



# ¡ POSGRADOS !

## MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ CON MENCIÓN EN NEGOCIOS AUTOMOTRICES

RPC-SO-36-NO.825-2021

### OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON  
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

### TEMA:

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE  
COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS DE  
TRANSPORTE COMERCIAL MIXTO  
EN LA CIUDAD DE AZOGUES

### AUTORES:

FABIÁN ANDRÉS BERNAL REINOSO  
HOMERO FELIPE VILLACRESES NOVILLO

### DIRECTOR:

FREDY GONZALO TACURI MOSCOSO

CUENCA – ECUADOR  
2024

**Autores:****Fabián Andrés Bernal Reinoso**

Ingeniero Mecánico Automotriz.  
Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con  
Mención en Negocios Automotrices por la Universidad  
Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.  
bernalito96@hotmail.com

**Homero Felipe Villacreses Novillo**

Ingeniero Mecánico Automotriz.  
Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con  
Mención en Negocios Automotrices por la Universidad  
Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.  
f.villacreses1691@hotmail.com

**Dirigido por:****Fredy Gonzalo Tacuri Moscoso**

Ingeniero Mecánico Automotriz.  
Magister en Sistemas Automotrices.  
ftacuri@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

FABIÁN ANDRÉS BERNAL REINOSO

HOMERO FELIPE VILLACRESES NOVILLO

Análisis del consumo de combustible de vehículos de transporte comercial mixto en la ciudad de Azogues

## **DEDICATORIA**

Dedico esta meta alcanzada a mi familia y en especial a todos aquellos que cada día me motivaron a seguir adelante.

*Fabián Andrés Bernal Reinoso*

Para mí es de mucho valor percibir el apoyo de las personas y por esto dedico mi proyecto a mis padres que desde el cielo me dieron la sabiduría, a mi esposa y mi familia por ser incondicional en todos mis logros. Finalmente, a mis hermanos, quienes forman parte de este proceso.

*Homero Felipe Villacreses Novillo*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a quienes me contribuyeron con conocimientos en este camino de aprendizaje, gracias por ser un pilar fundamental y en especial al Ing. Néstor Rivera por su experiencia en el tema.

*Fabián Andrés Bernal Reinoso*

De ante mano agradezco a la noble institución, al director de maestría, a mi esposa, a mi hermano que permitieron que yo perseverare y pueda cumplir mis sueños profesionales.

*Homero Felipe Villacreses Novillo*

# TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	8
Abstract .....	9
1. Introducción .....	10
2. Determinación del Problema.....	11
3. Marco teórico referencial.....	12
3.1. Antecedentes .....	12
3.2. Combustibles .....	14
3.2.1. Propiedades del combustible .....	15
3.2.2. Clasificación de los combustibles .....	16
3.3. El consumo de combustible.....	19
3.3.1. Consumo de combustible nivel mundial .....	19
3.3.2. Consumo de combustible nivel mundial .....	21
3.3.3. Consumo de combustible nivel Ecuador .....	22
3.4. Combustibles en Ecuador .....	24
3.4.1. Uso del combustible .....	24
3.4.2. Uso del diésel.....	25
3.4.3. Despacho de combustible en Ecuador .....	26
3.5. Sistema de operación del transporte comercial mixto .....	26
3.5.1. Consumo de combustible .....	26
3.5.2. Criterios para el consumo del combustible.....	27
3.5.3. Operación y características generales del transporte mixto.....	28
3.6. Vehículos eléctricos .....	29
3.6.1. Origen y funcionalidad .....	30
3.6.2. Componentes principales .....	30
3.6.3. Ventajas de utilizar un vehículo eléctrico.....	31
3.6.4. Limitaciones de un vehículo eléctrico .....	32
3.7. Diseño de experimentos .....	32
4. Materiales y metodología.....	34
4.1. Mano de obra .....	35
4.2. Entorno .....	35
4.3. Materia prima .....	36

4.4. Medios .....	37
4.5. Método .....	38
4.5.1. Obtención de datos .....	40
4.5.2. Cálculo de consumo.....	41
5. Resultados y discusión.....	47
5.1. Análisis de resultados obtenidos mediante modelo matemático.....	47
5.2. Análisis de resultados económicos y de consumo obtenidos aplicando métodos estadísticos .....	49
5.3. Nivel de consumo teórico de combustible actual de las empresas de transporte mixto.....	60
5.4. Uso de vehículos eléctricos frente al vehículo convencional.....	65
5.5. Discusión.....	68
6. Conclusiones.....	70
Referencias .....	72
Anexos .....	80

# ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COMERCIAL MIXTO EN LA CIUDAD DE AZOGUES

AUTOR(ES):

BERNAL REINOSO FABIÁN ANDRÉS  
VILLACRESES NOVILLO HOMERO  
FELIPE

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el consumo de combustible de vehículos de transporte comercial mixto en la ciudad de Azogues generando una propuesta del uso de vehículos eléctricos. Y para cumplirlo, se abarcó una recolección de datos mediante OBD II basados en una metodología de estimación de consumo y contaminaciones con un ciclo real de conducción, mediante un modelo matemático se obtuvo un consumo muy cercano al del fabricante. También un diseño no experimental, de tipo descriptivo y enfoque cuantitativo puesto que el proceso metodológico comprendió técnicas y métodos para su desarrollo. Adicional, se consideró la metodología de las 5M, que permitió organizar el desarrollo del trabajo de una forma ordenada y sistemática de los procesos a seguir. Por lo tanto, el análisis revela que los propietarios de camionetas en este sector están fuertemente influenciados por factores económicos en sus decisiones. La mayoría elige el diésel como combustible principal, debido a su costo. Aunque los precios del combustible varían, la mayoría de los propietarios opta por mantener sus patrones de consumo en lugar de cambiar drásticamente sus operaciones. La disposición a considerar vehículos eléctricos refleja un interés en la innovación y la sostenibilidad, con la disminución de los gastos en combustible y el rendimiento como las principales motivaciones. Sin embargo, no existen las condiciones y los vehículos idóneos para esta nueva matriz energética. En general, este análisis concluye que existe adaptabilidad y la toma de decisiones informadas de los propietarios de camionetas de transporte comercial mixto en el equilibrio entre eficiencia económica y responsabilidad ambiental.

**Palabras clave:**

Combustible, transporte comercial mixto, economía sostenible, vehículos eléctricos.



## ABSTRACT

---

The objective of this work is to analyze the fuel consumption of mixed commercial transport vehicles in the city of Azogues, generating a proposal for the use of electric vehicles. And to comply with it, data collection was included through OBD II based on a consumption and contamination estimation methodology with a real driving cycle, using a mathematical model a consumption very close to that of the manufacturer was obtained. Also, a non-experimental design, descriptive type and quantitative approach since the methodological process included techniques and methods for its development. Additionally, the 5M methodology was considered, which allowed organizing the development of the work in an orderly and systematic way of the processes to be followed. Therefore, the analysis reveals that van owners in this sector are strongly influenced by economic factors in their decisions. Most choose diesel as their main fuel, due to its cost. Although fuel prices vary, most owners choose to maintain their consumption patterns rather than drastically change their operations. The willingness to consider electric vehicles reflects an interest in innovation and sustainability, with decreasing fuel costs and performance as the main motivations. However, the ideal conditions and vehicles for this new energy matrix do not exist. Overall, this analysis concludes that there is adaptability and informed decision-making by mixed commercial van owners in the balance between economic efficiency and environmental responsibility.

**Palabras clave:**

Fuel, mixed commercial transportation, sustainable economy, electric vehicles.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El presente estudio está centrado en el análisis del consumo de combustible de vehículos de transporte Comercial Mixto en la Ciudad de Azogues, entendiéndose al combustible como aquella sustancia que se quema para producir calor. Este calor producido puede utilizarse para mover una turbina en formas de energía denominada cinética, o para mover los motores de los vehículos. Los combustibles pueden obtenerse de fuentes no renovables o renovables. Dicho consumo por un vehículo de transporte es una ratio que puede calcularse dividiendo la distancia recorrida y la cantidad de litros utilizados.

En este sentido, el estudio pretende a través de un análisis técnico estadístico conocer el sistema de operación del transporte mixto en la ciudad de Azogues ubicado en la provincia de Cañar específicamente en lo relacionado al consumo de combustible. Todo ello, con el fin de analizar cuál sería el impacto de lanzar al mercado marcas de vehículos eléctricos en la ciudad y conocer la situación real de operación en este tipo de transporte. Con ello, se logra una disminución tanto en la contaminación como en la economía del sector. Los resultados obtenidos serán un referente importante para la ciudadanía Azogueña y posteriores investigaciones.

De esta manera, el objetivo general para desarrollar la investigación plantea analizar el consumo de combustible de vehículos de tipo comercial y a su vez mixto en el lugar de estudio generando una propuesta del uso de vehículos eléctricos. Y para cumplirlo, se trazan tres objetivos específicos que son analizar los resultados obtenidos aplicando métodos estadísticos interpretando los datos obtenidos; determinar el nivel de consumo de combustible actual de las empresas de esta categoría; y proponer el uso de vehículo eléctricos analizando los costos y las características técnicas frente al vehículo convencional contribuyendo a una economía sostenible.

## 2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

---

En efecto, el combustible tiene dos problemas cuando se quema en los motores de los vehículos. El primero tiene que ver con el smog y el ozono en las grandes ciudades. El segundo tiene que ver con el carbono y los gases de efecto invernadero. Cuando los vehículos combustionan gasolina, lo ideal sería que la quemaran perfectamente y no crearan nada más que la sustancia de dióxido de carbono al igual que el agua en sus gases de escape.

Desafortunadamente, el motor de combustión interna no es perfecto. En el proceso de quemar la gasolina, también se genera un monóxido de carbono y de nitrógeno, acompañado de gas letal, una de las fuentes de contaminación urbana. Dichos contaminantes dañan la salud del ser humano a través de síntomas como tos, complicaciones a la hora de respirar, comer, diversos problemas bronquiales y de visibilidad.

De hecho, la polución vehicular es la incorporación de sustancias dañinas al entorno natural por los vehículos de motor. Estos materiales, tienen varios efectos a nivel del estado del individuo y el entorno. El transporte constituye uno de los principales generadores de la contaminación del aire debido al elevado número de vehículos que circulan actualmente por las carreteras.

En este sentido, el aumento del poder adquisitivo en los hogares Azogueños hace que cada vez más gente pueda permitirse un vehículo, pero desventajosamente los vehículos eléctricos no son la prioridad debido a su alto costo y, por ende, la baja demanda.

De esta manera, hay un gran desinterés por los vehículos eléctricos pese a que utilizar electricidad para cargar sus baterías en lugar de combustibles fósiles como el diésel o gasolina resulta más eficiente, significa que cargarlo es más barato que el combustible para las necesidades de desplazamiento.

## 3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 3.1. ANTECEDENTES

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se ha identificado investigaciones previas relacionadas al tema propuesto, de esta manera Marchese y Golato [1] analizan un automóvil con un motor eficiente y una aerodinámica mejorada, determinando que disminuye el consumo de combustible, en comparación con el caso base, la diferencia va entre un 27% y un 38% para los estados de carga. En lo que corresponde a un camión acoplado se denota una mínima disminución en el consumo de combustible para incrementos de la velocidad de marcha de hasta un 20%.

Cuando se trata de transporte de cargas pesadas, el transporte ferroviario tiene una gran superioridad sobre el transporte por carretera, con costos de energía un 37% más bajos que los remolques. Por tanto, mantener un motor en buenas condiciones es un beneficio para ahorrar combustible, además, con esta ventaja se obtiene una excelente aerodinámica.

Por su parte, Henao y González [2] afirman que los nuevos modelos mecánicos utilizados para estimar el consumo de combustible utilizan el principio de mapeo del combustible con las fuerzas que ejercen sobre el automóvil. Por otro lado, para estudiar y valorar la sensibilidad del uso de combustible los diseñadores y fabricantes de automóviles manejan este modelo, con el fin de identificar los cambios que se generan en el sistema del motor, carrocería o particularidades aerodinámicas.

En esta misma línea, este modelo asume información determinada y contextualizada que no vienen siendo públicos. Todo lo mencionado anteriormente, alude a la necesidad de considerar en el mercado automotriz el empleo de modelos mecánicos para analizar el consumo de combustible.

Seguido Pérez y Monzón [3] plantean la necesidad de estudiar el progreso de los vehículos de transporte frente al consumo de combustible, donde con el crecimiento de los viajes de mercancías el uso de combustible es más frecuente. Frente a ello, la distribución ineficiente del inflamable provoca el aumento de las emisiones por carretera.

Frente a esta problemática los autores plantean mejoras basadas en la tecnología para frenar inconvenientes en los carburantes y motores de los vehículos de transporte de carga, y para ello definen pautas para corregir los factores negativos mencionados. Y como sustento, se realiza una comparación con el conjunto de la Unión Europea o las medidas que estipula la Estrategia Española de Eficiencia Energética [3].

Por otro lado, Tipanluisa et al. [4] señalan que las investigaciones enfocadas a los MCIA [Motores de Combustión Interna Alternativos] intenta reducir el uso de combustible para evitar emisiones contaminantes por parte de los automóviles, dado que, este tipo de transporte emanan gran cantidad de humo al aire, especialmente en las ciudades. Este es uno de los principales problemas que enfrenta la sociedad, debido a que, la calidad del aire no es buena y provoca efectos negativos como enfermedades a los pulmones, garganta, piel, entre otros. De esta manera, el Foro Internacional enfocado al Transporte [5] manifiesta que globalmente el 23% corresponde al CO<sub>2</sub> que emana el transporte, a diferencia del 30% de CO<sub>2</sub> que se genera por la quema de combustibles fósiles.

Seguido, Rosero et al. [6] consideran que la utilización de combustible constituye una pieza fundamental en los costos de operación de los vehículos, debido a que, las particularidades técnicas hasta el manejo por parte de los operarios en el caso del transporte de carga pesada son inadecuados. De esta forma, el propósito es reducir el recurso analizado como es el combustible, optimizando el estilo de manejo y la necesidad de aplicar las normas de mantenimiento. Con ello, los impactos ambientales generados por la contaminación del aire pueden mitigarse, ya que el sector de transporte es el principal contaminador del aire en Ecuador.

Asimismo, Ortiz [7] en su artículo recalca que el transporte eléctrico es una de las opciones que las personas pueden usar para reducir los gases y humo, con el cual, el efecto invernadero se reduciría. Además, los combustibles como gas natural o gas licuado de petróleo son una alternativa para que el CO<sub>2</sub> disminuya, por ello, los autores manifiestan que el gas natural debe ser consumido con N para tener una mayor diversificación de ventajas [7]. Por otro lado, los combustibles alternativos a considerarse como: biocombustibles, biodiesel, bioetanol, bio-ETBE e hidrógeno que con el objetivo de disminuir las emisiones CO<sub>2</sub> a la atmosfera causantes del efecto invernadero.

Finalmente, León et al. [8] analizan el contexto ambiental considerando investigaciones enfocados a los mecanismos de reducción de la contaminación y mejoramiento de los procesos de combustión en los motores de los vehículos de transporte. No obstante, es significativo recalcar que gracias al estudio realizado por León et al. estas son aplicables dependiendo del contexto, zona geográfica y particularidades específicas de cada región. Así también exponen en la propuesta metodológica para la estimación de emisiones contaminantes: Caso de Cuenca, Ecuador [9]

## 3.2. COMBUSTIBLES

Un combustible es una sustancia que puede liberar energía cambiando o transformando su estructura química. Es la liberación de energía de una forma potencial a una forma utilizable al tratarse de una reacción química, se denomina energía química. Suele ser una sustancia que se puede quemar [10].

Por lo tanto, según Doeden [11] un motor de combustión interna necesita combustible para funcionar, la energía mecánica que mueve el motor de un coche se produce directamente a partir de la energía química del combustible cuando se mezcla con el oxígeno.

En efecto, todos los tipos de materiales y sustancias que pueden liberar energía potencial mediante la combustión y convertirla en energía utilizable de diferentes

formas, como energía térmica o mecánica, se denominan colectivamente combustibles [12].

### 3.2.1. PROPIEDADES DEL COMBUSTIBLE

Este producto se considera una mezcla de octano y no hidrocarburos. Normalmente se considera una fracción de petróleo crudo con un punto de ebullición de unos 28-175° C el límite varía en función de las necesidades comerciales de la refinería. Este subproducto se subdivide a su vez en nafta ligera hasta unos 100° C y nafta el resto [13].

Para Martínez [14] la nafta ligera es un componente de la gasolina y tiene un octanaje de alrededor de 70. La nafta es de calidad insuficiente para este fin y se refina mediante reformado catalítico, un proceso químico que genera hidrógeno y aumenta simultáneamente el octanaje de la gasolina.

Además del reformado de la gasolina y el GLP, para producir gasolina comercializable se utilizan también la gasolina FCC, el GLP isomerizado, la gasolina de pirólisis desbencilada, el butano, el MTBE, el ETBE, los alquilados y el etanol [15]. La composición de cada refinería suele diferir en función de las refinerías y de si funcionan en verano o en invierno.

Entre los componentes que posee el combustible se tiene las siguientes:

- Poderes caloríficos: El poder calorífico neto se halla descomponiendo VHC, por convención, la condensación con base al calor (2511 kJ/kg) del líquido del agua desarrollada en la combustión y también del que contiene el combustible. Suele expresarse en relación con la masa, en kg para los líquidos y sólidos, y en m<sup>3</sup> para el gas [16]. Su clasificación es Poder calórico Superior (PCS) y poder calórico Inferior (PCI).
- Octanajes: Es la proporción porcentual de octano que daría lugar a un comportamiento de autoencendido equivalente. Por ejemplo, un combustible con un octanaje de 95 que representa una mezcla con un 95% de isooctano [17].

