



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular para a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Felipe Ismael Pinto Córdova

David Germán Bravo Torres

TUTOR:

Ing. Pablo Fernando Ante Sánchez

Análisis comparativo de las emisiones de CO₂ en el
vehículo Kia Soul 2018 eléctrico y de combustión interna
durante su puesta en marcha en Ecuador.

QUITO - ECUADOR

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Pablo Fernando Ante Sánchez, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

MSc. Pablo Fernando Ante Sánchez

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, DAVID GERMAN BRAVO TORRES, FELIPE ISMAEL PINTO CORDOVA, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



DAVID GERMAN BRAVO TORRES



FELIPE ISMAEL PINTO CORDOVA

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por la vida y por la oportunidad que me dio de culminar mis estudios Universitarios.

Mi agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador, quien me abrió las puertas de graduarme de la carrera de Ing. Automotriz.

A mis docentes, compañeros y amigos por todos los aprendizajes y experiencias vividas que aportaron a la culminación de este proyecto.

Un agradecimiento especial al Ing. Pablo Ante, director del proyecto, por la contribución ofrecida para el desarrollo de mi trabajo de titulación. David Germán Bravo Torres

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud inicialmente a la vida y agradezco a Dios por la oportunidad de completar mis estudios universitarios. Quiero reconocer y agradecer a la Universidad Internacional del Ecuador por brindarme la posibilidad de obtener mi título de Ingeniero Automotriz.

Mi reconocimiento se extiende a mis profesores, compañeros y amigos, quienes han sido parte fundamental de mi formación académica. Aprecio todas las enseñanzas y vivencias compartidas que han contribuido significativamente a la culminación de este proyecto.

Un agradecimiento especial lo reservo para el Ingeniero Pablo Ante, director de mi proyecto de titulación, cuya valiosa contribución fue fundamental para el desarrollo exitoso de mi trabajo académico. Felipe Ismael Pinto Córdova.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación especialmente a mis padres German Bravo y Selene Torres, quienes han sido mi apoyo y motivación durante esta etapa de mi vida.

A mi hermano Vinicio Bravo, por ser mi principal mentor y motivación a lo largo mi vida universitaria.

A mis Abuelos Cesar Bravo, Mercedes Terán y María del Carmen Castillo, quienes con sus consejos y palabras de motivación contribuyeron a mi formación académica y humana. David Germán Bravo Torres.

DEDICATORIA

Quiero dedicar de manera especial este proyecto de titulación a mis padres, Felipe Pinto y Zoila Córdova, quienes han sido mi soporte y fuente de motivación a lo largo de esta etapa de mi vida universitaria. Agradezco a mis hermanos, Gabriel Pinto y Samantha Pinto, por ser mis principales guías y fuente de inspiración durante mi trayectoria académica.

Extendiendo mi reconocimiento, quiero expresar mi gratitud a mis abuelos, Nery Córdova, Alicia Rocha y Alicia Santander, cuyos consejos y palabras motivadoras han contribuido de manera significativa a mi desarrollo tanto académico como humano. Felipe Ismael Pinto Córdova

CONTENIDO

Glosario.....	9
Resumen	11
Abstract	12
Introducción.....	13
Marco Teórico.....	14
Materiales y Métodos	18
Resultados y Discusión.....	20
Conclusiones	32
Bibliografía	33

GLOSARIO

ABREVIATURA SIGNIFICADO

<i>EV</i>	Vehículo eléctrico
<i>ICE</i>	Vehículo de combustión interna
<i>REP</i>	Red eléctrica pública
<i>GD</i>	Generador diésel
<i>DMQ</i>	Distrito Metropolitano de Quito

“Análisis comparativo de las emisiones de CO2 en el vehículo Kia Soul 2018 eléctrico y de combustión interna durante su puesta en marcha en Ecuador.”

Ing. Pablo Fernando Ante. MSc¹, David Bravo T.³, Felipe Pinto C.⁴

¹ *maestría Especialidad - Universidad, Título Obtenido, email (institucional)*

@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador

³ *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, email*

fepintoco@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

⁴ *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, email*

dabravoto@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

Introducción: La investigación se basa en el estudio comparativo de la huella de carbono entre el Kia Soul 2018 en sus versiones eléctrica (EV) y de combustión interna (ICE) en Ecuador. Considerando las emisiones de CO₂ producidas por los generadores diésel y la red pública nacional para una autonomía de 100 km para el vehículo eléctrico. De igual manera, determinar las emisiones de CO₂ que producen los ICE con base en el factor de emisión de la gasolina según ficha técnica y rutas establecidas. **Resultados:** El Kia Soul (ICE) según ficha técnica emite 5.62 toneladas de CO₂ y según ruta 4.44 toneladas de CO₂ anuales, mientras que el Kia Soul (EV) según red pública 1.3 toneladas de CO₂ y según generadores diésel 3.8 toneladas de CO₂ anuales. Un generador diésel tiene una contaminación menor en relación con la huella de carbono que produce un ICE durante su puesta en marcha. **Conclusión:** Considerando la red pública y los generadores diésel, el vehículo eléctrico (EV) presenta una menor cantidad de toneladas de CO₂ anuales en comparación con las pruebas de ruta y la ficha técnica del vehículo de combustión interna.

Palabras clave: emisiones de CO₂, prueba de ruta, generador diésel, red pública, ficha técnica.

ABSTRACT

Introduction: The research is based on the comparative study of the carbon footprint between the Kia Soul 2018 in its electric (EV) and internal combustion (ICE) versions in Ecuador. Considering the CO₂ emissions produced by diesel generators and the national public network for a range of 100km for the electric vehicle. Likewise, determine the CO₂ emissions produced by the ICE based on the gasoline emission factor according to the technical sheet and established routes. **Results:** The Kia Soul (ICE) according to the technical sheet emits 5.62 tons of CO₂ and according to the route 4.44 tons of CO₂ per year, while the Kia Soul (EV) according to the public network 1.3 tons of CO₂ and according to diesel generators 3.8 tons of CO₂ per year. The electric vehicle presents significant annual savings compared to gasoline engines. **Conclusion:** Considering the public network and diesel generators, the electric vehicle (EV) presents a lower amount of tons of CO₂ per year compared to the road tests and the technical sheet of the internal combustion vehicle.

Keywords: CO₂ emissions, route test, diesel generator, public network, technical sheet.

