



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Diseño y factibilidad para el cambio de un motor a gasolina de  
1000 cc por un motor de inducción asíncrono sin escobillas para  
el accionamiento del vehículo, Lambayeque.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

Hoyos Herrera, Luis Christian (ORCID: 0000-0001-5993-5220)

ASESOR:

Mg. Celada Padilla, James Skinner (ORCID: 0000-0002-5901-2669)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre, es ser el pilar más importante de mi vida. A mi padre en el cielo, sé que siempre guía mis pasos. A mi esposa, por su apoyo incondicional. A mis hermanos y a todas las personas que siempre estuvieron a mi lado, por sus consejos, que me hacían ver y aprender de mis errores.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme dar otro paso en mi vida, al finalizar mis estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, a mi madre por su apoyo incondicional y a los profesores que participaron en nuestra formación, quienes gracias a sus enseñanzas logramos desarrollar el desarrollo de este proyecto.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Índice de gráficos .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN .....	41
VI. CONCLUSIONES .....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS .....	52

## Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
Tabla 2. Condiciones de funcionamiento, velocidad del motor y del vehículo.....	18
Tabla 3. Características del motor eléctrico asíncrono a utilizar. ....	29
Tabla 4. Características de las baterías. ....	30
Tabla 5. Características del controlador. ....	32
Tabla 6. Especificaciones técnicas del acelerador. ....	32
Tabla 7. Especificaciones del interruptor.....	33
Tabla 8. Especificaciones técnicas del convertor DC / DC.....	33
Tabla 9. Especificaciones técnicas del cargador de baterías. ....	34
Tabla 10. Especificaciones del generador de vacío. ....	34
Tabla 11. Inversión inicial de la propuesta. ....	35
Tabla 12. Ingreso del proyecto-promedio de ahorro mensual de combustible. ....	36
Tabla 13. Flujo de caja del proyecto.....	37
Tabla 14. Cálculo del VAN. ....	38
Tabla 15. Cálculo del TIR.....	39
Tabla 16. Operacionalización de variables.....	52
Tabla 17. Resultados de la medición del tiempo de inyección y velocidad del motor. ....	70
Tabla 18. Resultados de la medición de la temperatura del motor según la velocidad del motor. ....	70
Tabla 19. Resultados de la medición de la presión media efectiva y velocidad del motor. ....	71
Tabla 20. Resultados de la medición del consumo específico de combustible. ...	71
Tabla 21. Resultados de las mediciones del torque y velocidad del vehículo. ....	72
Tabla 22. Resultados de la potencia mecánica según las condiciones de velocidad del vehículo. ....	72

## Índice de figuras

Figura 1. Sistema eléctrico de sensores de un vehículo de prueba. ....	16
Figura 2. Nombres de sensores, componentes y actuadores del circuito eléctrico. .....	17
Figura 3. Datos y hechos, diferencias entre los scanner KTS 530 / 540 / 570. ....	19
Figura 4. Cualidades de los tipos de scanner KTS 530 / 540 / 570. ....	20
Figura 5. Menú de inicio del scanner KTS 570 / ESITronic. ....	20
Figura 6. Menú de verificación y diagnóstico con la aplicación de ESITronic. ....	21
Figura 7. Curva del tiempo de inyección. ....	22
Figura 8. Componentes necesarios para el cambio del motor de combustión interna, distribución de componentes a instalar en el vehículo. ....	28
Figura 9. Diagrama eléctrico del controlador. ....	31
Figura 10. Diagrama de conexión del acelerador. ....	32
Figura 11. Diagrama de conexión del cargador de baterías. ....	33

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Tiempo de inyección – Velocidad del motor. ....	22
Gráfico 2. Comparación de consumo de combustible a bajas y altas RPM del motor. ....	23
Gráfico 3. Relación de temperatura y velocidad del motor. ....	24
Gráfico 4. Relación de la presión media efectiva y velocidad del motor. ....	24
Gráfico 5. Comparación del consumo específico de combustible por cada vehículo de prueba. ....	25
Gráfico 6. Relación entre torque y velocidad del vehículo. ....	26
Gráfico 7. Comparación entre los resultados de la potencia según la velocidad de cada vehículo. ....	27

## Resumen

El trabajo de investigación denominado: “Diseño y Factibilidad para el Cambio de un Motor a Gasolina de 1000 cc por un Motor de Inducción Asíncrono Sin Escobillas para el Accionamiento del Vehículo, Lambayeque”, está enmarcado dentro de las alternativas del uso de nuevas tecnologías en el sector automotriz, específicamente en la electromovilidad, el cual está en proceso de su implementación, con normativas que incentivan su utilización.

La investigación tuvo como objeto de estudio, el análisis de las variables del funcionamiento de un motor eléctrico asíncrono, como fuente de energía del vehículo automotriz liviano, el cual originalmente es accionado por su motor de combustión interna con una cilindrada de 1000 cc; así como también la factibilidad de su implementación, de acuerdo a las diversas condiciones de operación del vehículo.

En principio, se realizó el análisis de las variables de funcionamiento del motor de combustión interna, es decir las relaciones de la energía mecánica que entrega el motor con el consumo de gasolina. El planteamiento de instalación de un motor eléctrico, determinó las nuevas condiciones de operación del vehículo. La conservación de la energía en los diferentes sistemas del vehículo, determinó la factibilidad del cambio de motor térmico por motor eléctrico.