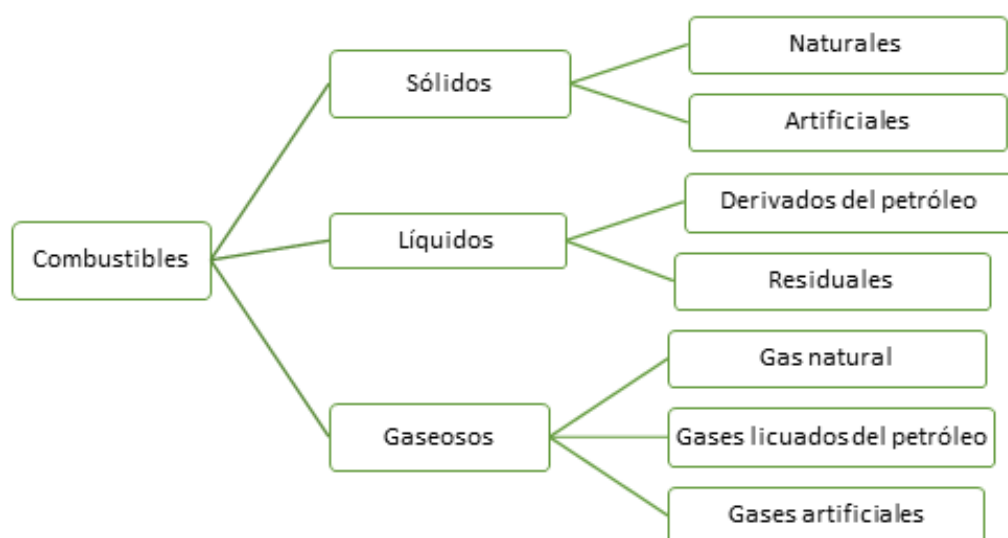
- Inflamabilidad: Para la reacción de combustión, aquella composición del inflamable y oxidante debe lograr una temperatura requerida, que se denomina punto de inflamación. Depende del oxidante, por lo que el valor difiere al usar oxígeno o aire. Al iniciar este proceso, el calor conservará será por encima del forúnculo y la resistencia continuará hasta que se termine el combustible.
- Viscosidad: La viscosidad no debe superar los 14 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C para los destilados y los 55 mm<sup>2</sup>/s para los residuos. Estas limitaciones se justifican por la necesidad de conseguir una inyección y atomización satisfactorias en el motor [18].
- Densidad: Depende de la temperatura del producto. A 15°C, es por término medio de 830 kg/m<sup>3</sup> (830 kg por 1 m<sup>3</sup>) para el gasóleo y de 745 kg/m<sup>3</sup> para la gasolina. Cuanto mayor sea la densidad, mayor será el contenido energético del producto. A modo de recordatorio y comparación, el líquido del agua posee una cohesión de 1000 kg/m<sup>3</sup> [19].

### 3.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES

De acuerdo con Amar et al. [20] los combustibles pueden clasificarse en:

**Figura 1**

*Clasificación de los combustibles*



*Nota.* La figura muestra la clasificación general de los combustibles. Tomado de Amar et al. [20].



De esta manera, en la tabla 1 se representa cada tipo de combustible:

**Tabla 1**

*Descripción de los tipos de combustibles*

Nº	Tipo de combustible	Descripción
1	Sólidos	Se compone de C, H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , S, H <sub>2</sub> O y cenizas, quema únicamente C, O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> y S. Pueden ser fósiles como la leña, el serrín, la cáscara de caña de azúcar, etc. Para utilizarlos deben estar en forma de polvo muy fino, que se atomiza en el aire al entrar en el cilindro [21]. El principal problema es la corrosión inaceptable de los pistones, válvulas y cilindros de los motores que los utilizan.
2	Líquidos	Pueden ser minerales o no minerales. Los minerales se obtienen refinando petróleo crudo, esquistos bituminosos o hidrocarburos. Los más utilizados son la gasolina, el gasóleo y el fuelóleo [22]. Formados por hidrocarburos, el gasóleo por C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> y la gasolina por C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> . Los combustibles líquidos no fósiles son los alcoholes y los aceites vegetales.
3	Gaseoso	Suele ser un subproducto del procesamiento del gas, este combustible no sólo es más barato, sino que también forma una mezcla más homogénea con el aire. Contribuye a una mejor distribución del combustible en el cilindro mejora en el motor [23].

*Nota.* La tabla cita las particularidades de los tipos de combustibles. Tomado de Amar et al. [20].

Por otro lado, se hace referencia a la gasolina, gas licuado y diésel:

**Gasolina:** La gasolina es un combustible líquido derivado del petróleo crudo y se utiliza principalmente como fuente de energía en motores de combustión interna, como los que se encuentran en automóviles, motocicletas y otros vehículos [24].

Para Reyes [25] el petróleo crudo se utiliza para crear gasolina mezcla de hidrocarburos, cicloalcanos, o hidrocarburos encerrados en anillo, e hidrocarburos aromáticos. La mayor parte del petróleo crudo se destila fraccionadamente para crear fragmentos según sus puntos de ebullición, como betún, aceite, gasolina, parafina, entre otros.

El octanaje de la gasolina es su característica más significativa. La cantidad de alcanos ramificados determina lo buena que es una gasolina, y para ello se reforman a altas presiones utilizando catalizadores de platino [26].

**Gas Licuado de Petróleo (GLP):** A veces denominado GLP en español está compuesto principalmente por moléculas de butano y propano, que también se encuentran en el gas de varios tipos como natural y el petróleo crudo [27].

Para Higa [28] el GLP es un gas cuando las temperaturas son normales. El butano y el propano se convierten en líquido cuando se comprimen, se exponen a presiones moderadas o se enfrían. El GLP no tiene olor ni color. Para identificar cualquier fuga, por grande o pequeña que sea, se introduce una sustancia química odorizante.

Existe dos formas de producir GLP: El 40% de esto es un subproducto del refinado del petróleo crudo, mientras que el 60% del GLP se produce extrayendo gas natural y petróleo del suelo. Por tanto, el GLP es un combustible que se encuentra en la naturaleza [27].

**Diésel:** Al ingeniero alemán Rudolf Diesel se le atribuye la acuñación de la palabra gasóleo. El gasóleo es un subproducto de la destilación y purificación del petróleo crudo. Conocido también como gasóleo o diésel [29]. Mediante diversos métodos, los querosenos se convierten en gasóleo, un hidrocarburo líquido.

Debido a su composición, las máquinas que lo utilizan suelen funcionar de forma más eficiente que los motores que usan gasolina, ya que tiene una mayor densidad y una energía más potente [30]. También ofrece una reducción de las emisiones de dióxido de carbono y del poder calorífico.

Debido a que el gasóleo es más fácil de crear que la gasolina y tiene una composición química basada en tres cuartas partes de hidrocarburos saturados y una cuarta parte de hidrocarburos aromáticos, su precio no es tan elevado. Un motor diésel también es menos caro que otros tipos de motores [31].

### 3.3. EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

#### 3.3.1. CONSUMO DE COMBUSTIBLE NIVEL MUNDIAL

Tras caer un 4,5% en 2020, el consumo mundial de energía experimentó un repunte del 5% en 2021. El consumo mundial de energía experimentó un repunte del 5% en 2021 tras descender un 4,5% en 2020 en el contexto de la pandemia mundial. Este repunte supera en 3 puntos porcentuales la media anual del 2% durante 2000-2019. En valor, el consumo mundial de energía en 2021 se sitúa por encima de los niveles de 2019 [32].

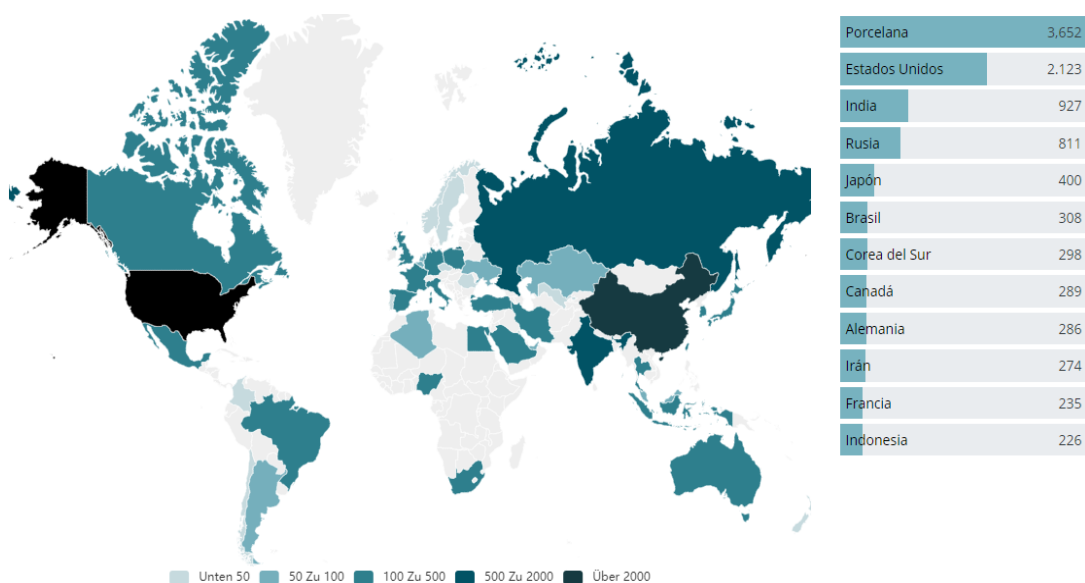
El consumo de energía ha aumentado en la mayoría de los países: +5,2% en China (tras +2,2% en 2020), +4,7% en India (tras -5,6% en 2020), +4,7% en EE.UU. (tras -8,6% en 2020), +9% en Rusia (tras -4% en 2020), +4,5% en la UE (tras -6,8% en 2020) [33].

El consumo de energía también ha aumentado en la mayoría de las regiones: +9% en los países de la CEI, +5% en América Latina, +7% en África, con excepción de Oriente Medio (-0,4%) y la región del Pacífico (-2,5%). Finalmente, la cuota de China en el consumo mundial de energía en 2021: +1,5 puntos porcentuales respecto a 2019 [34].

En la figura 2 se muestra el desglose del uso de combustible a nivel mundial para el año 2021:

**Figura 2**

*Uso de combustible a nivel mundial*

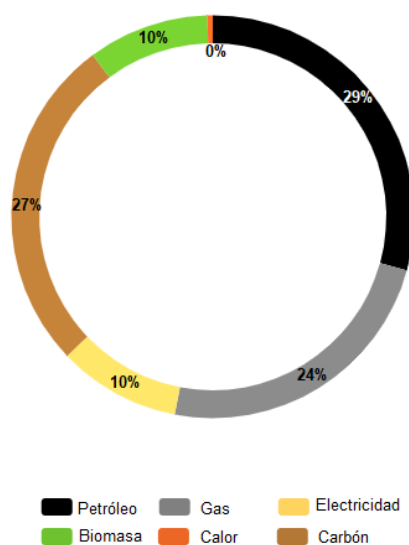


*Nota.* La figura muestra el uso de los combustibles a nivel mundial. Tomado de Wang [33]

Por consiguiente, la figura 3 muestra la cuota por energía (2020) a nivel mundial:

**Figura 3**

*Uso del combustible por cuota de energía a nivel mundial*



*Nota.* La figura muestra la cuota por energía (2020). Tomado de Ahmad y Zhang [35]

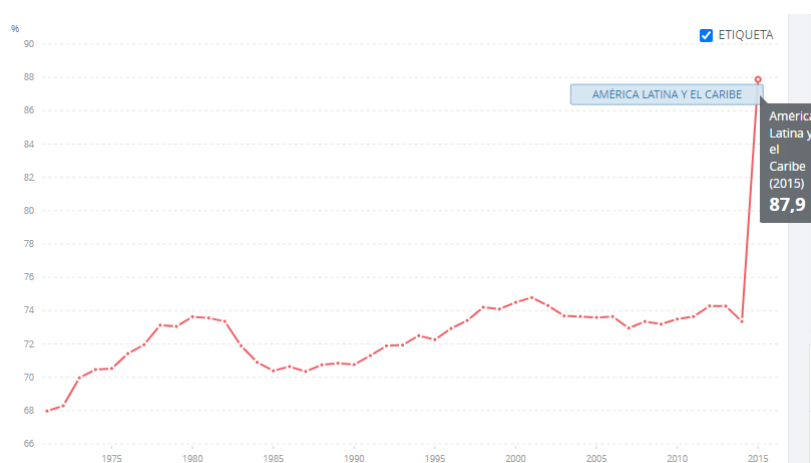
Frente a la figura expuesta, el consumo de combustible de los coches nuevos está disminuyendo en todo el mundo, pero la tendencia se está ralentizando. Especialmente en los países muy desarrollados, la reducción casi se ha estancado, según un estudio de la organización ecologista Global Fuel Economy Initiative (GFEI).

### 3.3.2. CONSUMO DE COMBUSTIBLE NIVEL MUNDIAL

El consumo de combustible ha aumentado en todos los países, relativamente el más fuerte es Estados Unidos que representó cuatro quintas partes del consumo de energía primaria de América del Norte en 2014 (81,4%). En el mismo año, Brasil fue responsable del 42,7% del consumo de energía de América Central y del Sur [36]. De acuerdo con el año más reciente que es del 2015, el Banco Mundial presenta la figura 4 con relación al consumo de combustible en Latinoamérica y el Caribe:

**Figura 4**

*Uso del combustible en Latinoamérica y el Caribe*



*Nota.* La figura muestra la cuota por energía (2021). Tomado del Banco Mundial [37]

De acuerdo con la figura 4 y los datos proporcionados por el Banco Mundial, hasta el año más reciente como es el 2015 Latinoamérica y el Caribe ha consumido un total de 87,9% de combustible, y el país con mayor consumo fue México con el 90,4%, seguido de Chile con el 74,6%, ver figura 5.

**Figura 5**

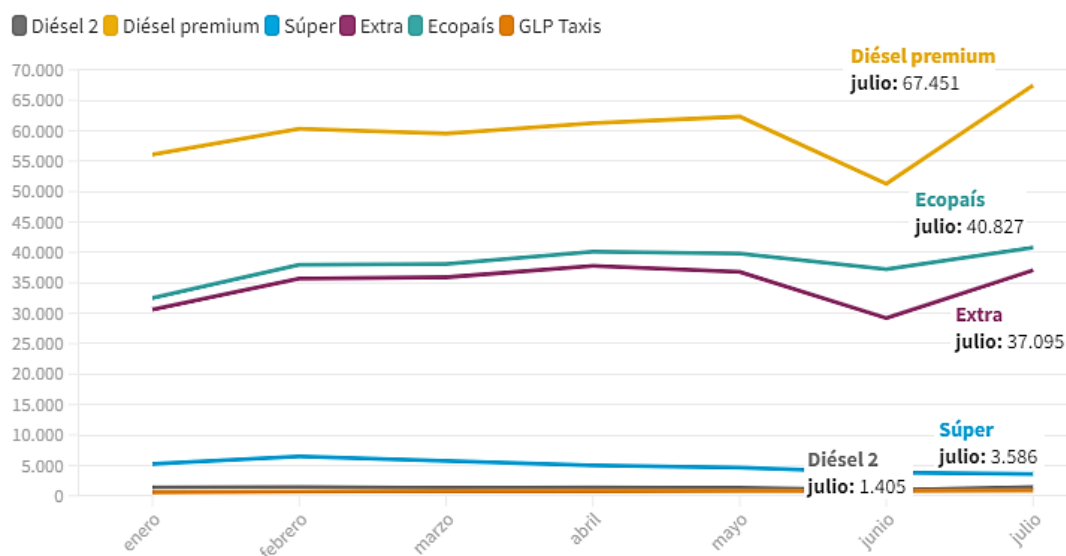
*Uso del combustible en Latinoamérica y el Caribe*



*Nota.* La figura muestra el consumo de combustible en el continente americano. Tomado del Banco Mundial [37].

### 3.3.3. CONSUMO DE COMBUSTIBLE NIVEL ECUADOR

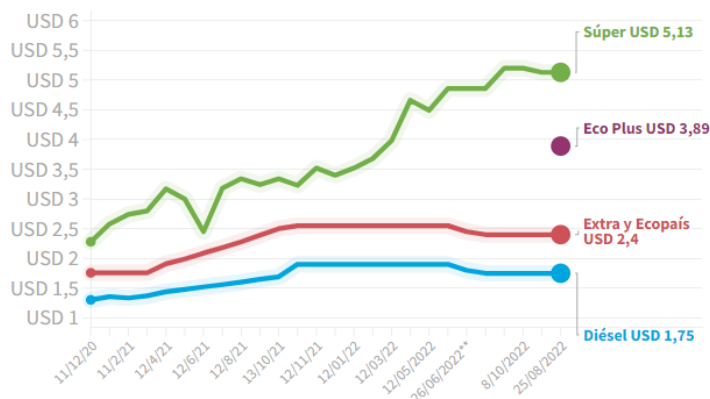
De acuerdo con los datos proporcionados por la Cámara de Distribuidores de Derivados del Petróleo de Ecuador (Camddepe) el consumo de los seis tipos de combustibles viene dado en barriles diarios, los cuales, en la figura 6 se muestra la distribución hasta julio del 2022:

**Figura 6***Uso del combustible en Ecuador*

*Nota.* La figura muestra el consumo de combustibles en Ecuador (2022). Tomado del Diario Primicias [38]

Tras la figura, se puede analizar que, el combustible con más consumo es el diésel Premium con 67.451 barriles diarios, seguido del combustible denominado Ecopaís con 40.827 barriles. El consumo de combustible tras el paro nacional se ha incrementado, dado que los 18 días que se paralizaron las actividades todas las unidades de transporte se han desabastecido de este producto.

Por otro lado, para conocer los precios por galón por el cual eligen los combustibles en Ecuador, la figura 7 muestra la posición de cuatro tipos de combustible hasta el 25 de agosto del 2022:

**Figura 7***Precio de los combustibles en Ecuador*

*Nota.* La figura muestra el precio de los combustibles en Ecuador (2022). Tomado del Diario Primicias [38].

## 3.4. COMBUSTIBLES EN ECUADOR

### 3.4.1. USO DEL COMBUSTIBLE

Casi el 70% de los vehículos en Ecuador funcionan con gasolina, en menor medida, la gasolina de motor también se utiliza como combustible. La gasolina se compone de varios hidrocarburos, se extrae del petróleo y se fabrica principalmente a partir de componentes refinados procedentes de la refinería de petróleo [39]. De esta manera, el uso de gasolina en el país es muy común, dado que, se requiere para los vehículos de transporte público y privado, y con ello se puede trasladar de un lugar a otro a personas, objetos, materiales, mercadería, animales, entre otros.

De acuerdo con Puig et al. [40] “el 82% de la matriz energética del Ecuador se soporta en el consumo de derivados del petróleo, entre ellos el diésel, GLP y la gasolina” (p.87). Sin embargo, el combustible de mayor octanaje promete un consumo algo menor porque garantiza una combustión más eficiente.

De acuerdo con Diario Primicias [41], la Cámara de Distribuidores de Derivados del Petróleo de Ecuador (Camddepe) asegura que hasta abril que corresponde al año 2022 el uso de la gasolina Súper disminuyó a 149.873 barriles, y en comparación con marzo del mismo año se evidencia una reducción del 16%.