INTRODUCCIÓN

Objetivo y Enfoque de la Investigación

Esta investigación se enfoca en evaluar y comparar la huella de carbono del vehículo Kia Soul tomando en cuenta sus dos versiones, eléctrica (EV) y de combustión interna (ICE), en el contexto ecuatoriano, considerando las emisiones de CO₂ que poseen las principales fuentes de energía del país, como la red eléctrica nacional y generadores a base de diésel para una autonomía de 100 km en el vehículo eléctrico. Asimismo, basado en el factor de emisión de la gasolina, determinar las emisiones de CO₂ de los ICE según ficha técnica y rutas establecidas para una misma autonomía.

Contexto del Cambio Climático

Dada la creciente preocupación global sobre el cambio climático, es vital evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de transporte (vehículos). Este estudio aborda las emisiones directas del vehículo al momento de la conducción como el impacto ambiental más amplio considerando las diversas fuentes de energía utilizadas en Ecuador para la carga de EV. (OMS, 2022)

Impacto de la Contaminación Atmosférica

Los gases de efecto invernadero producidos por los motores de combustión interna representan un grave riesgo para la salud y el medio ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud, en 2016, 4.2 millones de muertes prematuras a nivel mundial guardan estrecha relación con la contaminación del aire (OMS, 2022). En Ecuador, se destacó que los vehículos fueron responsables del 18% de emisiones de CO₂ especialmente en áreas urbanas densamente pobladas como lo son las ciudades grandes (Quito, Guayaquil y Cuenca) y zonas cercanas a puertos y carreteras importantes.

Transporte por Carretera y Contaminantes Atmosféricos

Las investigaciones de Barnes et al. (2019) y Borge et al. (2018) resaltan el papel crítico de los diferentes tipos vehículos por carretera en la generación de contaminantes atmosféricos, especialmente dióxido de nitrógeno en áreas urbanas densas, y su contribución a las emisiones de carbono.

Vehículos Eléctricos y su Impacto Ambiental

Los EVs, como el Kia Soul, son alternativas reales a los motores de combustión interna. Para una evaluación completa de su impacto ambiental durante el funcionamiento, es fundamental considerar el contexto energético específico de Ecuador.

Propósito de la Investigación

Esta investigación tiene como objetivo proporcionar un análisis comparativo de la huella de carbono de cada vehículo que se realizan para determinar las toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera por los dos tipos de vehículos

Hipótesis de la Investigación

Se plantea que los EVs, incluido el Kia Soul, tendrán una menor huella ambiental comparada con el ICE durante el periodo de vida útil de conducción y también considerando las diferentes fuentes de energía como la red pública y los generadores diésel, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire y por ende de vida en Ecuador.

MARCO TEÓRICO

Vehículos de combustión interna (ICE):

Los vehículos de combustión interna (ICE) son ampliamente conocidos por su contribución significativa a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la contaminación del aire. En un estudio reciente realizado por Rovira (2015), se encontró que los vehículos ICE son responsables de una proporción considerable de las emisiones totales de CO₂ en Ecuador. Este hecho subraya la importancia de evaluar críticamente el impacto ambiental de estos vehículos en el contexto ecuatoriano, donde las ciudades densamente pobladas, como Quito, Guayaquil y Cuenca, enfrentan desafíos significativos relacionados con la calidad del aire debido a las emisiones de vehículos ICE. (Rovira, 2015)

Características

- Utilizan motores de combustión interna, como motores de pistón o motores rotativos.
- Dependen de combustibles fósiles, lo que contribuye a la emisión de gases contaminantes.

Vehículos eléctricos (EV):

Los vehículos eléctricos (EV) representan una alternativa prometedora a los vehículos de combustión interna en términos de reducción de emisiones y mejora de la calidad del aire. Gutiérrez (2013) señala que los EVs, como el Kia Soul, están libres de emisiones directas de gases contaminantes durante su operación, lo que los convierte en una opción atractiva para abordar los desafíos ambientales en Ecuador. Sin embargo, la viabilidad ambiental de los EVs también depende en gran medida de las fuentes de energía que existen dentro del país como son la red pública nacional y los generadores diésel. (Gutierrez, 2013)

Características

- Utilizan baterías recargables para almacenar energía eléctrica.
- No emiten gases contaminantes directamente durante la operación.
- Pueden recargarse en estaciones de carga eléctrica o mediante tomas de corriente convencionales.

Estructura Energética de Ecuador y su Influencia en Vehículos Eléctricos

Diversidad de Fuentes Energéticas:

La estructura energética de Ecuador desempeña un papel crucial en la determinación de la huella de carbono real de los vehículos eléctricos. Según el Ministerio de Energías No Renovables (2020), el país se está moviendo hacia una matriz energética más verde, que incluye una combinación de fuentes renovables y no renovables. La disponibilidad y el perfil de emisión de carbono de estas fuentes tienen implicaciones significativas para la evaluación del impacto ambiental de los EVs. Además, Haro (2016) destaca que la dependencia de generadores diésel en áreas remotas y sectores industriales puede contrarrestar los beneficios ambientales de los vehículos eléctricos, lo que subraya la importancia de considerar todas las fuentes de energía en el análisis. (Ministerio de Energías No Renovables, 2020)

Generadores Diésel:

Los generadores diésel son dispositivos que utilizan motores de combustión interna alimentados por diésel para generar electricidad. (Haro, 2016)

Características

- En Ecuador, estos generadores se usan como fuentes de energía de respaldo o en lugares remotos donde no es viable la conexión a la red eléctrica. (Haro, 2016)
- Se reduce la dependencia de generadores diésel en áreas remotas y sectores industriales es una realidad. (Ministerio de Energías No Renovables, 2020)
- Estos generadores, aunque cumplen con su propósito, tienen una tasa de emisiones de GEI del 17%. Su uso en la generación de electricidad, especialmente en regiones aisladas, puede afectar negativamente la ventaja ambiental de los vehículos eléctricos. (Haro, 2016)

Red Pública Nacional:

La red pública de electricidad en Ecuador se refiere a la infraestructura que distribuye electricidad desde las centrales generadoras hasta los usuarios finales a través de una red interconectada.

La inversión en infraestructura para integrar energías renovables en la red pública es clave. El éxito en esta integración podría significar una reducción notable en la huella de carbono de los vehículos eléctricos, al depender menos de fuentes de energía basadas en combustibles fósiles. (Correa, 2016)

Normativas Ambientales:

En Ecuador, las normas ambientales son reglas y regulaciones establecidas por el Gobierno Nacional, en colaboración con el Ministerio del Ambiente y otras entidades pertinentes, con el propósito de proteger y conservar el medio ambiente del país.

Características

- Las leyes y regulaciones en materia ambiental pueden influir significativamente en la adopción de tecnologías limpias. La implementación de normativas que favorezcan el uso de energías renovables y EV puede acelerar la transición hacia una movilidad más sostenible.
- El objetivo principal de las normas ambientales es salvaguardar la calidad y salud del entorno natural, así como prevenir o minimizar los impactos negativos de las actividades humanas.

