airbags laterales (2)	•
Airbags laterales de cortina (2)	•
Sistema de Control de presión de Neumaticos	•
Sensor de Aparcamiento con Cámara de visión trasera	Delante / Detrás
Antirrobo	•
Cierre centralizado	2 unidades / llaves
Mando a distancia	Llave Inteligente (conducción y apertura sin llave)
Sistema de Antibloqueo de frenos (ABS + EBD)(EBA+BAS+BA)	•
Control de estabilidad y tracción (ESP + ESC)(TCS + ASR + TEC)	•
HAC/HDC Retención Aut. de vehiculo en rampa /Ctrl. descenso	•
EDR (Caja Negra)	•
Exterior	
Techo Panorámico	•
Antena	Forma de aleta
Limpiaparabrisas Automático	•
Protección inferior del motor	•
Retrovisores exteriores con control electrónico y calefacción	•
Interior	
Volante Multifuncional	•
Pantalla tras volante Digital (Tres modos de apariencia)	Normal / Sport / Future



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 31 / 01 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR(S)
Nombres – Apellidos: Miguel Ángel Dávila Intriago Rommel Andrés López Vicente
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Automotriz
Título a optar: Ingeniero Automotriz
 Firma del Director del Trabajo de Titulación
 Firma del Asesor del Trabajo de Titulación