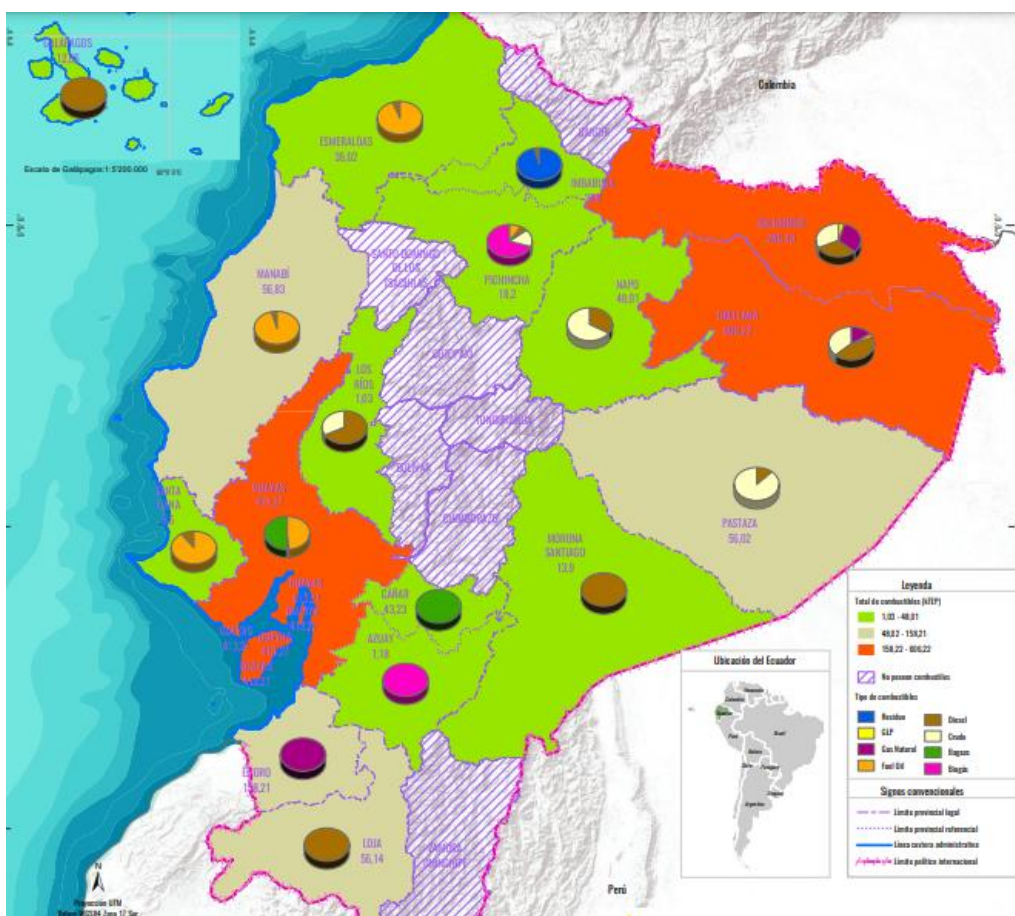


### 3.4.2. USO DEL DIÉSEL

De acuerdo con Diario El Universo, Ecuador consumió un aproximado de 23,3 millones de barriles en el año 2022; un 7,03% más que al 2021, año donde se consumieron apenas 21,8 millones [42]. En la siguiente figura se muestra el consumo de los combustibles en el país, sin embargo, se toma en consideración al diésel, mismo que tiene el color café, ver figura 8.

**Figura 8**

*Distribución del uso del diésel y otros combustibles en Ecuador*



*Nota.* La figura muestra el consumo del diésel en Ecuador (2022). Tomado de la Agencia de Regulación y Control de energía y recursos naturales no renovables [43].

De acuerdo con la figura, la provincia de Morona Santiago consume netamente el diésel, al igual que la provincia de Galápagos y Loja. Además, la provincia de Los Ríos es la tercera provincia que consume en un rango de 1.03-48.01 de barriles el diésel.

### 3.4.3. DESPACHO DE COMBUSTIBLE EN ECUADOR

Para el despacho de los combustibles en el país, la empresa pública Petroecuador ofrece el despacho de la gasolina, súper extra, y diésel [44]. Sin embargo, para que la empresa pueda distribuir la gasolina a nivel nacional y a otras empresas o personas jurídicas pública o privada, persona natural nacional o extranjera, deben cumplir con trámites legales, entre los más importantes:

- Venta directa a vehículos: Número de cédula y número de la placa del vehículo que se acerca en la estación de servicio.
- Venta a cuantías domésticas: número de cédula y autorización del retiro de la gasolina. Esto debe ser emitido por el ente de control [45].

El trámite para el despacho del combustible no tiene ningún costo y puede ser atendido por correo electrónico, por medio telefónico o presencial.

## 3.5. SISTEMA DE OPERACIÓN DEL TRANSPORTE COMERCIAL MIXTO

### 3.5.1. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El consumo de combustible en el transporte aumenta desproporcionadamente con la velocidad de conducción [46]. El consumo de combustible de un vehículo de transporte mixto es una relación que se calcula dividiendo la distancia recorrida por la cantidad de litros consumidos [47]. Es de interés para los conductores, ya que les permite estimar el coste de la gasolina asociado al uso de su vehículo.

El transporte comercial es el término utilizado para el traslado de personas, bienes, mercancía, productos, entre otros con una masa máxima de 3,5 toneladas [48]. El término es una denominación específica para un vehículo que puede transportar

carga y pasajeros al mismo tiempo. Suele utilizarse con fines comerciales, por ejemplo, en la industria de la construcción o en el transporte de mercancías.

Es importante indicar que el consumo de combustible va relacionado a varios parámetros ambientales como son la densidad, temperatura, humedad, altitud, entre otros. [49]

### 3.5.2. CRITERIOS PARA EL CONSUMO DEL COMBUSTIBLE

El consumo de combustible de los tipos de transporte mixto y comercial depende de muchos criterios, que según Ruiz [50] son los siguientes:

- Peso del vehículo y carga

El peso es uno de los principales factores que influyen en el consumo de combustible. Cuando un vehículo va cargado, el consumo de combustible aumenta considerablemente, esto se debe a que se necesita más aceleración para mover toda la masa del vehículo [51]. La influencia del peso en el consumo es, por tanto, directa: cuanto más pesado es el vehículo, mayor es el consumo de combustible para una misma distancia y un mismo perfil de conducción.

- Presión de los neumáticos

Según Michelin, el 20% del consumo de combustible se debe a la resistencia a la rodadura de los neumáticos. Esto demuestra la importancia de este criterio [52].

- Frenos

Es aconsejable utilizar el freno motor siempre que sea posible, sobre todo en las bajadas. El uso de los frenos aumenta el consumo de combustible [53].

- Aire acondicionado y ventanillas

Los sistemas de aire acondicionado consumen aproximadamente la misma cantidad de energía, independientemente de la velocidad. Cuando se utilizan, se estima que

el consumo de combustible puede aumentar entre un 5% y un 20%, dependiendo del modelo de vehículo [47].

- Velocidad

Cuando el vehículo acelera, el motor tiene que trabajar más y, por tanto, consume más combustible, que aumenta aún más cuando la conducción se realiza contra el viento.

- El conductor

El consumo de combustible del vehículo depende en gran medida de la actitud del conductor: su velocidad de conducción, su uso de las marchas, sus paradas y su previsión y planificación.

Por todas estas razones, está bastante claro que los vehículos comerciales consumen más combustible. Esto se debe principalmente a su peso y a la carga que pueda llevar el vehículo.

### 3.5.3. OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRANSPORTE MIXTO

El transporte mixto es una forma de transporte libre sin instalaciones de apoyo y sin vínculos contractuales laborales; las personas que se incluyen en este grupo de transporte creen que el gobierno carece de incentivos y planes alternativos para ellos [54].

Además, de acuerdo con el Reglamento a la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial [55], en el Art 62 sobre el servicio de transporte terrestre comercial de pasajeros y/o bienes, numeral 5 se considera al transporte mixto como:

El acto de llevar a cabo el transporte de personas ajenas y sus pertenencias utilizando vehículos con una capacidad de carga de hasta 1.2 toneladas de peso, de un lugar a otro, a cambio de un pago económico. Además, se permite llevar en el mismo vehículo a un máximo de 5 personas (excluyendo al conductor) que sean

responsables de esas pertenencias, sin requerir un costo adicional por su transporte. No está permitido transportar pasajeros en la parte trasera de la unidad, como en la zona de carga de una camioneta. Además, es obligatorio garantizar una protección adecuada para las pertenencias transportadas [55, p. 16].

Además, de acuerdo con el capítulo VI de los vehículos según la clase y ámbito, artículo 63, numeral 2 sobre el transporte terrestre comercial, literal d, menciona que: “el transporte mixto incluye vehículos con capacidad de carga de hasta 1.2 toneladas y hasta 5 pasajeros incluido el conductor” [55, p. 16].

### 3.6. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Un vehículo que emplea energía química almacenada en una o varias baterías recargables es un vehículo eléctrico. Siempre que el sistema eléctrico lo permita, emplea motores eléctricos que pueden engancharse a la red para recargar las baterías mientras está aparcado [56].

Los vehículos eléctricos son un medio de transporte muy popular, en el cual se pueden incluir los patinetes eléctricos, hoverboards, monopatines o monociclos eléctricos. De acuerdo con Ward [57] un vehículo eléctrico es un medio de transporte propulsado únicamente por uno o varios motores eléctricos. La energía eléctrica necesaria para la electromovilidad suele proceder de un acumulador (una batería recargable).

Un caso especial sería un vehículo con suministro de energía a través de una pila de combustible, entonces denominado a menudo vehículo de pila de combustible. También es posible la alimentación parcial a través de un motor de combustión interna con generador; en este caso, se habla de una propulsión híbrida (en serie) [58]. Los híbridos paralelos también tienen un motor eléctrico, pero en este caso la propulsión la proporciona parcialmente un motor de combustión interna y entonces ya no se suele hablar de vehículo eléctrico.

### 3.6.1. ORIGEN Y FUNCIONALIDAD

A medida que la tecnología ha ido evolucionando, la humanidad ha tenido que acoger muchas cosas en su vida. En los últimos años, estos tipos de vehículos han ido ganando terreno en casi todo el mundo [59]. Gracias a los ingeniosos científicos e ingenieros que han hecho posible almacenar enormes cantidades de energía en baterías relativamente pequeñas, se han superado los límites de lo posible.

El vehículo eléctrico se ve a menudo como una respuesta a todos los problemas de contaminación. Sin embargo, para Domínguez y Ferrer [60] un análisis más detallado muestra que una solución integral al problema de esta forma aún lleva algún tiempo; la esperanza de que el uso anterior de los vehículos pueda mantenerse simplemente cambiando a un sistema de propulsión eléctrico (sin hacer concesiones significativas en términos de comodidad, costes, autonomía, etc.) es engañosa.

Como en todos los vehículos, el corazón es el motor, éste funciona con electricidad, esta electricidad procede de una batería instalada normalmente en el suelo del vehículo. En el motor eléctrico, la energía eléctrica se convierte en energía mecánica mediante la generación de campos magnéticos [61]. Los campos magnéticos generan fuerza atrayéndose o repeliéndose y el vehículo eléctrico se acciona mediante este trabajo alterno.

### 3.6.2. COMPONENTES PRINCIPALES

El coche eléctrico funciona exclusivamente con uno o varios motores eléctricos y una batería correspondientemente grande para almacenar la energía. No necesita ningún combustible fósil, por lo que un vehículo eléctrico no emite gases de escape perjudiciales para el clima [56].

Un vehículo eléctrico requiere una estructura diferente en grandes partes en comparación con un vehículo con motor de combustión interna. Los componentes principales son la batería, el motor eléctrico, la transmisión, la electrónica de potencia, la gestión de la batería y la temperatura y la carrocería [62].

A la hora de disponer los componentes, la mayoría de los fabricantes utilizan la llamada arquitectura de monopatín: la batería, como componente más grande y pesado, se sitúa entre los ejes delantero y trasero del vehículo. Esto garantiza un centro de gravedad bajo para el automóvil y un aprovechamiento óptimo del espacio [63]. El motor eléctrico y la electrónica de potencia se sitúan en uno o ambos ejes, la carrocería abarca todos los componentes anteriores.

### 3.6.3. VENTAJAS DE UTILIZAR UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Comparados con los motores de combustión, los motores eléctricos tienen grandes ventajas a la hora de conducir vehículos:

- Tienen un rendimiento mucho mayor, que, sin embargo, puede compensarse en gran medida por las pérdidas durante la generación de electricidad [62]. El rendimiento apenas disminuye en el funcionamiento a carga parcial; en el funcionamiento con potencias de accionamiento bajas, se obtienen las mayores ventajas de rendimiento en comparación con los motores de combustión.
- La recuperación de la energía de frenado (recuperación) es fácilmente posible con eficiencias muy superiores al 50 % [64].
- Los motores eléctricos no tienen problemas de corto recorrido ni de arranque en frío (ya que no necesitan una temperatura de funcionamiento elevada) y pueden encenderse y apagarse y regular su potencia en cualquier momento sin problemas [65].
- Son mucho más ligeros, baratos y requieren menos mantenimiento para la misma potencia. Sin embargo, las ventajas de coste y peso suelen verse contrarrestadas por la batería necesaria.
- Los motores eléctricos adecuados pueden funcionar en una amplia gama de velocidades, por lo que no suelen requerir una caja de cambios manual.
- Suelen funcionar de forma muy silenciosa y no emiten contaminantes atmosféricos, que, sin embargo, pueden producirse durante la generación de electricidad en las centrales [62].

En este sentido, el funcionamiento sólo puede estar exento de emisiones a nivel local, pero esto también puede ser ventajoso, ya que los gases de escape tienen un efecto especialmente nocivo en el centro de las ciudades. Sin embargo, una ventaja importante del suministro eléctrico es que la base de fuentes de energía se amplía considerablemente. En concreto, se pueden utilizar diversas fuentes de energía renovable.

### 3.6.4. LIMITACIONES DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

La gran desventaja, es que se necesita energía eléctrica, que es mucho más difícil de transportar que la energía química, por ejemplo, en un depósito de gasolina. La batería necesaria para el vehículo supone una desventaja considerable para el sistema de propulsión eléctrico, al menos en su estado actual [66]. Es así como, algunas de las desventajas son:

- La batería es muy pesada (para una autonomía suficiente) porque tiene una densidad energética mucho menor que un depósito de gasolina, por ejemplo. Esto exige compromisos considerables, sobre todo si se acepta una autonomía bastante limitada.
- La batería aumenta mucho los costes de adquisición. Sin embargo, en la actualidad se están consiguiendo importantes reducciones de costes; es posible que este problema de costes esté en cierto modo resuelto en 10 años.
- Una batería tiene una vida útil limitada. Si hay que cambiarla antes de que acabe la vida útil del coche, aumentarán mucho los costes medios de funcionamiento [67].

## 3.7. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Un diseño de experimentos es una serie de pruebas organizadas de antemano para determinar la influencia de múltiples parámetros en una o varias respuestas en un número mínimo de pruebas y con la máxima precisión [68].



Este tipo de diseños se enfrenta a un problema técnico complejo: es probable que múltiples parámetros influyan en el rendimiento del sistema estudiado. El rendimiento que se pretende mejorar se caracteriza por una o varias respuestas.

De acuerdo con Fernández [69] es un método de investigación utilizado por organizaciones de todas las industrias para comprender cómo actúa un proceso, ilustrar las variables que impresionan el proceso y utilizar instrumentos estadísticos para obtener la información para mejorar el proceso.

Entre las ventajas del Diseño de Experimentos - DOE es la posibilidad de estudiar una gran variedad de procesos y conseguir respuestas a diferentes tipos de preguntas, por eso su uso es tan popular. Pero antes de comenzar, se debe realizar preguntas a las que se desea responder.

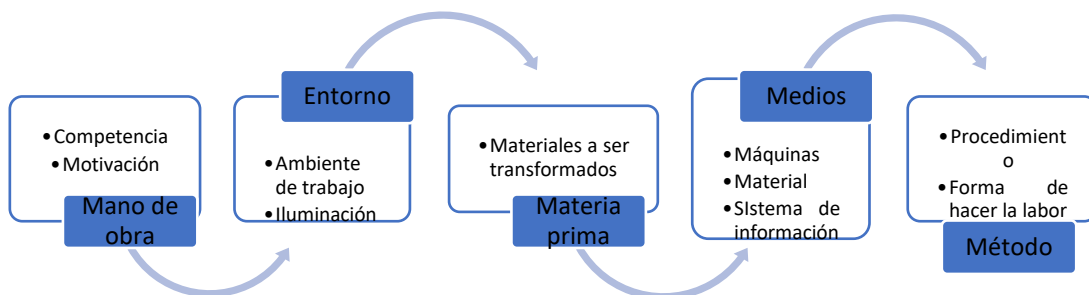
Por ejemplo, se puede utilizar el DOE para optar entre diferentes opciones. En otros casos, se logra conocer lo esencial en el estudio. Evidentemente, existen un sin número de elementos que pueden conllevar a tener un final distinto en un análisis, entre ellas la producción, análisis, cálculo, etc.) [70], pero no todas las opciones que se atraviesan tienen el mismo peso. Por esta razón, la finalidad del DOE comprende cómo estos cambios afectan el proceso y, por lo tanto, cuánta variabilidad se puede admitir.

## 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó siguiendo la Metodología para la Estimación de Gases de Emisión en Condiciones Reales de Conducción [71] recolectando datos con OBD II iCar Pro [72] de la camioneta más vendida a nivel nacional Chevrolet Dmax según la AEADE [73] y un diseño no experimental, bajo la tipología descriptiva y enfoque cuantitativa puesto que la metodología comprendió técnicas y métodos para su desarrollo. Sin embargo, como sustento se ha recurrido también a la metodología de las 5M (Sistema de análisis de fallos estructurado en el que se fija cinco pilares fundamentales alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema), que permitió organizar el desarrollo del trabajo de una forma ordenada y sistemática de los procesos a seguir. Por lo tanto, esta metodología incluyó los siguientes elementos:

**Figura 9**

*Metodología 5M*



*Nota.* La figura muestra los elementos de la metodología 5M. Tomado de Gillet y Seno [74]

De esta manera, los cinco puntos se detallan a continuación:

## 4.1. MANO DE OBRA

También, se contó con dos investigadores que son: Fabián Andrés Bernal Reinoso y Homero Felipe Villacreses Novillo, mismos que son responsables de llevar a cabo el proceso metodológico y la recolección de datos del vehículo Dmax mediante la herramienta OBD II a través las competencias que vienen siendo las siguientes:

**Tabla 2**

*Competencias de los investigadores*

Proceso	Competencia
Problema de investigación	Trazar un problema de investigación
Marco teórico-referencial	Desarrollar un marco contextual
Revisión documental	Manejar habilidades textuales, resúmenes y escritura.
Instrumentos de recolección de datos	Crear instrumentos de recopilación de datos. Manejo OBD II, Matlab
Interpretación de resultados	Saber presentar datos cuantitativos o cualitativos
Desarrollo de conclusiones	Dominio de escritura para expresar conclusiones

*Nota.* La tabla muestra las competencias de los dos investigadores de acuerdo con los procesos que se desarrollan en el trabajo.