Existen normas y regulaciones para la instalación de la infraestructura de los puntos de recarga y para el uso de vehículos eléctricos en Ecuador, entre las cuales, se tiene:

- ISO 15118 es una norma internacional de carga para vehículos eléctricos (Organización internacional de normalización, 2022)
- SAE J1772 es una norma norteamericana de conectores para vehículos eléctricos (Normativas Internacionales SAE, 2022)
- IEC 61851 establece los requisitos internacionales para los sistemas de carga conductores para coches eléctricos. (Normativas Internacionales SAE, 2022)
- La quincuagésima segunda normativa de la Ley orgánica de transporte terrestre de tránsito y seguridad vial establece que, a los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en sus respectivas circunscripciones territoriales, les corresponde planificar, aprobar proyectos, regular y controlar la instalación, operación y funcionamiento de puntos de recarga autosustentables para vehículos eléctricos. (Agencia Nacional de Tránsito, 2021)
- La Trigésima octava normativa de la Ley orgánica de transporte terrestre de tránsito y seguridad vial determina las condiciones sobre las cuales los establecimientos comerciales destinarán el 2% del total de plazas de parqueo habilitados, para el uso preferencial de vehículos eléctricos, sin afectar los espacios destinados a personas con discapacidad. (Agencia Nacional de Tránsito, 2021)

Desafíos y Oportunidades en el Contexto Ecuatoriano

Infraestructura de Carga: La disponibilidad y accesibilidad de la infraestructura de carga es un desafío crucial en la adopción de EV. Desarrollar una red de estaciones de carga capaces de ser eficientes y rápidas, y accesibles es esencial para garantizar la viabilidad de estos.

Educación y Conciencia Ambiental: Fomentar la educación y la conciencia ambiental entre los consumidores y las partes interesadas es vital para la adopción de vehículos eléctricos. Las campañas de sensibilización sobre los beneficios ambientales y económicos pueden impulsar una mayor aceptación.

Investigación y Desarrollo: Invertir en investigación y desarrollo en tecnologías relacionadas con las energías renovables y la eficiencia de los EV puede proporcionar avances significativos. Esto incluye mejorar la capacidad de las baterías, reducir los costos y aumentar la eficiencia general de los vehículos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se lleva a cabo una investigación cuantitativa y cualitativa para evaluar la huella de carbono del vehículo eléctrico Kia Soul 2018 en Ecuador. Analizar mediante un estudio comparativo entre EV e ICE, considerando las variables de emisión de gases de efecto invernadero. Se realizan mediciones en condiciones óptimas de conducción basadas en la ficha técnica del vehículo para evaluar las emisiones directas de gases de efecto invernadero estos. De igual manera se analizan las fuentes de energía utilizadas en Ecuador, considerando los perfiles de emisión de carbono de cada una. Se utilizan herramientas estadísticas para comparar las emisiones de los diferentes tipos de vehículos y evaluar la influencia de las fuentes de energía. La investigación contribuye a la comprensión de la huella de carbono de los EV en Ecuador, considerando el contexto energético.

Variables cualitativas:

Tipo de vehículo: Esta variable cualitativa incluye dos categorías distintas: vehículo eléctrico (EV) y vehículo de combustión interna (ICE). Esta variable permite clasificar los vehículos según su método de propulsión.

Fuentes de energía: Esta variable cualitativa incluye las diferentes fuentes que se utilizan para cargar los vehículos eléctricos, como la red pública, generadores diésel. Permite clasificar las fuentes de energía en términos de su impacto ambiental y disponibilidad.

VARIABLES CUANTITATIVAS:

Emisiones de CO₂: Esta variable cuantitativa representa la cantidad de dióxido de carbono emitido por cada tipo de vehículo durante su operación. Se calcula en toneladas de CO₂ anuales y se utiliza para comparar las emisiones entre vehículos eléctricos y de combustión interna.

Autonomía: Esta variable cuantitativa representa la distancia máxima que puede recorrer un vehículo con una carga completa de energía. Se mide en kilómetros y se utiliza para evaluar la capacidad de viaje de cada tipo de vehículo.

La investigación Integra todos los datos recopilados y los resultados de los análisis para realizar un estudio comparativo completo. Destaca las fortalezas y debilidades de cada tipo de vehículo en términos de impacto ambiental, eficiencia y rendimiento general.

Establecimiento de Parámetros de Estudio:

Se consideran parámetros como la autonomía, emisiones de CO₂, fuentes de energía. Se toma en cuenta las condiciones específicas de Ecuador y se ajustaron los datos de la ficha técnica según el estudio previo.

Comparación de Emisiones de CO₂:

Se calculan las emisiones de CO₂ de un vehículo de combustión interna (ICE) y un vehículo eléctrico (EV) por cada 100 km recorridos. Se utilizan datos del consumo de combustible y el factor de emisión de CO₂ para la gasolina en Ecuador.

Análisis de Fuentes de Carga para Vehículos Eléctricos:

Se evalúan las fuentes de carga para vehículos eléctricos en Ecuador, incluye a la red pública, generadores diésel. Se calculan las emisiones generadas por cada fuente de carga para brindar la autonomía necesaria para dicho modelo asociadas a cada fuente de carga.

Análisis de Resultados y Conclusiones:

Se comparan los resultados obtenidos y se concluyó sobre la viabilidad de los vehículos eléctricos considerando sus fuentes de energía en el contexto ecuatoriano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer parámetro que se requiere tomar en consideración es el tema de la autonomía que los EV poseen según ficha técnica, este caso según ficha técnica este vehículo posee una autonomía de 250 km con un carga completa, sin embargo, estas aproximaciones de los kilómetros que puede brindar el carro son según condiciones de manejo óptimas y basadas únicamente en condiciones geográficas de la región, mas no enfocadas directamente en las condiciones de Ecuador que será país donde se realiza el estudio. Por lo tanto, se utilizará como referencia un estudio previamente realizado por la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca, estudio donde realizaron pruebas para el Kia Soul 2018 bajo varias formas de manejo y dentro de la ciudad para rutas pre establecidas por los investigadores, determinando así que el vehículo Kia Soul 2018 dentro de la ciudad de Cuenca posee una autonomía promedio de 167 km con una carga al 100% y una autonomía de 152km con una carga de 91% que es la carga que estimaron la batería puede llegar a tener para conservar el estado de la misma y su duración.

Figura 1.

Autonomía real Kia Soul 2018, pruebas Cuenca - Ecuador

$$\begin{array}{rcl}
 167\text{Kmh} & \longrightarrow & 100\% \\
 \times & \longrightarrow & 91\% \\
 & & \frac{91\% \times 167\text{Kmh}}{100\%} = 151.97 \text{ Kmh}
 \end{array}$$

Fuente: (William, 2018)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de ficha técnica según la marca para el modelo ICE.

Figura 2.

Ficha técnica Kia Soul 2018 EV / Autonomía Eléctrica.

► Rendimiento		
Autonomía (km) - depende del modo de conducción, condiciones meteorológicas, climatización, batería -		
250		
Velocidad Máxima		
145		
Aceleración (seg)	0 → 100	11.30
	80 → 120	9.30

Fuente: (KIA ECUADOR, 2018)

Bajo las especificaciones técnicas arrojadas por Kia para este modelo y mediante el estudio para enfocarlo dentro del país, se determina que el kilometraje que se toma en cuenta de este vehículo para el presente estudio es de aproximadamente 180 km de autonomía pura al considerar que según ficha técnica tiene una autonomía de 250 km y bajo el estudio en la ciudad de Cuenca una autonomía de 151.97 km, por lo tanto, se realiza un promedio para obtener un cálculo más acercado hacia la realidad, se tiene en consideración que dentro del país existen diferentes condiciones topográficas que podrán hacer que la autonomía calculada en cuenta pueda variar y realizar un promedio con la autonomía que nos brinda la ficha técnica de este modelo.

Se presenta la ficha técnica del Kia Soul ICE 2018 que llegó al Ecuador donde se logra apreciar el consumo medio homologado que presenta el carro, se toma como valor referencial el consumo de $13.3 \frac{l}{100km}$ puesto que las pruebas con las que se calculó la autonomía del EV son realizadas bajo parámetros de manejo dentro de la ciudad.

Figura 3.

Ficha técnica Kia Soul 2018 ICE/ Autonomía Gasolina en Ciudad.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	EX 1.6L GMT GSL	EX 1.6L GMT BICOLOR BLACK	EX 1.6L GMT BICOLOR SILVER	EX 1.6L GAT BICOLOR	GTL 1.6L GAT
Dimensiones					
Largo total (mm)			4.195		
Ancho total (mm)			1.800		
Alto total (mm)	1.600				
Distancia entre ejes (mm)			2.600		
Motor					
Cilindrada (cc)			1.591		
Consumo km/l (Ciudad, Carretera, Mixto)		10,5/ 15,1 / 13,3		9,8/ 15,1/ 12,6	
Cantidad de cilindros			4 en línea		
Sistema de alimentación			Inyección Multipunto (MPI)		
Potencia (hp/rpm)			122/6.300		
Torque (kg-f/rpm)			15,5/4.850		
Transmisión					
Mecánica de 6 velocidades	SI	SI	SI	-	-
Automática secuencial de 6 velocidades	-	-	-	SI	SI
Tipo de combustible					
Gasolina					
Capacidad					
N° Pasajeros			5		
Capacidad estanque combustible (l)			54		
Maletero (l)			663		
Suspensión					
Delantera			McPherson		
Trasera			Doble barra de torsión		
Neumáticos	205/60 R16			235/45 R18	
Dirección			Asistida eléctricamente		

Fuente: (KIA ECUADOR, 2018)

Para dar continuidad al estudio se requiere realizar tablas comparativas que permiten determinar qué modelo tiene mejores prestaciones al analizar factores esenciales tales como la huella de carbono que los vehículos poseen en su puesta en marcha, entender la contaminación que produce obtener la energía para cargar los vehículos eléctricos se entiende que existen diferentes tipos de fuentes.

Con base en el informe emitido por la comisión técnica de determinación de factores de emisiones de gases de efecto invernadero se pudo determinar que el factor de emisión de

la gasolina promedio para el Ecuador basando en su combustible y en los recursos empleados es de $2.82 \frac{kg CO_2}{lt}$. (Estrella, 2021). Se estudia el vehículo Kia Soul que presenta las 2 versiones que requerimos para poder realizar una comparación bajo mismos parámetros de funcionamientos y fichas técnicas con características similares, este vehículo en su ficha técnica tiene un consumo medio homologado mixto de $13.3 \frac{lt}{100 km}$ recorridos.

Para calcular el estimado de CO_2 emitido por este vehículo durante los 100 kilómetros se debe multiplicar el factor de emisión de la gasolina por el consumo promedio del vehículo para obtener la huella de carbono por cada 100 km recorridos para este vehículo.

$$CO_2 \text{ ICE } x 100 \text{ Km} = 2820 \text{ kg } CO_2 x 13.3 \text{ l}$$

$$CO_2 \text{ ICE } x 100 \text{ km} = 37.5 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2 \text{ ICE } \text{ anuales} = \frac{37.5 \text{ kg } CO_2}{100 \text{ km}} x 15.000 \frac{\text{km}}{\text{anuales}}$$

$$CO_2 \text{ ICE } \text{ anuales} = 5.62 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{anuales}}$$

Las marcas reconocidas de vehículos en Ecuador brindan un kilometraje anual promedio de 15.000 km anuales para todos sus vehículos nuevos, por ende, se ha tomado dicho promedio para el cálculo anual. Bajo el respaldo de la marca Kia que es dentro del vehículo que se estudia, durante los años 2016-2019 IA contaba con una garantía de fábrica de 150.000 km o 10 años, por ende, se toma como referencia dicho kilometraje para el cálculo de las emisiones anuales que tendrá este tipo de modelo. (KIA Ecuador , 2018)

Mediante la ecuación se determinó que el vehículo Kia Soul ICE produce un promedio de $5.62 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{anuales}}$ bajo condiciones de manejo mixtas, combinando moderado y extraurbano.

Se toma en consideración que el alcance del estudio se basa únicamente en la puesta en marcha del vehículo, es decir no toma en consideración la fuente de alimentación o carga de los vehículos, tampoco la fabricación ni la descomposición de los mismos, se establece que el vehículo eléctrico que es 0 kg de CO_2 emitidos por cada 100 km recorridos, sin embargo posteriormente se toma en cuenta ciertas consideraciones en los EV para entender más a profundidad de los vehículos eléctricos se entiende sus fuentes de energía y los costos