## 4.2. ENTORNO

El entorno donde se desarrolló la investigación es la ciudad de Azogues y sus alrededores, ubicado en la provincia de Cañar. Corresponde a un territorio con una temperatura que oscila 15 a 17 °C, siendo un ambiente apto para recorrer los lugares en donde se encuentra el objeto de estudio, como son las cooperativas de transporte mixto y poder generar la ruta mediante la cual se obtendrán los datos

necesarios para el estudio del consumo de combustible. De hecho, el ambiente de trabajo es adecuado al ser un territorio que no supera los 61 km<sup>2</sup> de extensión.

Para tener referencia del lugar, se muestra una representación geográfica de Azogues:

**Figura 10**

*Ubicación del lugar de estudio*



*Nota.* La figura expone la ubicación geográfica de la ciudad de Azogues.

### 4.3. MATERIA PRIMA

Los materiales para la realización del trabajo corresponden principalmente al vehículo tipo camioneta Dmax 3.0, así como la interfaz iCar Pro OBD II, aplicada en la misma y el uso de elementos de oficina como libreta de notas, esferos, carpetas, hojas, lápices, etc. Estos materiales permiten a los investigadores tomar datos del vehículo y notas de lo observado o de la información más importante que se recolecta. Para aclarar el uso de los materiales utilizados se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Materiales utilizados en la investigación*

Proceso	Competencia
---------	-------------

Vehículo Dmax 3.0 CRDI	Más vendido del año 2020 [73] y hasta la actualidad, con filtros de combustible y aire nuevos, aceite nuevo y con nivel de combustible al 100%, elemento del cual se extraen los datos para objeto de estudio y determinación de consumo. [71]
Libreta de notas	Tamaño de 160*210 mm, color azul obscura, de 60 hojas, este material se utilizó para insertar notas o información relevantes que tienen que ver con la investigación, para lo cual, es de ayuda para recordar datos.
Esferos	Elemento de tinta color azul, su material es de un tubo de plástico, esencial para anotar la información y tomar apuntes durante la investigación de campo, con el cual, se rasga los datos que el investigador requiere recordar.
Carpetas	Material de cartón de color azul que permite almacenar hojas sueltas que son obtenidas durante todo el proceso investigativo
Hojas de papel bond	Material color blanco tamaño A4, con gramage de 200g/m <sup>2</sup> utilizado para escribir, dibujar o tomar apuntes de la investigación, además, se utiliza para aplicar las encuestas.
Lápiz	Material de color amarillo, con un borrador en la parte superior, forma hexagonal, utilizado para tomar apuntes que pueden ser corregidos con un borrador, de igual manera.

*Nota.* La tabla muestra los materiales utilizados en la investigación.

## 4.4. MEDIOS

Se recurre al uso de equipos tecnológicos para la recolección de datos y para la consulta, indagación y cotejo de resultados obtenidos con los métodos aplicados.

**Tabla 4**

*Equipos y softwares utilizados en la investigación*

Proceso	Competencia
OBDD II Diagnostic Interfaz	Elemento que permite la recolección de datos del vehículo a tiempo real, para luego ser procesados en el software.
Software Matlab R2022b	Versión 9.13, permite aplicar el algoritmo para estimación del consumo de combustible, graficar resultados.

Laptop	Este equipo se utilizó para el desarrollo del trabajo de investigación, utilizando una laptop HP de 14 pulgadas, de 4GB de RAM y un sistema operativo Windows 11.
Celular	Se hizo uso de un celular Redmi Note 8Pro, con una capacidad de memoria de 128 GB y 6 de RAM, memoria que permite almacenar información relevante de la investigación.
Calculadora científica	Equipo tecnológico CASIO FX-82ms que permite realizar operaciones matemáticas básicas y avanzadas.
Flash memory	Uso de una memory Kingston de 32 GB color negro.
Programa estadístico SPSS	Programa versión 27.0 programado en Java, que permite realizar estadísticas avanzadas con visualización para datos.
Software de Microsoft Excel	Hoja de cálculo presentado por Microsoft que permite realizar cálculos y ordenar datos. Su pantalla principal es de celdas.
Software de Microsoft Word	Realiza trabajos de escritorio donde se logra generar documentos formales para una presentación.

*Nota.* La tabla muestra los medios utilizados para el estudio.

## 4.5. MÉTODO

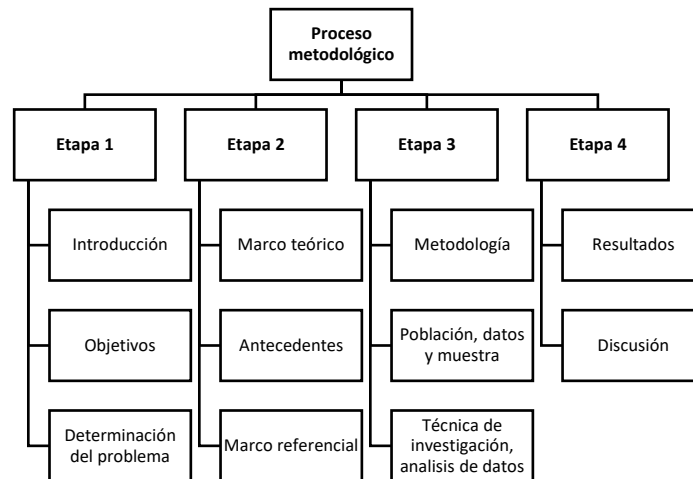
La forma en que se desarrolla el trabajo es según la metodología para la Estimación de Gases de Emisión en Condiciones Reales de Conducción [71], misma que menciona una estimación de consumo y contaminación en condiciones normales de conducción es así como inicia con la identificación del problema, del cual nace los objetivos tanto general como específicos para otorgar datos de consumo a las cooperativas de transporte mixto de la ciudad de Azogues, específicamente en la camioneta Dmax al ser la más vendida del segmento.

Para poder obtener los datos mediante el OBD II se utiliza la herramienta iCar Pro como una interfaz para gravar estos datos en tiempo real, a la par se monitorea también la posición geográfica mediante un GPS [75], ya que es importante determinar los segmentos de circulación urbano, rural, y autopista, para luego procesar y ordenar en Excel. Finalmente obtener el consumo de combustible mediante un algoritmo desarrollado en Matlab en la investigación de estimación de emisiones contaminantes en condiciones reales de conducción a partir de datos de OBD [72]

y aprendizaje automático [76]. Para corroborar el consumo obtenido se utilizó un método de encuesta (Anexo 1). el cual nos ayuda a verificar el consumo.

**Figura 11**

*Esquema general de la investigación*

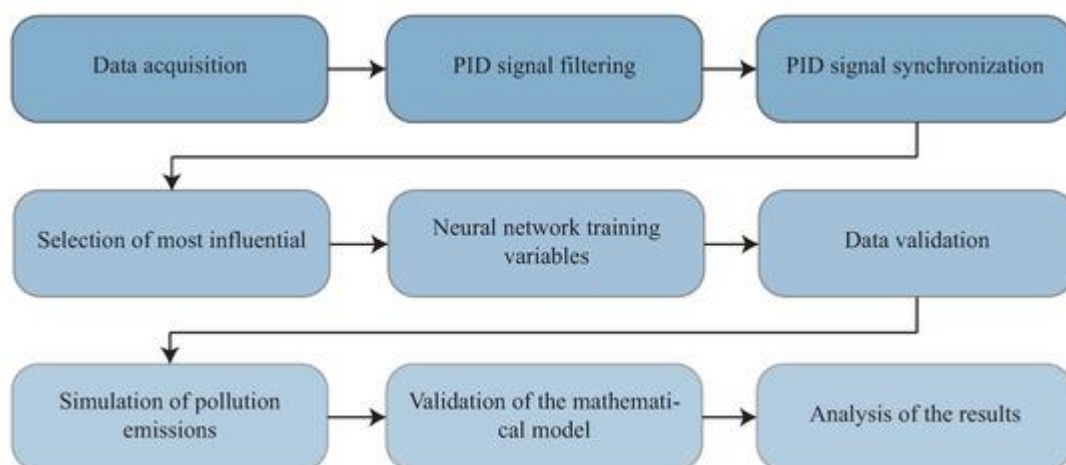


*Nota.* La figura muestra el proceso de investigación a considerar.

Para el cálculo de consumo de combustible se empleará el siguiente proceso metodológico:

**Figura 12**

*Proceso metodológico para determinar consumo*



*Nota.* Proceso metodológico aplicado por el estudio de estimación del consumo de combustible mediante señales PID utilizando el ciclo real de emisiones en la ciudad de Quito, Ecuador [77].

### 4.5.1. OBTENCIÓN DE DATOS

Para la obtención de datos a través de la herramienta OBD II, se seleccionó un vehículo Dmax con un kilometraje promedio, para estandarizar la prueba se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla 5**

*Parámetros considerados en el vehículo*

Parámetro	Estado / tipo
Vehículo	Dmax 3.0
Kilometraje	329838 km.
Filtro aire	Nuevo
Filtro combustible	Nuevo
Aceite y filtro motor	Nuevo
Nivel de combustible	76 litros nivel máximo
Cx.	0.524
Peso vehículo	1875 Kg
Área frontal	3.3 m <sup>2</sup>

*Nota.* La tabla muestra el estado del vehículo para las pruebas.

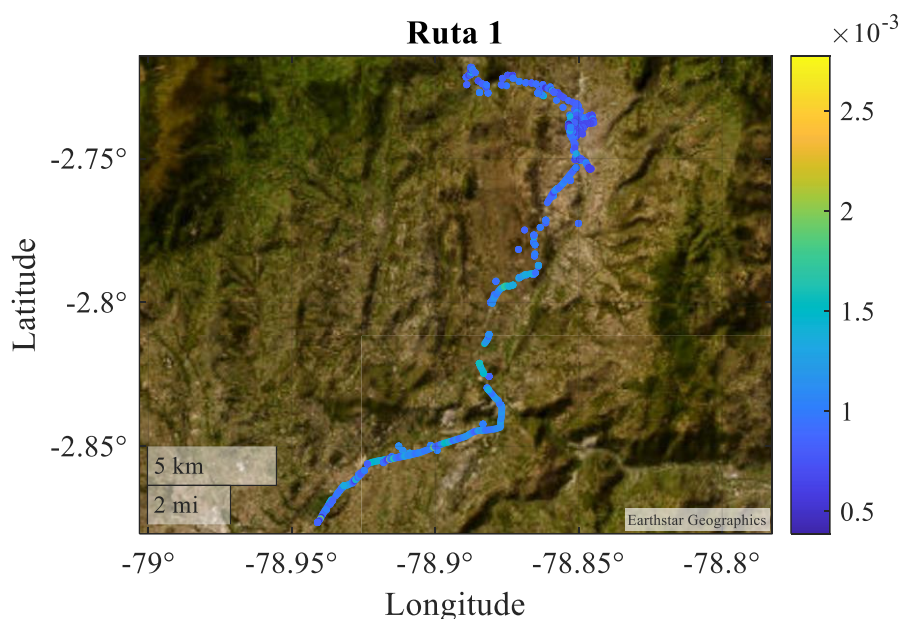
Para determinar la ruta se empleó el ciclo RDE. que da diversos escenarios de conducción. Para garantizar la validez de la ruta, se respeta las limitaciones establecidas por la norma Euro 6. Las limitaciones mencionadas comprenden diversos aspectos, como la velocidad de circulación en cada tramo, los tiempos de parada y las distancias a recorrer [78].



Dentro de los datos que se obtienen del iCar Pro en un formato .csv, brinda la latitud y longitud lo cual nos permite dibujar la ruta establecida como se muestra a continuación:

**Figura 13**

*Ruta establecida para la prueba*



Nota. La figura muestra la ruta seguida, existen puntos dispersos por la intermitencia de señal de celular.

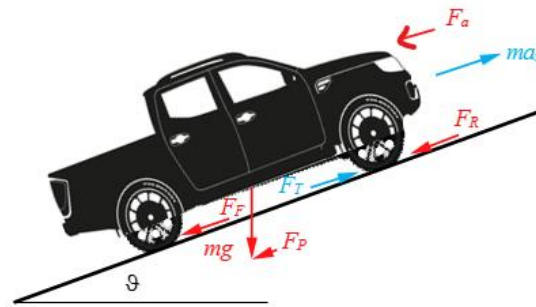
#### 4.5.2. CÁLCULO DE CONSUMO

Los PID adquiridos incluyen datos como la presión absoluta del colector (MAP), la velocidad del motor (RPM), sensor velocidad (VSS), la temperatura del aire de admisión (IAT). Las señales se adquirieron desde el puerto OBD II a través de un dispositivo registrador de datos.

Según el análisis de fuerzas del estudio [79] se determina lo siguiente:

**Figura 14**

*Fuerzas dinámicas*



$$ma_x = F_T - F_R - F_P - F_F$$

A partir de la velocidad VSS la aceleración longitudinal del vehículo se obtiene mediante la ecuación (1)

$$a_{xi} = \frac{VSS_{i+1} - VSS_i}{t_{i+1} - t_i} \quad (1)$$

La resistencia al avance  $F_{res}$  es igual a la suma de la resistencia a la rodadura y aerodinámica, obtenidas mediante la ecuación:

$$F_{res} = mg(f + f_0 VSS_i^{2.5}) + \frac{1}{2} \rho C_x A_f VSS_i^2 \quad (2)$$

Donde:

$f = 0.015$ : coeficiente de adherencia estática.

$f_0 = 0.01$ : coeficiente de adherencia dinámica.

$\rho = 0.89$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad del aire.

$C_x = 0.33$ : el coeficiente aerodinámico.

$A_f = 3.015$  [m<sup>2</sup>]: área frontal del vehículo.

La resistencia presentada por el ascenso en pendiente se muestra en la ecuación, en la que  $s$  expresa el desplazamiento longitudinal del vehículo.

$$F_p = mg \sin(\theta)$$

En la que el ángulo de la pendiente de la calzada  $\theta$  se determina mediante:

$$\theta = \text{atan} \left( \frac{\text{Alt}_{i+1} - \text{Alt}_i}{S_{i+1} - S_i} \right)$$

Se debe considerar que la fuerza de frenado  $F_F$  se aplica cuando  $F_T$  es 0, por lo que las fuerzas tractoras negativas se deben a frenados y recorridos en pendientes.

$$F_T - F_F = ma_x + F_{res} + F_p$$

Inmediatamente, con estas variables, se aplicó el modelo según el estudio de estimación del consumo de combustible mediante señales PID utilizando el ciclo real de emisiones en la ciudad de Quito, Ecuador [77] mediante las ecuaciones:

Masa de aire:

$$m_{aire} = (1000 * MAP_f * V_{uni} * 28.97) / (8.314472 * (IAT_f + 273))$$

Factor Lambda

$$AFR = (15.5 - 5.2) / (\max(RPM) - \min(RPM)) * (RPM - \max(RPM)) + 15.5$$

$$F_{comb} = MAF / (1000 * (AFR))$$

Volumen

$$V_{comb} = 0.65 * F_{comb} / 0.85$$

Consumo combustible:

$$F_c = 100 * V_t / d$$

Flujo aire:

$$F_{aire} = m_{aire} * RPMS_f / 60$$

Finalmente, el consumo de combustible siguiendo la metodología y ecuaciones utilizada por Molina [77] con ciclo RDE. A continuación, su metodología.

$$Fc = 100 * Vt/d$$

Para la verificación de resultados se recurrió a la identificación de la población, siendo un total de 12 cooperativas de transporte comercial mixto ubicados en la ciudad de Azogues, y un total de 399 unidades.

Bajo este análisis el trabajo tiene un muestreo probabilístico de tipo aleatorio. Para tener en cuenta cuales son las 12 cooperativas de transporte comercial mixto, en la siguiente tabla se enlistan cada una de ellas:

**Tabla 6**

*Transporte comercial mixto de Azogues*

<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>	<b>N.º de unidades</b>
1	Cooperativa de camionetas Reina de las Nieves	37
2	Cooperativa de camionetas Transporte Burgos	15
3	Cooperativa de camionetas Verdeloma	46
4	Cooperativa de camionetas Manuel Córdova	41
5	Cooperativa de camionetas Reina de la Nube	47
6	Cooperativa de camionetas Luis Castanier	33
7	Cooperativa de camionetas Artífices del Volante	47
8	Cooperativa de camionetas 06 de mayo	37
9	Cooperativa de camionetas Aurelio Bayas	46
10	Cooperativa de camionetas ETCANA	20
11	Cooperativa de camionetas Manuel A. Piña	20
12	Cooperativa de camionetas Zhirincay y Transporte S.A.	10
<b>Total de camionetas de transporte comercial mixto</b>		<b>399</b>

*Nota.* La tabla expone el número de cooperativas de transporte comercial mixto de la ciudad Azogues. Tomado de Flores [80].

De esta manera, al tener un total de 399 unidades se ha realizado el cálculo de la muestra para conocer el número específico de participantes para el diagnóstico situacional del consumo de combustibles. Para ello, se ha recurrido a la siguiente fórmula:

#### Cálculo

$$N: Población = 399$$

$$z = 95\% \rightarrow 1,96$$

$$s = 0,5$$

$$e = 0,05$$

$$n = ?$$

$$n = \frac{N * Z^2 * s^2}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * s^2}$$
$$n = \frac{399 * (1,96)^2 * (0,5)^2}{(0,05)^2 * (399 - 1) + (1,96)^2 * (0,5)^2}$$
$$n = \frac{383.1996}{1.9554}$$
$$n = 195$$

Siendo n, la nomenclatura de la muestra se consiguió el resultado de la operación, siendo 195 personas (propietarios de las camionetas de transporte mixto), mismos que serán sujeto de análisis en el presente estudio.

A partir de los objetivos específicos, se levantó la información a través de encuestas a los diferentes propietarios de las cooperativas de la ciudad de Azogues (tabla 5). Primero, se recopiló información sobre los patrones de consumo de combustible antes y después de la pandemia, así como la proporción de ingresos destinada al combustible.

Se evaluaron, además, las preferencias de los propietarios en relación con la tecnología de vehículos eléctricos y el conocimiento sobre mecánica y tecnologías automotrices, como escáneres. Se exploraron las opiniones sobre el uso de vehículos eléctricos y las alternativas frente a la variación en los precios del combustible.

La recopilación de información de campo sobre el consumo de combustible es obtener datos precisos y completos que permitan comprender la situación actual, las necesidades, los requerimientos o cualquier otro aspecto relevante, este proceso se dio en un tiempo estimado de dos semanas, en los horarios de 9:00 am a 2:00 pm.