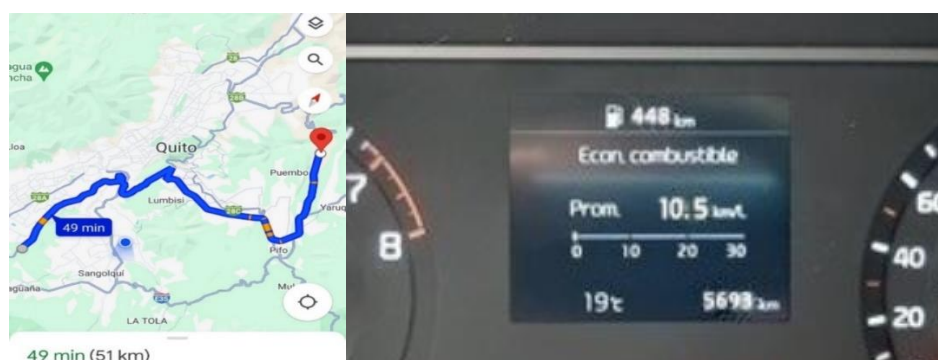
de carga en relación con un vehículo de combustión interna. (Statistical Review of world Energy, 2022)

Al calcular la cantidad de toneladas de Co₂ que producirá el ICE según ficha técnica, se calcula la cantidad de toneladas que emitirá el vehículo según los datos obtenidos por el estudio realizado en ruta, donde se hicieron 3 pruebas en la Ciudad de Quito. La primera prueba era un recorrido desde el Parque Metropolitano del Sur y el punto de llegada es el Aeropuerto Mariscal Sucre, la segunda era un recorrido desde Aeropuerto Mariscal Sucre hasta la Parroquia Amaguaña y, por la última prueba, constaba de un recorrido que empezó en la Parroquia de Pifo y culminó en la Mitad del Mundo. Todos estos trayectos son analizados previamente y constan de un kilometraje promedio de 50 km, por ende, se realizó el recorrido de ida y vuelta por la misma ruta indicada en la tabla 1. Dicha ruta fue escogida basado en que dentro de esta ruta se tendrá una conducción mixta tanto en ciudad cerca de los puntos de partida y llegada como en carreteras tales como Ruta Viva, Av. Simón Bolívar y Av. General Rumiñahui.

Prueba N.1: Se realizó la ruta Aeropuerto Mariscal Sucre – Parque Metropolitano Sur, misma ruta que posee un kilometraje de 51 km y se obtuvo en un promedio de 100 minutos debido a que era de ida y vuelta para completar los 100 km y entender el consumo promedio bajo condiciones mixtas que tiene el Kia Soul 2018 ICE. Obtuvo en la primera prueba un consumo medio homologado de $10.5 \frac{lt}{100 km}$.

Figura 5.

Ruta 1 Aeropuerto – Parque Metropolitano. Consumo medio homologado



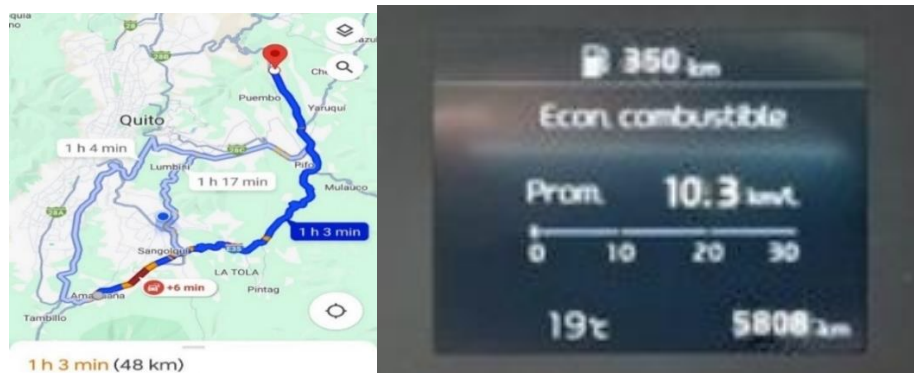
Fuente. Imagen: Google Maps. Fuente: Autores de la Investigación

Prueba N.2: Se realizó la ruta Aeropuerto Mariscal Sucre – Amaguaña, misma ruta que posee un kilometraje de 49 km y se obtuvo en un promedio de 120 minutos debido a que era

de ida y vuelta para completar los 100 km y entender el consumo promedio bajo condiciones mixtas que tendrá el Kia Soul 2018 ICE. Se obtuvo en la segunda prueba un consumo medio homologado de $10.3 \frac{lt}{100 km}$.

Figura 6.

Ruta 2 Aeropuerto – Amaguaña. Consumo medio homologado



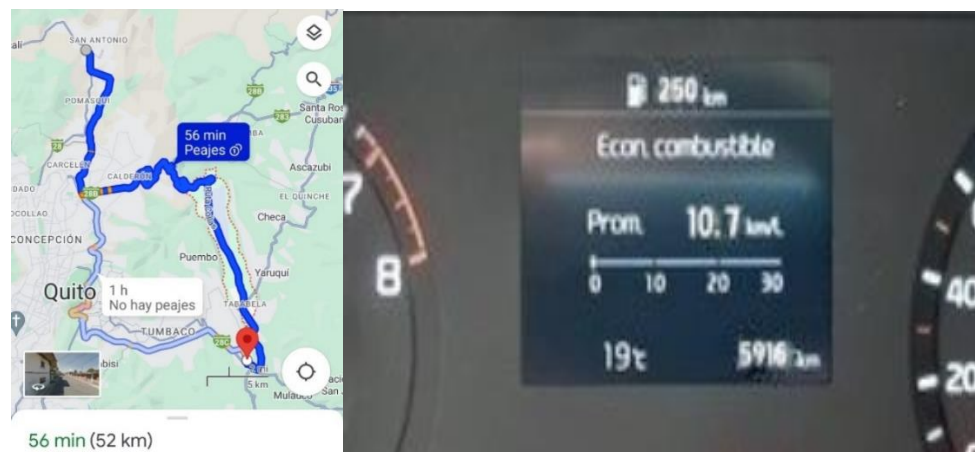
Fuente. Imagen: Google Maps. Fuente: Autores de la Investigación

Prueba N.3: Se realizó la ruta Pifo – Mitad del Mundo, misma ruta que posee un kilometraje de 52 km y se obtuvo en un promedio de 110 min debido a que era de ida y vuelta para completar los 100 km y entender el consumo promedio bajo condiciones mixtas que tendrá el Kia Soul 2018 ICE. Se obtuvo en la segunda prueba un consumo medio homologado de

$$10.7 \frac{lt}{100 km}$$

Figura 7.

Ruta 3 Mitad del mundo – Pifo. Consumo medio homologado



Fuente. Imagen: Google Maps. Fuente: Autores de la Investigación

Tabla 1.*Resultados de la ruta en Quito*

Ruta (Ida y Vuelta)	Consumo Mixto (Km/l)
Aeropuerto – Parque metropolitano (100 km)	10,5
Aeropuerto – Amaguaña (100km)	10,3
Pifo – Mitad del mundo (100km)	10,7

Fuente: Autores de la Investigación

Con base en las 3 pruebas que se realizaron bajo condiciones similares, se determinó que el vehículo Kia Soul 2018 ICE tiene un consumo medio homologado mixto de $10.5 \frac{lt}{100 km}$ por lo tanto, se debe realizar las ecuaciones respectivas para determinar las toneladas de CO₂ que posee el vehículo según rutas realizadas y según ficha técnica para entender la variación que los vehículos pueden llegar a tener según condiciones geológicas que intervienen en el consumo de combustibles y por ende en las emisiones de CO₂.

$$CO_2 \text{ ICE } x 100 \text{ Km} = 2820 \text{ kg } CO_2 x 10.5 \text{ l}$$

$$CO_2 \text{ ICE } x 100 \text{ km} = 29.61 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2 \text{ ICE } anuales = \frac{29.61 \text{ kg } CO_2}{100 \text{ km}} x 15.000 \frac{\text{km}}{\text{anuales}}$$

$$CO_2 \text{ ICE } anuales = 4.44 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{anuales}}$$

Mediante la ecuación se determinó que el vehículo Kia Soul ICE produce un promedio de $4.44 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{anuales}}$ bajo condiciones de manejo mixtas, combinando moderado y extraurbano.

Tabla 2.*Comparativas emisiones de CO₂ de los ICE (ruta Quito/ficha técnica)*

MODELO EMISIONES	ICE RUTA QUITO	ICE FICHA TECNICA
$\frac{\text{kg } CO_2}{100 \text{ km}}$	29,61	37,50
$\frac{\text{ton } CO_2}{\text{año}}$	4,44	5,62

Fuente: Autores de la Investigación

Dentro de la tabla comparativa que se obtuvo con base en información previamente estudiada y al realizar el cálculo correspondiente en el tipo de vehículo a estudiar y las

prestaciones que presenta este tipo de carro, se determinó que el Kia Soul de combustión interna (ICE) con base en las rutas realizadas se determina que produce un promedio $4.44 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{anuales}}$ recorridos y el Kia Soul 2018 ICE según ficha técnica posee unas emisiones de toneladas anuales de $5.62 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{anuales}}$.

A continuación, se detalla las distintas fuentes de carga que pueden utilizar los vehículos eléctricos en el Ecuador y determinar cuál sería el impacto ambiental es decir la huella de carbono que estos carros presentarían basándose en su fuente de alimentación considerando que existen varias en el Ecuador, conociéndose como más populares a la Red Pública, Generador Diésel. A continuación se determinaría cual de estas tiende más a una contaminación de emisiones de gases nocivos a cero, buscando así la fuente más verde para poder alimentar a los vehículos eléctricos.

Al observar la ficha técnica del vehículo se obtiene algunos valores que son necesarios tomar en cuenta para determinar cuanta carga se necesita en relación con la capacidad de la batería que en este caso para el Kia Soul es de 30 kWh (KIA ECUADOR, 2018) lo que en la tabla No2 se detallará con base en las fuentes mencionadas, buscando así determinar cuál de estas nos permite acercarnos más a la huella de carbono cero.

Energía obtenida a partir de la red pública: El factor de multiplicación de la energía a partir de la red pública es de 0.2876 (ton CO₂/MWh) (Ministerio de Energía Y Minas, 2022)

Energía obtenida a partir de generadores Diésel: en promedio cada litro de Diésel produce alrededor de 2.68 Kg de CO₂, y se entiende que cada galón contiene aproximadamente 3.7854 litros.

$$2.69 \frac{\text{kg } CO_2}{\text{litro}} \times 3.7854 \frac{\text{Litros}}{\text{galon}} = 10.15 \text{ kg } \frac{CO_2}{\text{gal}}$$

Cada galón de Diésel que es empleado dentro de un generador para producir energía produce en promedio 12 kWh (CENACE, 2020) y se obtuvo que un galón de Diésel produce aproximadamente 10.15 kg CO₂. Se conoce que la capacidad de carga de la batería del Kia Soul es de 30 kWh por lo tanto si dividimos los 30 kWh para los 12 kWh que produce cada galón de Diésel se necesita 2.5 galones de Diésel para una carga completa.

$$\text{Capacidad de batería} = \frac{30 \text{ kWh}}{12 \frac{\text{kWh}}{\text{gal}}}$$

$$\text{Capacidad de batería} = 2.5 \text{ gal}_{\text{diesel}}$$

Al calcular la cantidad de galones de Diésel que se necesitan para combustionar para producir 30 kWh y cargar al 100 % la batería se logra multiplicar los kg de CO_2 que produce cada galón de Diésel por los 2.5 galones que son necesarios para determinar cuánto será la contaminación producida por los generadores eléctricos para una carga del vehículo eléctrico o compararla con las otras 2 fuentes comunes aplicables en el Ecuador.

Huella de carbono a partir de generadores Diésel:

$$CO_2 = 10,15 \text{ kg} \frac{CO_2}{\text{gal}} \times 2.5 \text{ gal}_{\text{diesel}}$$

$$CO_2 = 25.37 \text{ kg} \frac{CO_2}{\text{carga}}$$

Tabla 3.

Diferentes tipos de obtención de energía eléctrica y huella de carbono

EMISIONES CAP: 30KWH	kg CO₂ Kwh	kg CO₂ 100 km	ton CO₂ año
RED PUBLICA	0,29	8,70	1,30
GENERADORES DIESEL	10.15	25,37	3,80

Fuente: Autores de la Investigación

Dentro de la tabla 2 representada anteriormente se estableció en 3 etapas que nos muestra las emisiones que significa cargar un EV al depender de sus diferentes fuentes, se determinó la contaminación de las fuentes más utilizadas en Ecuador y se multiplico por la capacidad que tiene la batería para lograr un recorrido de 100 km , posteriormente se calculó cuantas toneladas de CO_2 emitirá en el año con base en sus fuentes de carga, se entiende que este modelo de carro con una carga de 16.38 kWh brinda una autonomía promedio de 100 km en condiciones óptimas. (KIA ECUADOR, 2018)

Con base en la tabla número (2) obtenida luego de realizar las ecuaciones y los estudios correspondientes existen varios factores que se logra rescatar y dar motivo del

porque la red pública serían las mejores opciones para ayudar a que la carga de los vehículos eléctricos y por ende su puesta en marcha tenga el menor efecto invernadero en relación con los generadores Diésel. Pues el generador Diésel como se puede ver en la tabla N°3, esta posee un aumento del 65% más sobre la red pública lo que contribuye en gran parte a las toneladas de CO_2 que como región producimos.

$$Ahorro = 1 - \left(\frac{\text{red pública}}{\text{generadores diesel}} \right)$$

$$Ahorro = 1 - \left(\frac{8.7}{25.37} \right)$$

$$Ahorro = 65\% \text{ (la renta)}$$

Una vez que se determina la cantidad de toneladas de CO_2 que tienen los vehículos de combustión interna ICE y los vehículos eléctricos EV, se procede a comparar cada valor mediante una tabla que nos permitirá identificar la diferencia que existe en cuanto a las emisiones de estos modelos al hablar de su puesta en marcha con base en sus fuentes de alimentación requerida para un periodo de un año tomando en consideración condiciones aterrizadas a la realidad de Ecuador.