La aplicación de la técnica de investigación se lo ha realizado de manera personal, puesto no se ha tenido una base de datos específica para el envío de la encuesta. Es así como, dichas encuestas han sido entregadas a cada propietario del vehículo de transporte mixto, para que respondan sinceramente cada pregunta.

Luego de obtener todas las encuestas completas, se ha recurrido al tratamiento de la información, para lo cual, se ha recurrido al programa estadístico SPSS para conseguir un análisis individual de cada pregunta, por ello, aplicando métodos estadísticos, este programa entregó información a través de tablas y gráficos estadísticos, dicha información tuvo datos certeros y actualizados.

De hecho, la metodología incluyó datos recopilados de forma cuantitativa, como la distribución porcentual de respuestas en cada pregunta. Esto permitió identificar tendencias y patrones en las respuestas de los propietarios. Se interpretaron los resultados en función de las instrucciones y las tendencias del sector de transporte comercial mixto.

Finalmente, los resultados obtenidos se convierten en una propuesta de largo plazo, puesto que, en primer lugar, es necesario que el mercado automotriz fomente la implementación o fabricación de vehículos eléctricos en la ciudad de Azogues considerando la necesidad y el contexto. Esta propuesta o sugerencia está sujeta a una fase posterior de implementación, donde se llevará a cabo la validación y verificación correspondiente.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE MODELO MATEMÁTICO

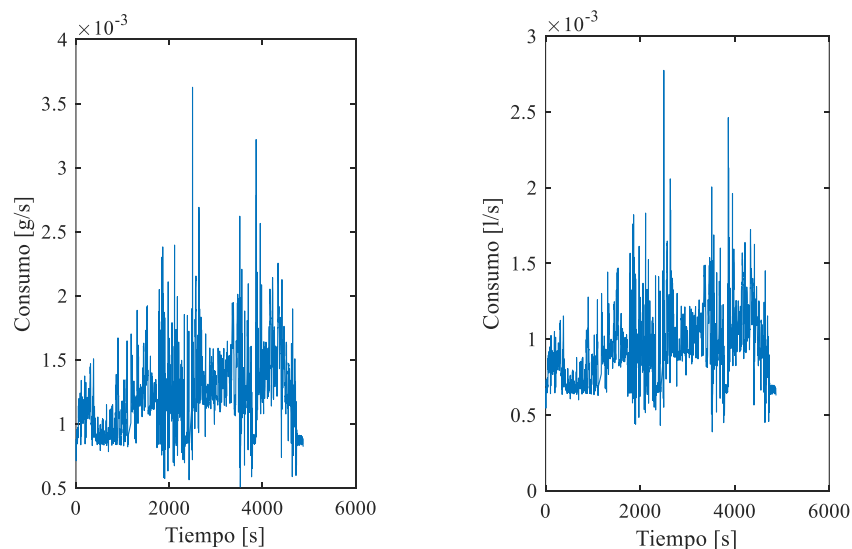
Una vez realizado el ingreso de datos se calcula el consumo de combustible con ciclo RDE. mediante el algoritmo utilizado por los estudios citados [76] [77], el consumo es de 6.98 l/100 km.

El consumo obtenido dentro de la ruta establecida es muy cercano al valor que da el fabricante que es de 7.2 l/100 km [81], lo cual muestra un 97% de confiabilidad de este método para la estimación de consumo aplicando aprendizaje automático con los datos OBD obtenidos.

A continuación, en la figura 15 muestra el consumo tanto en gramos como en litros de combustible con respecto a la duración de la prueba en segundos, en donde se observa un consumo equitativo según la forma de conducción, así también existen picos en los cuales la carga del motor es más alta.

**Figura 15**

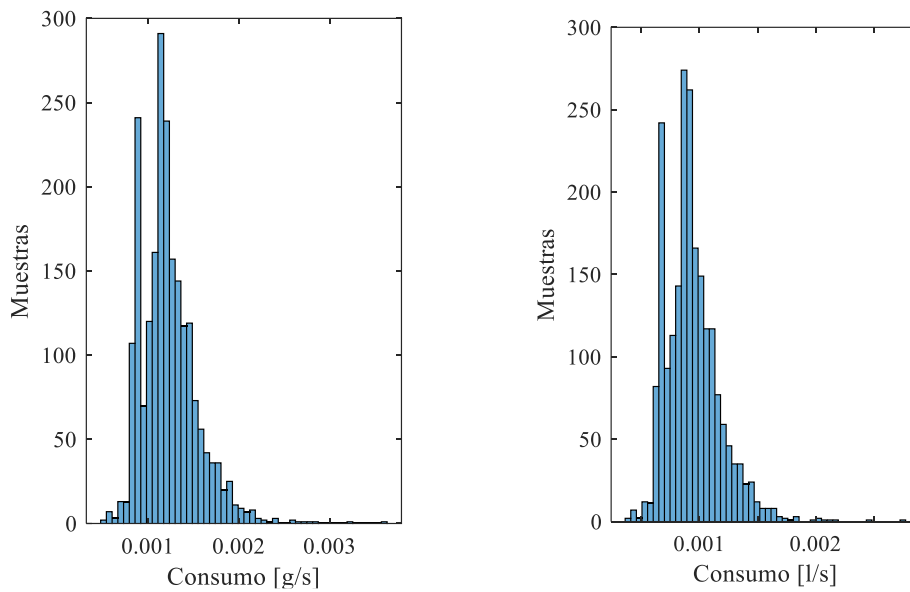
*Consumo Combustible*



Es importante conocer la cantidad de combustible utilizado según el número de muestras obtenidas de la ruta, en la figura 15 se detalla que existen mayor número de muestras de consumos bajos por el tipo de conducción.

### Figura 16

*Cantidad de consumo de combustible según el número de muestras*

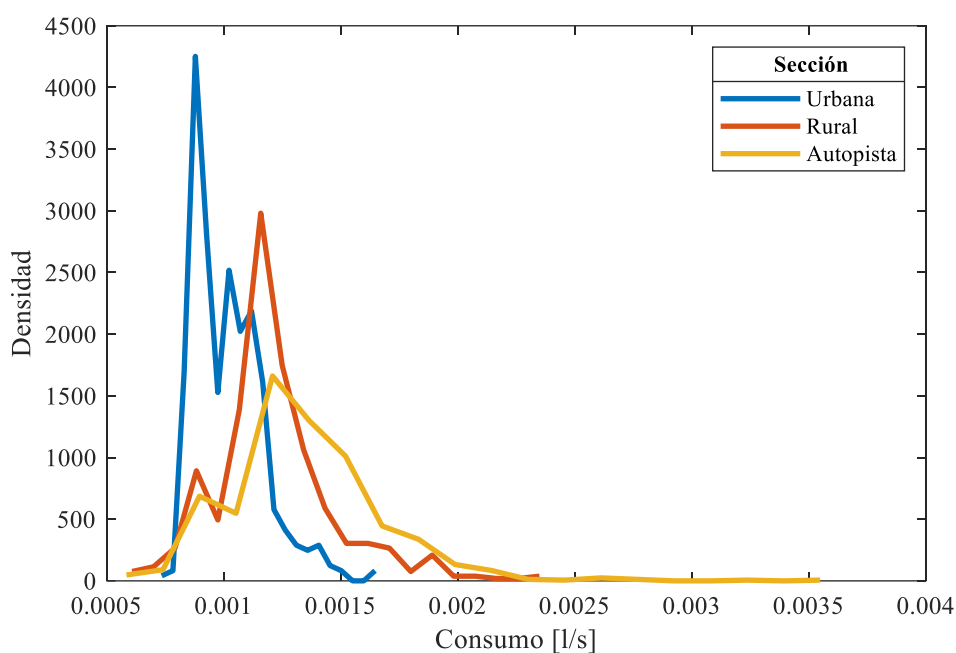


Es importante conocer que el mayor consumo se da en la zona urbana, un consumo medio en la zona rural y este disminuye en autopista. Como se indica a continuación:



**Figura 17**

*Consumo combustible según la ruta*



## 5.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS ECONÓMICOS Y DE CONSUMO OBTENIDOS APLICANDO MÉTODOS ESTADÍSTICOS

En este apartado se desarrolla el primer objetivo específico que corresponde a presentar en los resultados provenientes de la encuesta, misma que fue aplicada a 195 propietarios de camionetas de transporte mixto.

**Tabla 7**

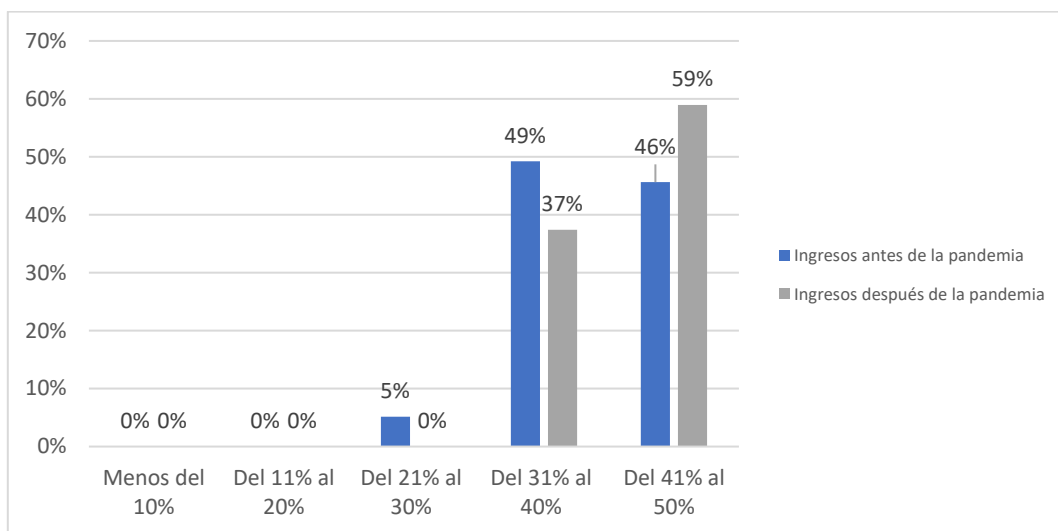
*Ingreso económico mensual antes de la pandemia*

¿Cuál era su ingreso económico mensual al laborar dentro del sector de transporte comercial mixto antes y después de la pandemia?					
		Antes	% válido	Después	% válido
		N		N	
Válido	De \$800 a \$1000	6,2	6,2	18	9,2
	Más de \$1000	93,8	93,8	177	90,8

Total	100	100	195	100
-------	-----	-----	-----	-----

**Figura 18**

*Ingreso económico mensual antes y después de la pandemia*



**Análisis e interpretación:**

El análisis de la información sobre los ingresos económicos mensuales de los propietarios antes y después de la pandemia brinda una visión interesante de cómo el sector ha experimentado cambios en términos de ganancias. Antes de la pandemia, la mayoría de los propietarios reportaron ingresos mensuales de más de \$1000, representando el 93,8% del total. Y solo un pequeño % de propietarios, el 6,2%, tenía ingresos en el rango de \$800 a \$1000.

Este patrón sugiere que, previo a la pandemia, la mayoría de los propietarios de camionetas de transporte mixto ya estaban obteniendo ingresos considerables, con una concentración significativa en la categoría de más de \$1000 al mes. Esta tendencia podría indicar que el sector estaba en una situación económica relativamente estable antes de la crisis de salud global.

Sin embargo, el análisis de los datos sobre los ingresos económicos mensuales después de la pandemia resalta un patrón similar al período anterior a la crisis de salud global. La mayoría de los propietarios continúan reportando ingresos mensuales de más de \$1000, representando el 90,8% del total.

No obstante, hay un aumento en la proporción de propietarios que indican ingresos en el rango de \$800 a \$1000, con un 9,2%, en comparación con el 6,2% antes de la pandemia. Este incremento en la proporción de propietarios con ingresos en el rango más bajo (\$800 a \$1000) después de la pandemia podría ser indicativo de los desafíos económicos que enfrentó el sector como resultado de la crisis global.

Aunque la mayoría de los propietarios todavía mantiene ingresos considerables, el aumento en la proporción de aquellos con ingresos más modestos podría reflejar cambios en la demanda de servicio y este tipo de vehículos o alteraciones en las operaciones debidas a restricciones y cambios en el mercado.

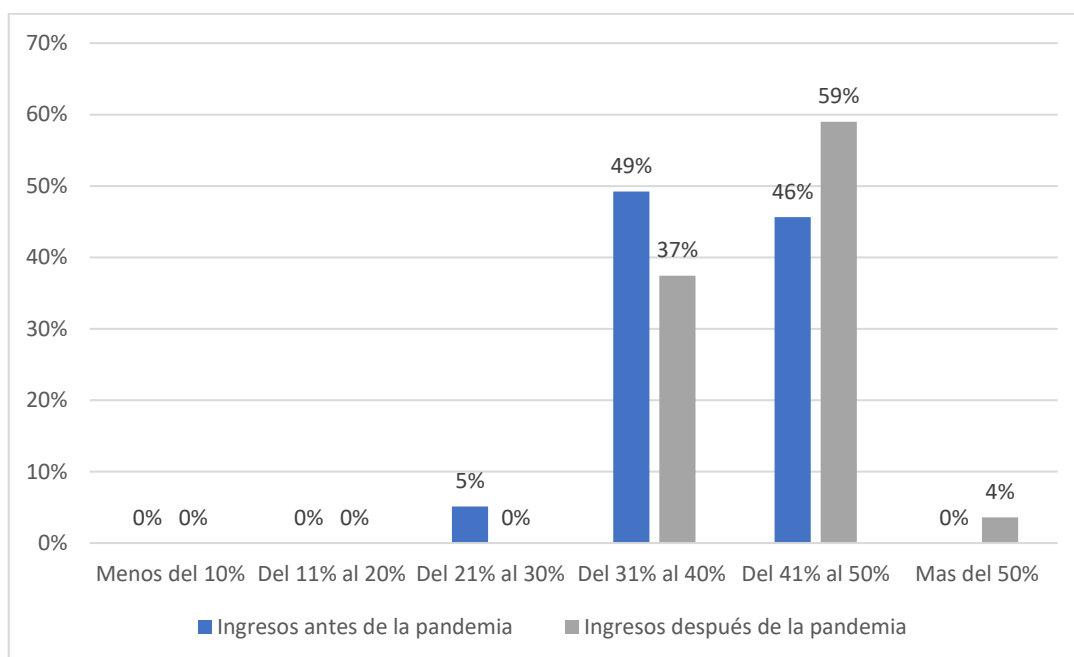
**Tabla 8**

*Ingreso destinado al consumo de combustible antes de la variación de precios*

<b>¿Cuál era el % de su ingreso que destinaba al consumo de combustible antes y después de la variación de precios?</b>					
		Antes	% válido	Después	%
		N		N	válido
Válido	Del 21% al 30%	10	5,1	0	0
	Del 31% al 40%	96	49,2	73	37,4
	Del 41% al 50%	89	45,6	115	59,0
	Más del 50%	0	0	7	3,6
	Total	195	100	195	100

**Figura 19**

*Ingreso destinado al consumo de combustible antes y después de la variación de precios*



#### **Análisis e interpretación:**

El análisis de la asignación de ingresos de los propietarios al consumo de combustible antes y después de la variación de precios proporciona una visión de cómo los precios pueden haber afectado la distribución de los recursos económicos. Antes, la mayoría de los propietarios destinaban su ingreso al consumo de combustible en los rangos del 31% al 40% con un 49,2%.

En comparación, solo un 5,1% destinaba del 21% al 30% de su ingreso al combustible. Después de la variación de precios, aunque el rango del 41% al 50% aún sigue siendo significativo, con un 59%, los propietarios siguen asignando esta proporción de sus ingresos al combustible, no obstante, hay un decremento en la proporción de propietarios en el rango del 31% al 40%, con un 37,4%.

Además, se observa una pequeña proporción, el 3,6%, que destina más del 50% de su ingreso al combustible. Estos resultados revelan que el aumento en la proporción de propietarios que destinan más del 50% de sus ingresos al combustible han experimentado un aumento significativo en los costos operativos debido a la

variación de precios. Esto podría estar afectando el beneficio y, en última instancia, la renta en las operaciones.

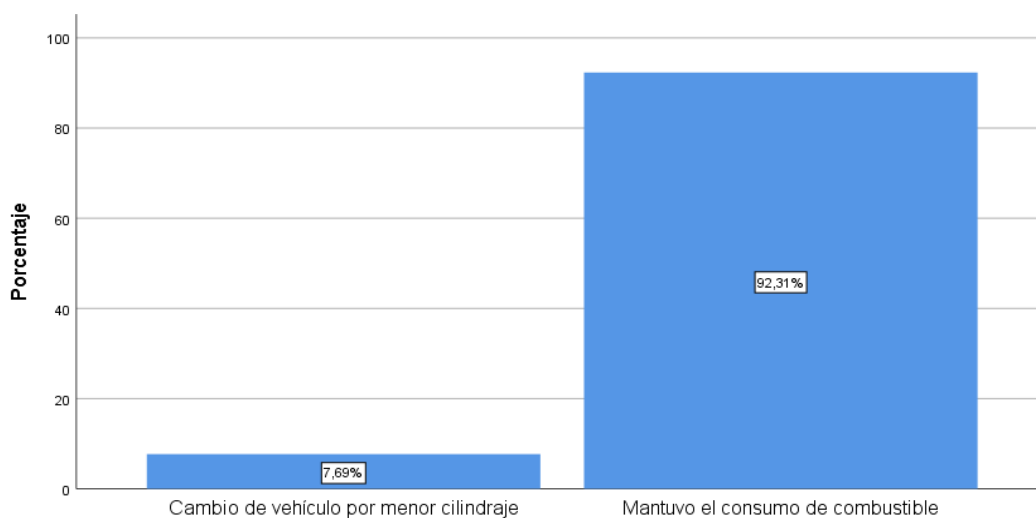
**Tabla 9**

*Solución al incremento en los precios de combustible*

¿Cuál fue la alternativa de solución frente al incremento del 39% en los precios del combustible?		N	%	% válido	% acumulado
Válido	Cambio de vehículo por menor cilindraje	15	7,7	7,7	7,7
	Mantuvo el consumo de combustible	180	92,3	92,3	100
	Total	195	100	100	

**Figura 20**

*Solución al incremento en los precios de combustible*



**Análisis e interpretación:**

Frente al incremento en los precios se revela una elección mayoritaria hacia la opción de mantener el consumo de combustible, con un 92,3% de los propietarios, quienes han optado por esta alternativa. Esto sugiere que la mayoría de ellos eligieron enfrentar el aumento de los precios sin realizar cambios significativos en sus operaciones o vehículos. Solo un 7,7% de los encuestados eligieron el cambio de vehículo por uno de menor cilindraje como alternativa.