Tabla 4.

Comparación de la huella de carbono emitida por los vehículos anualmente.

Comparación de emisiones anuales de ICE y EV				
	ICE		EV	
	Ruta Quito	Ficha Técnica	Red Pública	Generadores Diesel
ton CO_2 año	4.4	5.62	1.3	3.8

Fuente: Autores de la Investigación

Análisis de varianza

Tabla 5.

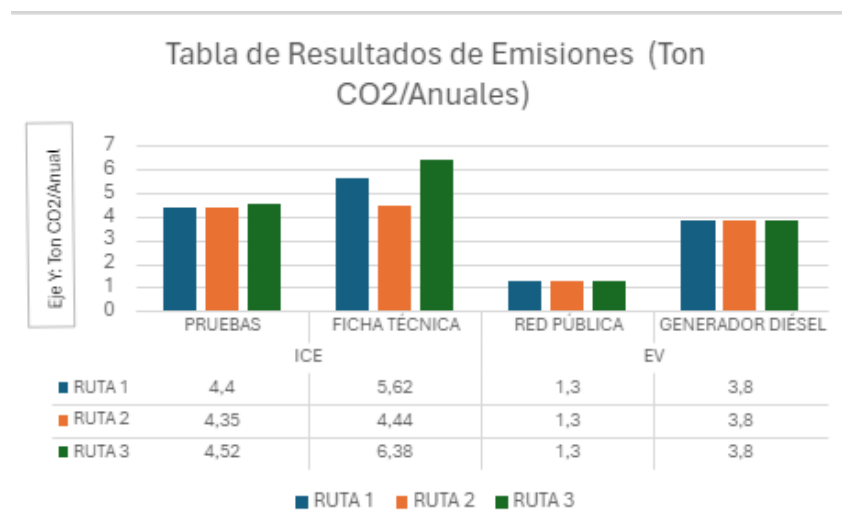
Análisis de varianza y gráfico comparativo de las emisiones de Toneladas de CO_2 anuales.

RUTAS	ICE (TON CO_2 /ANUALES)		EV (TON CO_2 /ANUALES)	
	PRUEBAS	FICHA TÉCNICA	RED PÚBLICA	GENERADOR DIÉSEL
RUTA 1	4,4	5,62	1,3	3,8
RUTA 2	4,35	4,44	1,3	3,8
RUTA 3	4,52	6,38	1,3	3,8

RESUMEN (TON CO_2 /ANUALES)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
PRUEBAS	3	13,27	4,42	0,0076
FICHA TÉCNICA	3	16,44	5,48	0,9556
RED PÚBLICA	3	3,9	1,3	0
GENERADOR DIÉSEL	3	11,4	3,8	2,96E-31

Valor crítico para F	
F	39,24
	4,06



Fuente: Autores de la Investigación

El análisis de varianza (ANOVA) es una técnica estadística que se utiliza para comparar las medias de tres o más grupos y determinar si al menos uno de ellos difiere significativamente de los demás. En este caso, se utiliza un análisis de varianza de un factor, donde solo se compara dos grupos: el vehículo eléctrico (EV) y el vehículo de combustión interna (ICE).

La idea detrás del ANOVA es comparar la variación entre los grupos con la variación dentro de los grupos. Si la variación entre los grupos es significativamente mayor que la variación dentro de los grupos se logra concluir que hay diferencias significativas entre los grupos.

El análisis de varianza calcula una estadística llamada valor F, que es la relación entre la variación entre los grupos y la variación dentro de los grupos. Un valor de F más alto indica una mayor diferencia entre los grupos.

En este caso, el valor de F obtenido fue de 39,24. Para interpretar este valor, se compara con el valor crítico para F, que se determina según el nivel de significancia. El valor crítico para F (4,06) se utiliza para determinar si el valor de F observado es lo suficientemente grande como para considerarse significativo.

Dado que el valor de F observado (39,24) es mucho mayor que el valor crítico para F (4,06), se logra concluir que hay una diferencia significativa entre las emisiones de CO₂ entre el vehículo eléctrico y el vehículo de combustión interna. Específicamente, el vehículo eléctrico emite una cantidad de CO₂ considerablemente menor tomando en cuenta las fuentes de energía de la red pública y de los generadores diésel en comparación con el vehículo de combustión interna, lo que indica que el tipo de vehículo tiene un efecto significativo en las emisiones de CO₂.

La investigación proporciona una comprensión profunda de las emisiones de CO₂ de vehículos eléctricos y de vehículos a gasolina en su puesta en marcha, destacando las fuentes de energía en Ecuador y la autonomía de cada vehículo para realizar el cálculo de emisiones de CO₂ en diferentes tipos de rutas considerando la geografía de Ecuador y así poder llegar a una conclusión más acertada de qué tipo de vehículo es más conveniente para el contexto ecuatoriano. Sin embargo, queda claro que un aspecto fundamental que requiere mayor atención es el análisis detallado de la fabricación de baterías y cómo las fuentes de energía utilizadas en este proceso contribuyen a la contaminación ambiental.

A partir de los hallazgos de la investigación anterior, se evidencia la necesidad de llevar a cabo una investigación adicional centrada específicamente en la fabricación de baterías y su impacto ambiental. Esta investigación puede abordar aspectos como la extracción de materias primas, los procesos de fabricación, las emisiones atmosféricas y de aguas residuales, así como la generación de residuos sólidos durante la producción de baterías.

Además, es crucial analizar cómo las fuentes de energía utilizadas en la fabricación de baterías, como la electricidad proveniente de plantas de energía a base de combustibles fósiles, contribuyen a la contaminación atmosférica y al cambio climático. Este análisis permite comprender mejor el impacto total de la fabricación de baterías en el medio ambiente y proporcionaría información valiosa para la adopción de medidas de mitigación y la promoción de prácticas más sostenibles.

Para llevar a cabo esta investigación se debe llevar un enfoque que aborde la recopilación de datos sobre los procesos de fabricación y las fuentes de energía utilizadas. Este análisis debe incluir una evaluación detallada de las emisiones atmosféricas, vertidos de aguas residuales y generación de residuos sólidos durante la producción de baterías, así como la comparación de tecnologías y prácticas sostenibles para reducir su impacto ambiental.

CONCLUSIONES

La investigación evidencia que el vehículo eléctrico Kia Soul representa una reducción considerable de emisiones de CO₂ en comparación con su contraparte de combustión interna en el contexto ecuatoriano. Específicamente, el análisis revela que el Kia Soul eléctrico emite hasta un 70.5% menos de CO₂ en comparación con la versión de gasolina. El vehículo Kia Soul de combustión interna (ICE) durante las pruebas realizadas genera un promedio de $4.44 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{anuales}}$ y según ficha técnica un promedio de $5.64 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{anuales}}$ durante su puesta en marcha, mientras que el Kia Soul eléctrico (EV) alimentado mediante generadores Diésel tiene una generación promedio anual de $3.8 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{anuales}}$ y según la red pública un promedio anual de $1.3 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{anuales}}$.

Las fuentes de carga más comunes en el Ecuador son la red pública y los generadores diésel, por ende, se considera que la mejor opción para emitir la menor cantidad de toneladas de CO₂ es la red pública, que presenta una emisión anual de $1.3 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$ para la versión EV.

La red pública ecuatoriana presenta una mejora significativa del 65% de la renta en comparación con los generadores diésel, los cuales presentan una importante participación en las operaciones dentro del país, cabe considerar que estos son los encargados de emitir CO₂ de forma directa e indirecta. A partir de este estudio se evidencia que hay que considerar además otros factores de emisión de huella de carbono provenientes de la naturaleza de su funcionamiento tanto en los dos aspectos, que podrían ser caso de estudio o análisis en próximas investigaciones.

El análisis de varianza permite observar que los vehículos eléctricos emiten una cantidad considerablemente menor de CO₂, con un valor de F de 39.4, que es aproximadamente un 867.5% mayor que el valor crítico para F de 4.06, se demuestra que hay una variación significativa entre los dos tipos de vehículos en cuanto a las emisiones de CO₂.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables. (2021). *Actualización del análisis y determinación del costo de servicio público de energía eléctrica*. [Archivo PDF] https://www.controlrecursosyenergía.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/02/2._informe_analisis_y_determinacion_costos_spee_2022.pdf
- Agencia Nacional de Tránsito. (2021). *LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE*. [Archivo PDF] https://www.obraspúblicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP_6_Ley-Organica-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial-2021.pdf
- Aristizábal, C., & González, J. (2022). *Energía solar fotovoltaica en instituciones educativas: caso de estudio ITM campus Robledo*. [Archivo PDF] <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/3612/3392>
- CENACE. (2020). *Informe anual*. Obtenido de <https://www.cenace.gob.ec/informe-anual-2022/>
- Correa, F. (2016). *Energías renovables y medio ambiente*. [Archivo PDF] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300024
- El Comercio. (2022). *Ecuador destina más recursos para el subsidio de combustibles*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ecuador-recursos-subsidio-combustibles-gasolina.html#:~:text=Si%20la%20cotización%20del%20crudo,millones%20hasta%20finalizar%20el%202022.>
- Estrella, I. L. (2021). *FACTOR DE EMISIÓN DE CO₂*. [Archivo PDF] https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/664/pdf
- Gutierrez, J. A. (2013). *Vehículo Eléctrico*. [Archivo PDF] <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6296/PFC-P-94.pdf;jsessionid=4A6C1EF71043A8DE2556AA3639AD2867?sequence=1>
- Haro, L. (2016). *Factor Anual de Emisión de CO₂ Producido por el Parque*. [Archivo PDF] https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/664/pdf
- KIA Ecuador . (Julio de 2018). *Kia Garantía*[Archivo PDF] <https://www.kia.com/ec/service/warranty.html>
- KIA ECUADOR. (2018). *Ficha Técnica Kia Soul EV 2018*. [Archivo PDF] <https://www.kia.com/content/dam/kwcms/cl/es/files/fichas-tecnicas/Ficha-Técnica-Soul.pdf>
- KIA ECUADOR. (2018). *Ficha Técnica Kia Soul Gasolina 2018*[Archivo PDF] <https://www.kia.com/content/dam/kwcms/cl/es/files/fichas-tecnicas/Ficha-Técnica-Soul.pdf>

- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Proforma presupuestaria*. [Archivo PDF] <https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/02/Proforma-presupuestaria-2022.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Subsidios del Estado*. [Archivo PDF] https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/Anexo-3_Subsidios-2023.pdf
- Ministerio de Energía Y Minas. (2022). *Factor de emisiones de CO2 del sistema interconectado de Ecuador infome 2022*. [Archivo PDF] <https://www.recursoyenergía.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/wp-1692720103183.pdf>
- Ministerio de Energías No Renovables. (2020). *Energía, sociedad y ambiente*. [Archivo PDF] <https://www.recursoyenergía.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/1.ENERGÍA-SOCIEDAD-Y-AMBIENTE-BEN.pdf>
- Normativas Internacionales SAE. (2022). *Normativas de vehiculos electricos*. [Archivo PDF] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/PRTE-162.pdf>
- OMS. (2022). *Contaminación del aire Ambiental*. [Archivo PDF] <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Organizacion internacional de normalización. (2022). *Normas internacionales de vehiculos electricos*. [Archivo PDF] https://www.une.org/normalizacion_documentos/referencia_normas_iso_iec_reg_tecnica.pdf
- públicas, M. d. (2021). *Ley organica de transporte terrestre transito y seguridad vial*. Quito, Ecuador.
- Quito Informa. (2022). *Cómo se gestiona la movilidad en Quito desde el control del espacio público*. [Archivo PDF] <https://www.quitoinforma.gob.ec/2022/11/07/como-se-gestiona-la-movilidad-en-quito-desde-el-control-del-espacio-publico/>
- Rovira. (2015). *Motores de combustion interna*. [Archivo PDF] https://books.google.com.ec/books?id=-EflCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Satistical Review of world Energy. (2022). *bp Statistical Review*. [Archivo PDF] <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>
- Segura, J. C. (2011). *Recurso solar para generacion de energía*. [Archivo PDF] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6791/1/EI%20recurso%20solar%20para%20generacion%20de%20energía.pdf>

Tapia, E. (01 de Abril de 2024). *Carros eléctricos e híbridos ya representan el 8% de las ventas en Ecuador*. [Archivo PDF] <https://www.primicias.ec/noticias/economia/carros-electricos-hibridos-ventas-modelos-nuevos/>

William, D. F.-O. (2018). *Estuio de la autonomía del vehículo eléctrico Kia Soul en la ciudad de Cuenca*. [Archivo PDF] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16162/1/UPS-CT007827.pdf>