Este grupo de propietarios podría haber optado por transporte pequeños y eficaces en términos de consumo de inflamable para reducir los costos operativos en un intento de mitigar el impacto del acrecentamiento en los importes del combustible.

Sin embargo, la preferencia abrumadora por mantener el consumo de combustible podría indicar que los propietarios valoran la estabilidad y la continuidad en sus operaciones actuales. Esta decisión también podría estar influenciada por factores como la inversión requerida para adquirir nuevos vehículos, la adecuación de los vehículos actuales para las operaciones y la disponibilidad de opciones de estos, pero más eficientes en el mercado.

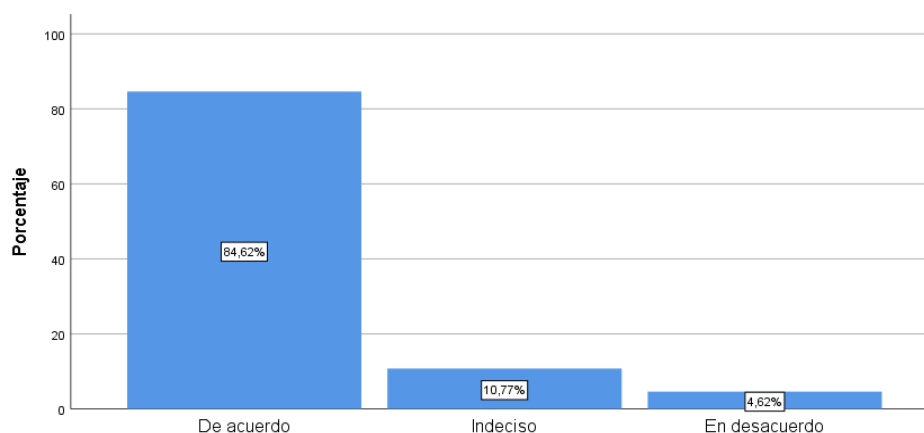
**Tabla 10**

*Uso de vehículos eléctricos*

<b>¿Considera que al seguir incrementando el precio de los combustibles el uso de vehículos eléctricos sea una alternativa de solución?</b>					
		N	%	% válido	% acumulado
Válido	De acuerdo	165	84,6	84,6	84,6
	Indeciso	21	10,8	10,8	95,4
	En desacuerdo	9	4,6	4,6	100
	Total	195	100	100	

**Figura 21**

*Uso de vehículos eléctricos*



## Análisis e interpretación:

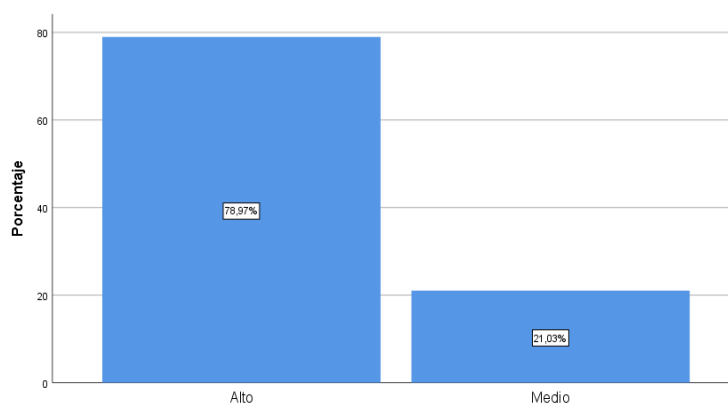
El análisis de la opinión de los encuestados respecto a si el uso de vehículos eléctricos sería una alternativa de solución ante la subida del precio de los combustibles revela una perspectiva interesante, ya que, el 84,6% está de acuerdo con la idea. Esto revela que los propietarios consideran que la transición hacia vehículos eléctricos podría ser una estrategia efectiva para mitigar los efectos del aumento constante en los precios del combustible.

Sin embargo, un 10,8% se muestran indecisos, lo que podría reflejar incertidumbre acerca de los detalles prácticos de la aceptación de los vehículos que son eléctricos, como la disponibilidad de infraestructura de carga, el alcance y la inversión inicial necesaria para hacer el cambio. Mientras tanto, un 4,6% se muestra en desacuerdo con la idea, pero estos propietarios podrían estar preocupados por las limitaciones técnicas de los vehículos eléctricos en términos de alcance, capacidad de carga y adaptabilidad a las condiciones específicas del transporte mixto.

**Tabla 11**

*Conocimiento sobre la mecánica*

¿Cuál es su nivel de conocimientos sobre la mecánica en vehículos de transporte comercial mixto?					
		N	%	% válido	% acumulado
Válido	Alto	154	79,0	79,0	79,0
	Medio	41	21,0	21,0	100
	Total	195	100	100	

**Figura 22***Conocimiento sobre la mecánica***Análisis e interpretación:**

Las respuestas reflejan un panorama en el que la mayoría de los propietarios con un 79,0%, reporta un nivel de conocimientos alto. Esta alta proporción muestra que están bien informados y comprenden los aspectos técnicos relacionados con sus vehículos. Esto puede ser un factor positivo en términos de mantenimiento preventivo, solución de problemas. Sin embargo, el 21,0% restante reporta un nivel de conocimientos.

Aunque esta proporción es considerablemente menor que la de los propietarios con un alto nivel, aún indica que hay un grupo significativo que tiene un entendimiento intermedio sobre la mecánica de los vehículos del estudio. En general, la distribución de conocimientos sugiere que la mayoría de los propietarios están en una posición favorable en términos de comprender y manejar aspectos técnicos relacionados con sus vehículos.



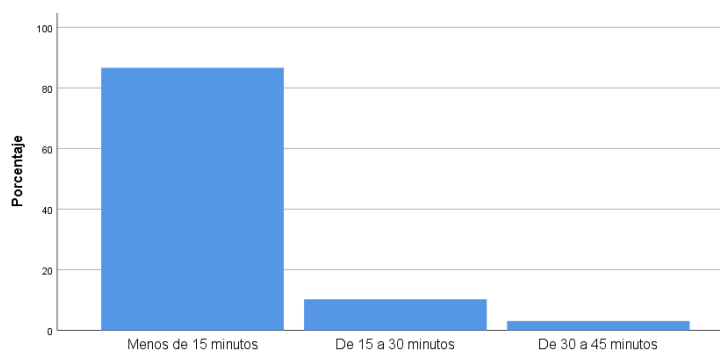
**Tabla 12**

*Revisión de vehículo*

Al momento de revisar su vehículo ¿Cuál es el tiempo que destina para revisarlo completamente antes de iniciar la jornada de trabajo?					
		N	%	% válido	% acumulado
Válido	Menos de 15 minutos	169	86,7	86,7	86,7
	De 15 a 30 minutos	20	10,3	10,3	96,9
	De 30 a 45 minutos	6	3,1	3,1	100
	Total	195	100	100	

**Figura 23**

*Revisión de vehículo*



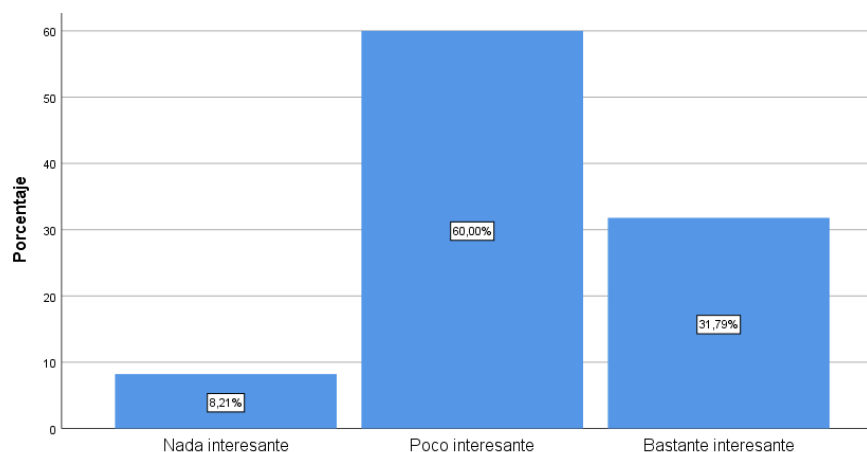
**Análisis e interpretación:**

La mayoría de los propietarios con un 86,7%, dedican menos de 15 minutos a esta tarea, donde realizan una práctica eficiente y rápida de revisión, que podría estar enfocada en aspectos clave para garantizar la seguridad y la funcionalidad de los vehículos antes de comenzar la jornada. Además, un 10,3% asigna de 15 a 30 minutos, lo que podría indicar un enfoque más detallado y minucioso en la inspección.

Estos propietarios podrían estar abordando una gama más amplia de aspectos técnicos y de seguridad antes de poner en marcha sus camionetas. Y solo un pequeño % del 3,1%, dedica de 30 a 45 minutos para realizar una revisión completa de sus vehículos. Esta decisión relativamente baja sugiere que la mayoría de los propietarios priorizan una revisión eficiente pero efectiva antes de comenzar sus operaciones diarias.

**Tabla 13***Vehículos eléctricos*

¿Qué tan interesante le parece implementar vehículos eléctricos en el transporte comercial mixto?		N	%	% válido	% acumulado
Válido	Nada interesante	16	8,2	8,2	8,2
	Poco interesante	117	60,0	60,0	68,2
	Bastante interesante	62	31,8	31,8	100
	Total	195	100	100	

**Figura 24***Vehículos eléctricos***Análisis e interpretación:**

Una mayoría significativa del 60,0%, expresa poco interés en la implementación de vehículos eléctricos en el sector. La razón, porque podría reflejar una combinación de falta de indagación sobre las preeminencias y menoscabos de los vehículos eléctricos, así como la incertidumbre sobre su adaptabilidad a las operaciones de transporte mixto. Por otro lado, un 31,8% de los propietarios encuentra bastante interesante la idea, porque mira el potencial de los vehículos eléctricos para reducir los costos operativos y la huella ambiental.

Esta percepción positiva podría estar relacionada con una mayor conciencia sobre los beneficios a nivel lucrativo y ecosistémico de la movilidad eléctrica. Además, un 8,2% indica que no encuentra nada interesante en implementar estos vehículos, porque podría estar vinculado a preocupaciones sobre la disponibilidad de infraestructura de carga, el alcance limitado de los vehículos eléctricos o la inversión inicial requerida para realizar la transición.

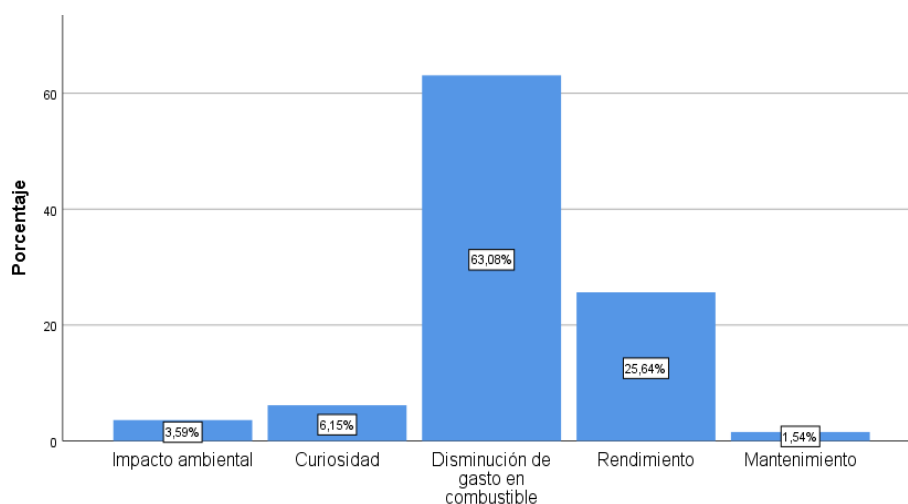
**Tabla 14**

*Adquisición vehículo eléctrico*

¿Cuál sería su preferencia en el caso que opte por adquirir un vehículo eléctrico?		N	%	% válido	% acumulado
Válido	Impacto ambiental	7	3,6	3,6	3,6
	Curiosidad	12	6,2	6,2	9,7
	Disminución de gasto en combustible	123	63,1	63,1	72,8
	Rendimiento	50	25,6	25,6	98,5
	Mantenimiento	3	1,5	1,5	100
	Total	195	100	100	

**Figura 25**

*Adquisición vehículo eléctrico*



### **Análisis e interpretación:**

La opción más seleccionados es la disminución de gasto en combustible, con un 63,1% de los propietarios indicando que este sería su motivo principal. Esto refleja una comprensión clara de la ventaja económica que ofrecen los vehículos eléctricos en términos de costos operativos más bajos en comparación con los vehículos de combustión interna.

Además, con un 25,6% el rendimiento es de preferencia en caso de adquirir un vehículo eléctrico. Esto podría indicar una consideración de las características como aceleración suave y la respuesta instantánea del motor eléctrico, que pueden ser atractivas en términos de eficiencia y experiencia de conducción.

Por otro lado, un 6,2% menciona la curiosidad como un factor influyente, ya que, algunos propietarios pueden estar interesados en explorar las nuevas tecnologías y experiencias que ofrecen los vehículos eléctricos, incluso si no es su motivación principal. No obstante, el impacto ambiental y el mantenimiento son las opciones menos populares, con un 3,6% y un 1,5% respectivamente, puesto que, aunque existe una conciencia sobre el impacto ambiental, no son necesariamente los principales impulsores de la preferencia en la adquisición de estos vehículos.

## 5.3. NIVEL DE CONSUMO TEÓRICO DE COMBUSTIBLE ACTUAL DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE MIXTO

En este apartado, se presenta un análisis general sobre el consumo del combustible en Ecuador desde el punto bibliográfico en Azogues, haciendo referencia a los datos ya expuestos a lo largo del trabajo.

Por ende, en primer lugar, Los informes de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) [73] indican que la mayoría de los vehículos se mueve con gasolina, sin embargo, la diferencia es que el diésel se usa principalmente para el transporte de carga y de pasajeros.

Por consiguiente, se toma como referencia los datos proporcionados por la Cámara de Distribuidores de Derivados del Petróleo de Ecuador (CAMDDEPE), quienes exponen que hasta el 2019 (antes de la pandemia) el consumo de combustible, especialmente el diésel llegó a 32,96 millones de barriles, y en el año 2020 no hay un referente por la caída del producto [82]. Sin embargo, luego de la pandemia, en el año 2021 se ha consumido un aproximado de 21,8 millones; y 23,3 millones en el año 2022 [83].

**Tabla 15**

*Consumo de diésel por millones de barriles a nivel país*

<b>Año</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Millones de barriles</b>	32,96	21,8	23,3

*Nota.* La tabla detalla el consumo de diésel por millones de barriles a nivel país.

Fuente: [82] y [83].

**Tabla 16**

*Estimación del consumo de diésel por millones de barriles a nivel país*

<b>Año</b>	<b>Barriles</b>	<b>%</b>
<b>2019</b>	32,96	25%
2021	21,80	17%
2022	23,30	18%
2023	17,72	14%
2024	14,16	11%
2025	10,61	8%
2026	7,05	5%
2027	3,49	3%

*Nota.* La tabla menciona el consumo de diésel por millones de barriles a nivel país.

Fuente: Elaboración propia.

Con base a estos datos se puede aludir que, la población antes de la pandemia ha consumido una cantidad mayor en combustible, sin embargo, durante y después de la pandemia, este consumo ha venido reduciendo.

Ahora, con respecto a los datos encontrados en la investigación, se revela que hasta el 2023, año en el que se ha realizado el estudio, el tipo de combustible utilizado por los propietarios de transporte mixto en el cantón es diésel, el principal motivo que prefieren diésel en su vehículo es por el costo que actualmente presenta \$1.75 por galón [84].

En este sentido hay que considerar que el consumo de combustible en el sector del transporte puede variar significativamente según una serie particularidades como el tipo de vehículo, la distancia recorrida, la carga transportada, entre otras. Además, la validez en el consumo de combustible puede variar según la tecnología del motor y si se utilizan combustibles alternativos o sistemas híbridos. [85]

Es así como, de acuerdo con el consumo de combustible, se generan emisores contaminantes como son el azufre, hidrocarburos volátiles, y otros materiales pesados. Por tanto, en la tabla se expone el porcentaje de participación que cada emisor contaminante en el uso de dos tipos de combustibles:

**Tabla 17**

*Porcentaje de participación de los emisores contaminantes*

<b>Emisores contaminantes</b>	<b>Diésel</b>	<b>Gasolina</b>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	85-90%	87-95%
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	18-19%	1-2%
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	10-15%	1-2%
Monóxido de Carbono (CO)	5%	1%
Partículas en Suspensión	2-5%	1%
Otros (Hidrocarburos Policíclicos, azufre, compuestos metálicos, etc)	2-3%	1%

*Nota.* La tabla muestra el porcentaje que tiene cada emisor en cada tipo de combustible. Fuente: Pérez [86]

Es importante considerar que los porcentajes expuestos son aproximados y pueden alterarse con relación al tipo de motor, tecnología de combustión usadas y las regulaciones ambientales en diferentes países. Al mismo tiempo, las fuentes de emisión pueden cambiar con el tiempo debido a avances tecnológicos y regulaciones más estrictas.

Sin embargo, los emisores contaminantes de combustible representan un riesgo significativo dentro del sector de transporte comercial mixto. Estos contaminantes, son liberados a la atmósfera tras su proceso fósil, contribuyendo de manera considerable a la contaminación del aire. Este proceso puede tener graves repercusiones para la salud del individuo y su entorno.

De hecho, la exhibición crónica a los contaminantes del aire en áreas de alta densidad de tráfico, donde operan muchos vehículos comerciales, puede aumentar el peligro de padecimientos respiratorias, cardiovasculares y otros problemas de salud. Además, estas emisiones también pueden ser un factor importante en la formación de smog y la degradación de la calidad del aire, lo que altera negativamente al bienestar de las comunidades circundantes.

Además de los riesgos para la salud, los emisores contaminantes del combustible como los óxidos de nitrógeno y otros gases asociados al efecto invernadero generados contribuyen al cambio climático y calentamiento global. Esto tiene implicaciones económicas y medioambientales en los años venideros, tras el incremento del nivel del mar, eventos climáticos extremos y la alteración de ecosistemas.

En consecuencia, la mitigación de los riesgos asociados a los emisores contaminantes en el transporte es parte sustancial para la sostenibilidad ambiental como política pública, impulsando la adopción de tecnologías más limpias y regulaciones más estrictas en todo el mundo.

Finalmente, para dar mayor sustento al trabajo de investigación sobre el consumo de combustible del tipo de transporte en el estudio, se ha manejado la fórmula para calcular la emisión del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por consumo de diésel vendido, siendo el más consumido en el sector. Por lo tanto, la cantidad de CO<sub>2</sub> por consumo de diésel se puede calcular de manera teórica utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ (kg)} = \text{Volumen de diésel consumido (litros)} \times \text{Factor de emisión de CO}_2 \text{ del diésel (kg/litro)}$$

El volumen de diésel consumido (litros) viene siendo la cantidad que el sector de transporte comercial mixto en la ciudad de Azogues ha usado (antes y después de la pandemia), por lo tanto, de acuerdo con lo citado anteriormente (CAMDDEPE) se ha determinado que al 2019 (antes de la pandemia) el consumo del diésel llegó a 32,96 millones de barriles y en el 2022 (luego de la pandemia) llegó a 23,3 millones de barriles.

Estos valores al estar representados a nivel macro en millones de barriles se los ha transformado a litros y dividido por 12 (meses del año) que es el valor generado mensualmente. Dicho resultado es expuesto en la fórmula sobre el volumen de diésel consumido (litros).

En el caso del "**Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del diésel**" es una constante que representa la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida por litro de diésel quemado. Este valor puede variar según la composición exacta del diésel y las condiciones de combustión, pero en promedio, se considera que un litro de diésel emite alrededor de 2.61 kg de CO<sub>2</sub> cuando se quema [87, p. 19].

Por lo tanto, la fórmula se simplifica a:

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ (kg)} = \text{Volumen de diésel consumido (litros)} \times 2.61 \text{ (kg/litro)}$$

Solo se debe multiplicar el volumen de diésel consumido por 2.61 para obtener la cantidad aproximada de CO<sub>2</sub> emitida en kilogramos. Hay que tener en cuenta que estos datos es un aproximado y puede cambiar según los contextos de la combustión y la calidad del diésel utilizado.

Por tanto, al reemplazar los valores, el resultado es el siguiente:

**Antes de la pandemia:**

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ (kg)} = \text{Volumen de diésel consumido (litros)} \times 2.61 \text{ (kg/litro)}$$

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ (kg)} = 423.965.06 \text{ (litros)} \times 2.61 \text{ (kg/litro)}$$



Emisión de CO<sub>2</sub> (kg) = 1'106.548,81

**Luego de la pandemia:**

**Emisión de CO<sub>2</sub> (kg) = Volumen de diésel consumido (litros) x 2.61 (kg/litro)**

Emisión de CO<sub>2</sub> (kg) = 304'725.542.62 (litros) x 2.61 (kg/litro)

Emisión de CO<sub>2</sub> (kg) = 795'333.666,24

Con el cálculo realizado se ha determinado que, antes de la pandemia se ha generado 1'106.548,81 kg de emisión de CO<sub>2</sub> (kg); sin embargo, luego de la pandemia se ha generado 795'333.666,24 de emisión de CO<sub>2</sub> que se emana al ambiente solo del transporte Comercial Mixto en la Ciudad de Azogues en un mes.

## 5.4. USO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS FRENTE AL VEHÍCULO CONVENCIONAL

Tras cierta realidad evidenciada, los encuestados participantes en la investigación con un 31,8% se encuentran bastante interesados en la implementación de vehículos eléctricos en el sector, porque miran el potencial de los vehículos eléctricos para reducir los costos operativos y la huella ambiental. Esta percepción positiva está relacionada con una mayor conciencia sobre los beneficios tanto monetarios como del entorno natural de la movilidad eléctrica.

Bajo esta misma línea, a criterio personal de los investigadores el subsidio a los combustibles en Ecuador ha sido un tema polémico en la política del país durante varios años. Si bien inicialmente se implementó con el objetivo de proteger a la población de aumentos bruscos en los precios de los combustibles, con el tiempo se convirtió en una carga económica considerable para el gobierno.

En un intento por reducir este gasto y avanzar hacia una mayor sostenibilidad fiscal, el gobierno de Ecuador ha realizado reformas, eliminando gradualmente este subsidio. Sin embargo, esto ha generado protestas y descontento en la sociedad, ya

que el acrecentamiento de los costes de los combustibles afectó a los sectores más vulnerables y aumentó el costo de vida.

Argumentando lo antes mencionado, el recorte en los subsidios a los combustibles ha generado movimientos y redirección a obras sociales y programas de bienestar, entre ellos la infraestructura, salud, educación y programas sociales. Sin embargo, la efectividad y transparencia en la redistribución de estos recursos son temas críticos, ya que, en el pasado, ha existido críticas sobre la gestión ineficiente y la descomposición en el manejo de los fondos gubernamentales.

Por lo tanto, es esencial que el gobierno ecuatoriano garantice que la eliminación de los subsidios no resulte en un abandono de las obras sociales y que los recursos se manejen de modo eficiente y equitativa para beneficiar a la población más necesitada. En última instancia, el desafío radica en encontrar un equilibrio entre la sostenibilidad fiscal, el bienestar social en Ecuador y sobre todo con el beneficio ambiental.

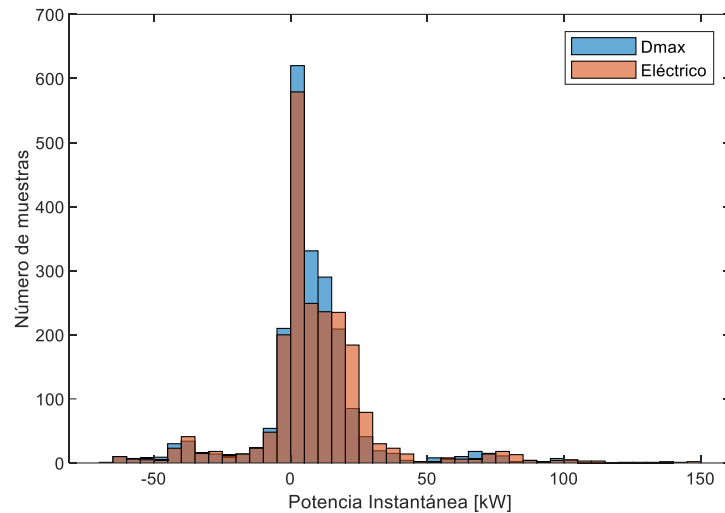
Por ello, tras la variación de los valores monetarios de los combustibles y la elevada emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, la disposición a considerar vehículos eléctricos como una alternativa muestra una apertura a la innovación y a la adopción de tecnologías más sostenibles.

Para proponer el uso de vehículos eléctricos es necesario evaluarlos frente al vehículo convencional, es por ello por lo que se toma los datos de la prueba realizada para el vehículo Dmax y se compara con el vehículo eléctrico Dongfeng Rich 6 tipo camioneta disponible en el mercado, la cual fue adquirido por EMOV en la ciudad de Cuenca.

En la figura 26 se muestra la cantidad de potencia instantánea necesaria para mover cada vehículo según el número de muestras, en donde se observa que en el caso del combustible necesita menos potencia para moverse que la eléctrica ya que esta es más pesada y tiene un coeficiente aerodinámico Cx más alto [88], lo que se traduce en gasto de energía.

**Figura 26**

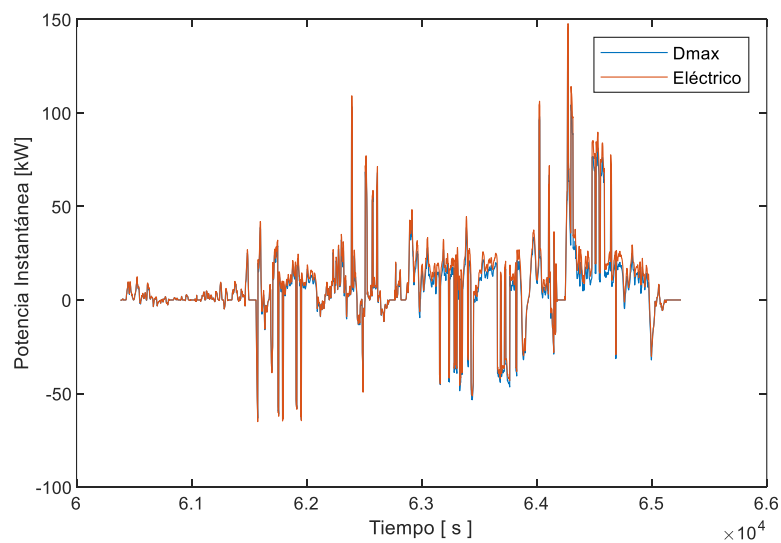
*Potencia necesaria para mover cada tipo de vehículo.*



En consecuencia, de estos resultados es evidente que existirá un mayor consumo de potencia instantánea durante la ruta del vehículo eléctrico en relación con el vehículo a gasolina como se indica a continuación:

**Figura 27**

*Potencia instantánea durante la ruta*



## 5.5. DISCUSIÓN

Por consiguiente, se realiza una comparación de resultados de otras investigaciones, con el fin de corroborar o refutar la información obtenida. Es así como, Nunige [89] evalúa el rendimiento y consumo de combustible de un vehículo, demostrando que a través de tres métodos como son el balance de carbono, análisis gravimétrico y análisis volumétrico, el consumo es de alta variabilidad, es decir, dependiendo el lugar, región o altura el vehículo gasta inflamable.

Estos datos son cercanos a la investigación, sin embargo, este trabajo es realizado con un ciclo real de conducción por lo que son datos más próximos a la realidad de los propietarios de transporte comercial mixto en Azogues que son quienes realizan carreras o fletes a diferentes rutas del cantón.

Sin embargo, se ha determinado que una de las opciones es cambiar de combustible o reducir su uso, no obstante, la idea de adquirir vehículos eléctricos para el transporte comercial mixto fue aceptada pero no en su totalidad, puesto que no existen infraestructuras de carga, talleres de mantenimiento y sobre todo un vehículo que cumpla las exigencias de este tipo de transporte. En la ciudad vecina Cuenca se optó por los vehículos eléctricos NEW RICH 6 AC EV 4p, lamentablemente la autonomía no cumple los 400 km, la carga de baterías se realiza en tiempos muy extensos y dura apenas 4 horas. [90]

Es así como, el país necesita de nuevas políticas para que la empresa privada otorgue beneficios sobre los vehículos con nuevas tecnologías eléctricas, favoreciendo en primera instancia al medio ambiente [91]. Además, esta implementación podría estar relacionada a reducir los costos operativos y la huella ambiental en el transporte mixto.

Por otro lado, el ahorro de combustible puede vincularse por la variabilidad de condiciones, como son el tráfico y el estilo de conducción, estado del vehículo, mantenimiento, revisión constante, clima, uso de accesorios, aire acondicionado, calefactor, entre otros motivos [92].

Finalmente, se evalúa los costos que representan cada tipo de vehículo. Es así como el vehículo Dmax 3.0 genera un gasto de \$3.23 dólares de diésel por cada 100 km, el vehículo **NEW RICH 6 AC EV** según el fabricante gasta \$3.06 dólares por cada 100 km, sin embargo, por los problemas descritos anteriormente su gasto sube a \$11.10 dólares por cada 100 km. Esto genera un limitante en la implementación de estos vehículos en el sector ya que por su geografía estos gastos pueden aumentar.

Otra limitante es la falta de estaciones de carga en la ciudad, ya que a la fecha del estudio Azogues no cuenta con las mismas. Así también no hay variedad de marcas en vehículos eléctricos mixtos y la existente se constata que presenta problemas técnicos y sobre todo de autonomía.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis del consumo de combustible en vehículos de transporte comercial mixto proporciona una visión profunda de cómo los propietarios de camionetas en este sector gestionan sus recursos y operaciones. Los datos revelan una marcada influencia de factores económicos en las decisiones de los propietarios, ya que la mayoría prioriza la eficiencia en el consumo de combustible para mantener costos operativos bajos.

De acuerdo con el estudio aplicado, se determina que existe múltiples ventajas actualmente del diésel como tipo de combustible utilizado por el sector del tipo transporte, identificando que el costo es el principal factor determinante en esta elección. Se determinó el consumo que tiene el vehículo Dmax que es de 0.07 litros por cada kilómetro, lo cual es rentable para el tipo de trabajo y rutas que frecuentan, Así también se determinó el valor de \$3.23 dólares por cada 100 km lo cual en la actualidad es una ventaja para este tipo de vehículo. Además, se destaca la estrategia de la mayoría de los propietarios para manejar las fluctuaciones en los precios del combustible, es decir, mantienen el consumo de combustible en lugar de realizar acciones drásticas como cambio de vehículo o inflamable dentro de sus operaciones. Esto sugiere una adaptabilidad y conocimiento sobre la gestión de los costos en el sector.

Los emisores contaminantes que integran el diésel y combustible en el transporte comercial mixto perjudican a la contaminación del aire, ya que generan azufre, hidrocarburos volátiles, óxidos de nitrógeno, partículas, monóxido de carbono y materiales pesados, de este grupo, un porcentaje considerable del 85 – 90% recae en Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub> que emana el diésel, y con el 87 – 95% la gasolina. Por ello, es esencial avanzar hacia fuentes de energía más limpias y tecnologías de transporte más sostenibles. Esto incluye la promoción de vehículos eléctricos, híbridos y otros sistemas de propulsión más eficientes, así como la inversión en infraestructura para someter la sumisión de los combustibles fósiles.

De acuerdo con el análisis económico, el 82% de la fuente principal de energía en Ecuador depende del uso de productos derivados del petróleo, incluyendo el diésel, GLP y la gasolina. Por lo que, hasta el 2019 (antes de la pandemia) el consumo de combustible, especialmente el diésel llegó a 32,96 millones de barriles y en el 2022 (luego de la pandemia) llegó a 23,3, esta variación se debe a las nuevas disposiciones generadas en el Decreto Ejecutivo 1183 del 4 de noviembre del año 2020 sobre el cálculo de precios referenciales. Adicional, tras el cálculo de Emisión de CO<sub>2</sub> (kg) se ha determinado que, antes de la pandemia se generó 1'106.548,81 kg de emisión; sin embargo, luego de la pandemia se ha generado 795'333.666,24 kg, cantidades que se emana al ambiente solo del transporte Comercial Mixto en la Ciudad de Azogues en un mes.

Por ello, tras el aumento de los valores monetarios de los combustibles y la elevada emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, la disposición a considerar vehículos eléctricos como una alternativa muestra una apertura a la innovación y a la adopción de tecnologías más sostenibles. Aunque existe diversidad en las opiniones sobre la viabilidad de los vehículos eléctricos, los propietarios muestran interés en aspectos económicos como la disminución de gastos en combustible y el rendimiento como los principales impulsores para adquirir vehículos eléctricos en el futuro.

En última instancia, el análisis del consumo de combustible en vehículos de transporte comercial mixto resalta la importancia del equilibrio entre la eficacia, sostenibilidad y medio natural en este sector, es así como la implementación de vehículos eléctricos para transporte mixto en la actualidad no es tan viable por la limitación de estaciones de carga, vehículos con baja autonomía, escasas de modelos y marcas. Por lo que queda abierta esta implementación para cuando exista mejores condiciones de esta matriz energética.

Finalmente se sugiere realizar un estudio futuro de la batería considerando la degradación que sufren con el uso y el paso del tiempo, ya que se considera el elemento principal en esta matriz energética.

## REFERENCIAS

- [1] R. Marchese y M. Golato, «El Consumo de combustible y energía en el transporte,» *Eficiencia térmica*, nº 33, pp. 1-9, 2011.
- [2] J. Posada y C. González, «Consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera -modelos predictivos,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 12, nº 23, pp. 35-46, 2013.
- [3] P. Pérez y A. Monzón, «Consumo de energía por el transporte en España y tendencias de emisión,» *Observatorio Medioambiental*, vol. 11, pp. 127-147, 2008.
- [4] L. Tipanluisa, A. Remache, C. Ayabaca y R. Salvatore, «Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con Combustibles de dos Calidades,» *Información tecnológica*, vol. 28, nº 1, pp. 3-12, 2017.
- [5] Foro Internacional enfocado al Transporte, «Resumen ejecutivo Perspectivas del Transporte 2021 del FIT,» OCDE, 2021.
- [6] F. Rosero, F. Tapia, L. Garzón y V. Cevallos, «Análisis del consumo de combustible por efecto de la selección del tren motriz en los taxis de Ibarra, Ecuador,» *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, vol. 12, nº 34, pp. 1-12, 2019.
- [7] M. Ortiz, «Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en vehículos de transporte: combustibles alternativos,» *Energía & Minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas*, vol. 1, nº 1, pp. 28-33, 2010.
- [8] C. León, F. Rosero y L. Garzón, «Consumo de combustible de las unidades de transporte urbano de la ciudad de Ibarra – Análisis Comprensivo de las variables,» *Infociencia*, vol. 11, nº 1, 2017.
- [9] P. M. C. a. N. R. Andrea Bermeo Naula, «Methodological proposal for estimating polluting emissions:Case of Cuenca, Ecuador,» *Methodological proposal for estimating polluting emissions:Case of Cuenca, Ecuador*, vol. 1, nº 1, p. 8, 2023.
- [10] W. Rice, La historia de los combustibles fósiles (The Story of Fossil Fuels) Guided Reading 6-Pack, Teacher Created Materials, 2018.
- [11] M. Doeden, Aprender sobre el carbón, el petróleo y el gas natural (Finding Out about Coal, Oil, and Natural Gas), Estados Unidos: Lerner Publishing Group, 2022.
- [12] D. Darquea, «Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales,» *INNOVA Research Journal*, vol. 3, nº 3, pp. 23-34, 2018.
- [13] E. Kates y W. Luck, Motores diésel y de gas de alta compresión, Chicago: Reverte, 2021.
- [14] J. Martínez, «Propiedades físicas y dinámica de los combustibles forestales en un bosque de encino,» *Madera y bosques*, vol. 24, nº 2, pp. 1-9, 2018.



- [15] E. Cedeño, «Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador,» *Enfoque UTE*, vol. 9, nº 2, pp. 149-158, 2018.
- [16] S. Ramón, J. Gutiérrez y J. Rojas, «Poder calorífico de la cascarilla de arroz usada como combustible en hornos de secado,» *Mundo Fesc*, vol. 8, nº 16, pp. 63-67, 2018.
- [17] D. Darquea, «Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales,» *INNOVA Research Journal*, vol. 3, nº 3, pp. 23-34, 2018.
- [18] I. Cebreiro, «Diseño y puesta a punto de una herramienta experimental para la determinación la viscosidad,» Universitat Politècnica de València, Valencia, 2020.
- [19] L. Fidalgo, «Estimación de la distribución vertical de combustibles finos del dosel de copas en masas de *Pinus sylvestris* empleando datos LiDAR de baja densidad,» *Revista de Teledetección*, nº 53, pp. 1-16, 2019.
- [20] S. Amar, A. Ardila y R. Barrera, «Simulación y obtención de combustibles sintéticos a partir de la pirólisis de residuos plásticos.,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 37, nº 2, pp. 306-326, 2019.
- [21] J. Remón, V. Latorre y J. Pinilla, «Producción de bio-combustibles y productos de valor añadido mediante licuefacción hidrotermal de pericarpios de almendra,» *XXXVI Jornadas Nacionales de Ingeniería Química*, vol. 1, nº 1, pp. 1-2, 2019.
- [22] R. Martínez, «Perspectivas de disminución de emisiones de carbono en México por el uso de la bioenergía: panorama actual,» *Elementos para Políticas Públicas*, vol. 4, nº 1, pp. 27-42, 2020.
- [23] L. De Lucas, «Análisis estadístico de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de combustible gaseoso en Ecuador mediante la aplicación de la regresión lineal simple,» *Caribeña de Ciencias Sociales*, vol. 1, nº 1, pp. 1-12, 2018.
- [24] E. Montero, «Análisis del mercado de petróleo y la gasolina en México, 1996-2015,» *Agrociencia*, vol. 58, nº 8, pp. 1179-1193, 2018.
- [25] M. Reyes, «Inmovilización de bacterias potencialmente degradadoras de petróleo crudo en matrices orgánicas naturales y sintéticas,» *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 34, nº 4, pp. 597-609, 2018.
- [26] A. Antón y F. Hernández, «Internalizando externalidades: el impuesto a la gasolina en Guatemala,» *Revista mexicana de economía y finanzas*, vol. 14, nº 1, pp. 1-20, 2019.
- [27] B. Adaniya y R. Rodríguez, «Escenarios en el suministro de gas licuado de petróleo (GLP) bajo un enfoque de dinámica de sistemas,» *Industrial Data*, vol. 25, nº 2, pp. 115-142, 2022.
- [28] B. Higa, «El análisis multivariante aplicado al abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en el Perú,» *Industrial data*, vol. 22, nº 2, pp. 47-55, 2019.
- [29] A. Hoang, «A review on fuels used for marine diesel engines,» *Journal of Mechanical Engineering Research & Developments (JMERE)*, vol. 41, nº 4, pp. 22-23, 2018.

- [30] A. Delfin, Manual de Producción de Diesel Negro En Casa 2da Edición: Alternativa Al Biodiesel, Diesel Rojo, Diesel Non-Road, Diesel Marino, Keroseno & Gas Natura, Independently Published, 2019.
- [31] J. García, El proceso de combustión turbulenta de chorros diésel de inyección directa, Valencia: Reverte, 2020.
- [32] M. Ktistakis, J. Pavlovic y G. Fontaras, «Developing an optimal sampling design to monitor the vehicle fuel consumption gap,» *Science of The Total Environment*, vol. 832, pp. 1-12, 2022.
- [33] Y. Wang, «Fuel consumption and emission performance from light-duty conventional/hybrid-electric vehicles over different cycles and real driving tests,» *Fuel*, vol. 278, pp. 1-12, 2021.
- [34] J. Gao, «Fuel consumption and exhaust emissions of diesel vehicles in worldwide harmonized light vehicles test cycles and their sensitivities to eco-driving factors,» *Energy conversion and management*, vol. 196, pp. 605-613, 2019.
- [35] T. Ahmad y D. Zhang, «A critical review of comparative global historical energy consumption and future demand: The story told so far,» *Energy Reports*, vol. 6, pp. 1973-1991, 2021.
- [36] M. Koengkan, J. Fuinhas y A. Marques, «The role of financial openness and China's income on fossil fuels consumption: Fresh evidence from Latin American countries,» *GeoJournal*, vol. 85, nº 2, pp. 407-421, 2020.
- [37] Banco Mundial, «Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (% del total) - Latin America & Caribbean,» 2015. [En línea]. Available: <https://datos.bancomundial.org/indicador/eg.use.comm.fo.zs?end=2015&locations=ZJ&start=1971&view=chart&year=2015>.
- [38] Primicias, «En julio se disparó en un 27% el consumo de gasolina Extra,» 18 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/consumo-gasolinas-octanaje-ecuador-precios/>.
- [39] M. Cruel y A. Vernasa, «Uso de biocombustibles en Ecuador: Una mirada desde la protección de los derechos de la naturaleza,» *Revista Venezolana De Gerencia*, vol. 27, nº 7, pp. 477-491, 2022.
- [40] I. Puig, A. Martínez, Z. Vicuña, G. Córdova y P. Álvarez, «Subsidios a los combustibles fósiles en Ecuador : diagnosis y opciones para su progresiva reducción,» *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, vol. 28, pp. 87-106, 2018.
- [41] Diario Primicias, «El consumo de gasolina Súper se redujo 16% en abril,» 1 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/consumo-gasolina-super-cae-abril-ecuador/>.
- [42] Diario El Universo, «¿Cuánto combustible consumieron los ecuatorianos en 2022 en el sector automotor?,» 24 enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/cuanto-combustible-consumieron-los-ecuatorianos-en-2022-en-el-sector-automotriz-nota/>.

- [43] Agencia de Regulación y Control de energía y recursos naturales no renovables , «Consumo de combustibles por provincia,» Agencia de Regulación y Control de energía y recursos naturales no renovables , Quito, 2022.
- [44] F. Andrade, «Análisis de rendimiento y costo de los combustibles ecopaís y super,» *INNOVA Research Journal*, vol. 3, nº 10, pp. 135-149, 2018.
- [45] PETROECUADOR, «Despacho de gasolinas: súper, extra, extra con etanol y diésel premium, en Estaciones de Servicio de EP PETROECUADOR,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.gob.ec/ep/tramites/despacho-gasolinas-super-extra-extra-etanol-diesel-premium-estaciones-servicio-ep-petroecuador>.
- [46] P. Urbano, J. Gutiérrez y A. Ríos, «Modelos de transporte por carretera y emisiones de carbono aplicables en las ciudades y su entorno,» *Estudios Regionales en Economía, Población y Desarrollo*, vol. 9, nº 54, pp. 3-45, 2016.
- [47] G. Duque, «Análisis de la metodología para determinación de tarifas en servicio de transporte comercial de taxis convencionales y ejecutivos,» *Enfoque UTE*, vol. 9, nº 4, pp. 194-207, 2018.
- [48] Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, «Rendimient de cmbustible en vehículos ligeros de venta en México,» SENER-CONUEE, México, 2020.
- [49] L. A. J. A. Arias Montaña Elmer Israel, «ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y NIVELES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO DE CATEGORÍA M1 EN RUTAS CON MAYOR GRADO DE SATURACIÓN EN LA CIUDAD DE CUENCA,» p. 119, 2018.
- [50] J. Ruiz, «Problema de ruteo de vehículos multi-objetivo con entregas y recogidas simultáneas y minimización de emisiones,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 29, nº 3, pp. 435-449., 2021.
- [51] J. Fuentes, «El sistema de indicadores para evaluar el desempeño del transporte de cargas,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 13, nº 3, pp. 342-353, 2021.
- [52] N. Gómez, «La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria),» *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 31, nº 1, pp. 167-177, 2018.
- [53] H. Hernández, «Comparación de las emisiones en motores que utilizan combustible e0 y e10 en régimen transitorio,» *Ingeniería Energética*, vol. 39, nº 1, pp. 3-12, 2018.
- [54] J. Zhuzhingo y C. Cordero, «Aplicación del costeo ABC en el servicio de transporte de modalidad mixta,» *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, vol. 5, nº 4, pp. 150-179, 2020.
- [55] Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial , «Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial,» Lexis, Quito, 2012.
- [56] J. Trashorras, Vehículos eléctricos, Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2019.
- [57] L. Ward, Vehículos eléctricos 6-Pack, Teacher Created Materials, 2022.

- [58] J. Sánchez, M. Dávila y C. Trujillo, Cargadores de baterías de mediana y baja capacidad para vehículos eléctricos: Consideraciones preliminares de diseño, Bogotá: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021.
- [59] P. Alcalde, Reglamento electrotécnico para Baja Tensión 5.ª edición 2021, Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2021.
- [60] E. Domínguez y J. Ferrer, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo (2018), Editex, 2018.
- [61] J. Guerrero, «Vehículos Eléctricos para Flotas de Transporte Público,» *Investigación y desarrollo del sector eléctrico*, vol. 1, nº 1, pp. 1-7, 2019.
- [62] F. Páez, «Modelo de componentes de un vehículo eléctrico que aportan a un análisis de la tecnología limpia en la industria automotriz,» *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, vol. 5, nº 8, pp. 689-705, 2020.
- [63] H. Miniguano, «Modelado e identificación de baterías de ion-litio y supercondensadores para su aplicación al vehículo eléctrico,» Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2019.
- [64] P. Viego, J. Gómez y J. Fuentes, «Motores sincrónicos sin devanados en el rotor accionados por variadores de frecuencia para su aplicación en vehículos eléctricos,» *Centro Azúcar*, vol. 45, nº 1, pp. 62-72, 2018.
- [65] M. Llanos, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo 3.ª edición 2022, Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2022.
- [66] B. Quirós, «Ventajas e inconvenientes del vehículo eléctrico: comparación con el coche de combustión,» Comillas Universidad Pontificia, Madrid, 2018.
- [67] T. Dentom, Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil.: Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehículos, España: Marcombo, 2020.
- [68] O. Melo, L. López y S. Melo, Diseño de experimentos: métodos y aplicaciones, Panamá: Universidad Hispanoamerican, 2020.
- [69] S. Fernández, «Diseño de experimentos: Diseño factorial,» Universitat Politècnica de Catalunya, España, 2020.
- [70] G. Aranguren, «Metodología del diseño de experimentos. Estudio de caso, lanzador,» *Dyna*, vol. 94, nº 1, pp. 16-21, 2019.
- [71] Diario oficial de la Unión, «Reglamento (UE) 2016/427,» *Reglamento (UE) 2016/427 por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 692/2008 en lo que respecta a las emisiones de los vehículos comerciales y de turismo ligeros (Euro 6)*, vol. 427, nº 692, p. 98, 2016.
- [72] J. L. M. S. B. d. V. A.-R. Néstor Diego Rivera Campoverde, «Estimación de emisiones contaminantes en condiciones reales de conducción basada en datos de OBD y aprendizaje automático,» *MDPI*, p. 16, 2021.
- [73] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade), «BOLETIN DE PRENSA VENTA DE VEHÍCULOS,» p. 11, 8 12 2022.
- [74] F. Gillet y B. Seno, La Caja de Herramientas... Control de Calidad. , México: Grupo Editorial Patria, 2014.

- [75] J. M. S. B. A. R. Néstor Rivera Campoverde, «Modelo de bajo costo para la estimación de emisiones contaminantes basado en GPS y aprendizaje automático,» *Springer Link*, p. 7, 2023.
- [76] J. L. M.-S. B. D. V. A.-R. Néstor Diego Rivera-Campoverde, «Estimación de emisiones contaminantes en condiciones reales de conducción a partir de datos de OBD y aprendizaje automático,» *MDPI*, vol. 1, n° 1, p. 16, 2021.
- [77] P. A. M. Campoverde, «Estimación del consumo de combustible mediante señales PID utilizando el ciclo real de emisiones en la ciudad de Quito, Ecuador,» *MDPI*, vol. 1, n° 1, p. 16, 2023.
- [78] P. A. M. Campoverde, «Estimación del consumo de combustible mediante señales PID utilizando el ciclo real de emisiones en la ciudad de Quito, Ecuador,» *MDPI*, vol. 1, n° 1, p. 16, 2023.
- [79] J. M. S. B. A. R. Néstor Rivera Campoverde, «Modelo de bajo costo para la estimación de emisiones contaminantes basado en GPS y aprendizaje automático,» *Modelo de bajo costo para la estimación de emisiones contaminantes basado en GPS y aprendizaje automático*, vol. 1, n° 1, p. 8, 2022.
- [80] J. Flores, «Optimización del sistema de transporte público y comercial de la ciudad de Azogues,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2017.
- [81] General Motors, «Manual de servicio,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.autopartners.net/gmentsso/UI/Login?goto=https%3A%2F%2Fdealer.autopartners.net%3A443%2Fportal%2Fgmsa%2FPaginas%2Fdefault.aspx>. [Último acceso: 23 10 2023].
- [82] Banco Central del Ecuador, «Reporte del sector petrolero. IV Trimestre de 2019,» Banco Central del Ecuador, Quito, 2020.
- [83] Diario El Universo, «¿Cuánto combustible consumieron los ecuatorianos en 2022 en el sector automotor?,» 24 enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/cuanto-combustible-consumieron-los-ecuatorianos-en-2022-en-el-sector-automotriz-nota/>.
- [84] Petroecuador, «Precio del diésel industrial bajó 6,07% en mayo de 2023,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/precio-diesel-industrial-combustibles/#:~:text=Foto%3A%20Twitter%20Petroecuador-,La%20mayor%3%ADa%20de%20los%20combustibles%20industriales%20presentaron%20reducciones%20de%20precios,2%2C84%2C%20seg%3%BA%20Petr.>
- [85] J. A. O. S. J. I. Juca Guaman, «Análisis de la demanda energética del vehículo Toyota Corolla Híbrido según diferentes condiciones de manejo,» <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25590>, p. 142, 2023.
- [86] D. Pérez, «Estudio De Emisiones Contaminantes Utilizando Combustibles Locales,» *INNOVA Research Journal*, vol. 2, pp. 23-34, 2017.
- [87] Comisión Interdepartamental del Cambio Climático, «Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI),» Oficina Catalana del Canvi Climàtic, Catalunya, 2011.

- [88] Dongfeng, «Autocatalogarchive,» julio 2022. [En línea]. Available: <https://autocatalogarchive.com/wp-content/uploads/2023/01/Dongfeng-Rich-6-EV-2022-EC.pdf>. [Último acceso: 24 10 2023].
- [89] O. Nunigue, «Evaluación y comparación de métodos de medición consumo de combustible para laboratorio y tura en un vehículo liviano,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2018.
- [90] Mobilityportal, «Mobilityportal,» 23 junio 2023. [En línea]. Available: <https://mobilityportal.lat/vehiculos-electricos-emov-cuenca/>. [Último acceso: 24 octubre 2023].
- [91] G. Reyes, D. Guanuche, S. Pulles y M. Aguirre, «Estudio de la percepción de vehículos eléctricos en la ciudad de Quito,» *Dominio de las ciencias*, vol. 7, nº 5, pp. 937-958, 2021.
- [92] J. Espinoza, D. Pantoja, C. Castro, J. Sangovalín y J. Villamarín, «Consumo de combustible frente a la eco conducción y tráfico en una ruta mixta en la ciudad de Quito,» *Revista Científica ty Tecnológica UPPSE*, vol. 9, nº 2, pp. 85-96, 2022.
- [93] J. Calles-García y P. González-Pérez, *La Biblia del Footprinting*, 2011.
- [94] [www.elhacker.net](http://www.elhacker.net), «[www.elhacker.net](http://www.elhacker.net),» [En línea]. Available: [https://www.elhacker.net/trucos\\_google.html](https://www.elhacker.net/trucos_google.html).
- [95] I. Rojas, «Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica,» *Tiempo de educar*, vol. 12, nº 24, pp. 277-297, 2011.
- [96] L. y. C. Anguita, «La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos,» *Atención primaria*, vol. 31, nº 8, pp. 527-538, 2003.
- [97] Zermeño, *El ABC de investigar*, México: Pearson, 2015.
- [98] C. Condo y M. Manzano, «Análisis de resultados de la medición de emisiones contaminantes y consumo de combustible del vehículo chevrolet optra mediante la implementación de una valvula marclasis,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2018.
- [99] D. Bravo, «Metodología de estimación de consumo de combustible y mapa de motor,» Universidad del Azuay, Cuenca, 2021.
- [100] P. Criollo, «Efecto de los subsidios a los combustibles diésel y extra en el Ecuador periodo 2000 – 2019: un análisis de la demanda de combustible y el costo de oportunidad,» Universidad del Azuay, Cuenca, 2021.
- [101] Petroecuador, «Los precios del diésel, Extra y Ecopaís bajan desde el 28 de junio,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/gasolin-diesel-baja-precio-ecuador/#:~:text=Desde%20octubre%20de%202021%2C%20el,USD%201%2C90%20por%20gal%3%B3n..>
- [102] M. d. E. y. Minas, «Ecuador tiene los precios mas bajos de comercialización de combustible de la Región,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.recursoyenergia.gob.ec/ecuador-cuenta-con-dos-de-los-precios-mas-bajos-de-comercializacion-de-combustibles-en-la->

region/#:~:text=Quito%20D.M.%2C%2011%20de%20diciembre%20de%202020&text=En%20este%20contexto%2C%20los%20precios,Di%C3%A9sel%20Prem.

# ANEXOS

## Anexo 1. Modelo de encuesta

**¿Cuál era su ingreso económico mensual al laborar dentro del sector de transporte comercial mixto antes y después de la pandemia?**

Alternativas	Antes	Después
Menor a \$400		
De \$400 a \$600		
De \$600 a \$800		
De \$800 a \$1000		
Más de \$1000		

**¿Cuál era el % de su ingreso que destinaba al consumo de combustible antes y después de la variación de precios?**

Alternativas	Antes	Después
Menos del 10%		
Del 11% al 20%		
Del 21% al 30%		
Del 31% al 40%		
Del 41% al 50%		
Más del 50%		

**¿Cuál fue la alternativa de solución frente al incremento del 39% en los precios del combustible?**

Cambio de vehículo por menor cilindraje	
Incrementó el consumo de combustible	
Disminuyó el consumo de combustible	
Mantuvo el consumo de combustible	
Reemplazo del vehículo por otro tipo	
Cambio de combustible	

**¿Considera que al seguir incrementando el precio de los combustibles el uso de vehículos eléctricos sea una alternativa de solución?**

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Indeciso	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	



**¿Cuál es su nivel de conocimientos sobre la mecánica en vehículos de transporte comercial mixto?**

Alto	
Medio	
Bajo	

**Al momento de revisar su vehículo ¿Cuál es el tiempo que destina para revisarlo completamente antes de iniciar la jornada de trabajo?**

Menos de 15 minutos	
De 15 a 30 minutos	
De 30 a 45 minutos	
Más de 45 minutos	

**¿Qué tan interesante le parece implementar vehículos eléctricos en el transporte comercial mixto?**

Nada interesante	
Poco interesante	
Bastante interesante	
Muy interesante	

**¿Cuál sería su preferencia en el caso que opte por adquirir un vehículo eléctrico?**

Impacto ambiental	
Curiosidad	
Disminución de gasto en combustible	
Rendimiento	
Mantenimiento	

*Gracias por su colaboración*