Así mismo se hizo el balance energético, en cuánto a los niveles de autonomía en la circulación del vehículo, en función a la capacidad de energía almacenada en las baterías de la unidad.

Finalmente, se determinó la rentabilidad de la inversión, utilizando indicadores económicos, en función a la inversión de la propuesta, como de los retornos económicos, productos de los ingresos que generaría el vehículo.

**Palabras Claves:** Electromovilidad, motor de inducción sin escobillas, motor eléctrico en vehículo.



## **Abstract**

The research work called: "Design and Feasibility for the Change of a 1000 cc Gasoline Engine for an Asynchronous Brushless Induction Motor for Vehicle Drive, Lambayeque", is framed within the alternatives of the use of new technologies in the automotive sector, specifically in electromobility, which is in the process of its implementation, with regulations that encourage its use.

The research had as object of study, the analysis of the variables of the operation of an asynchronous electric motor, as a source of energy of the light automotive vehicle, which originally is powered by its internal combustion engine with a displacement of 1000 cc; as well as the feasibility of its implementation, according to the various operating conditions of the vehicle.

In principle, the analysis of the operating variables of the internal combustion engine was carried out, that is, the relationships of the mechanical energy delivered by the engine with the consumption of gasoline. The approach to installing an electric motor determined the new operating conditions of the vehicle. The conservation of energy in the different vehicle systems determined the feasibility of changing the heat engine for an electric motor.

Likewise, the energy balance was made, in terms of the levels of autonomy in the vehicle's circulation, based on the energy capacity stored in the unit's batteries.

Finally, the profitability of the investment was determined, using economic indicators, depending on the investment of the proposal, as well as the economic returns, products of the income that the vehicle would generate.

**Keywords:** Electromobility, brushless induction motor, electric motor in vehicle.

## I. INTRODUCCIÓN

“El uso de combustibles en motores de combustión interna, tienen actualmente dos consecuencias: el costo significativo del combustible en la operación del vehículo y emisiones de gases tóxicos de escape al medio ambiente” (Tipanluisa, 2017, p.4).

“La prospección de novedosas fuentes de energía para los vehículos, son políticas energéticas de muchos países, con la finalidad de tener menos dependencia de los hidrocarburos, siendo los vehículos eléctricos, los que tienen mayor incentivo, con nuevas tecnologías dentro de un marco normativo, que no tenga impacto significativo en la matriz energética de cada país” (Muñoz, 2016, p.13).

“En América Latina, para el sector automotriz el consumo de combustible representa entre el 20 y 45% del total, siendo la gasolina de diferentes octanajes, el gas licuado del petróleo (GLP) y el diésel, los combustibles más utilizados por los vehículos ligeros y pesados. Dentro de la estructura de los costos operativos de los vehículos, los combustibles representan entre el 35 y 55% del total” (Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, 2017, p.11).

El uso de un motor eléctrico en un vehículo está limitado por la cantidad de energía eléctrica almacenada en la batería; aspecto que se está solucionando con la utilización de baterías de mayor capacidad, esto hace factible el uso del motor eléctrico, como dispositivo que transforma la energía eléctrica, proveniente del banco de baterías, obteniendo energía mecánica para su accionamiento del tren de transmisión mecánica del vehículo.

Así mismo, la factibilidad del uso del motor eléctrico en los vehículos se hace en función a las condiciones de operatividad del vehículo; el cual es influenciado por las características del terreno por donde se desplazan. Es decir que la implementación del motor eléctrico en el vehículo, tiene que realizarse bajo condiciones de funcionamiento de vehículos con motores de combustión interna de 1000 CC; siendo éste la razón de la investigación propuesta.

En la región Lambayeque, el parque automotor, está dividido en vehículos menores, livianos y pesados, siendo los vehículos livianos con motor de 1000 cc, empleados en el sector de transporte público, los cuales tienen costos operativos muy altos por el concepto de combustible. Un transportista destina aproximadamente entre 55 a 65 soles al día, para la compra de combustible, teniendo como ingreso promedio diario de 80 soles por el servicio prestado; ahí radica la problemática del sector, siendo la búsqueda de nuevas tecnologías automotrices, una necesidad a fin de disminuir los costos operativos.

Se formula la investigación: ¿Es viable el diseño y factibilidad del cambio de un motor a gasolina de 1000 cc por un motor de inducción asíncrono sin escobillas para el accionamiento del vehículo?

La investigación se justificó a partir del punto de vista económico, ya que los costos de inversión de la implementación de un motor eléctrico, en función a los costos del uso de los hidrocarburos como combustible, resultan favorables dentro de un periodo de tiempo; bajo las condiciones de operación del vehículo, en el contexto de un tráfico dentro de la ciudad o entre ciudades cercanas (menores a 100 Km). El aumento del consumo eléctrico es poco a diferencia del consumo de gasolina, ya que varía según el estado de los componentes y el mantenimiento del motor de combustión interna.

Técnicamente se justificó la propuesta, porque la energía mecánica que requiere el sistema de tracción del vehículo es suministrada desde un banco de baterías que almacena la energía química, proveniente desde un medio externo. El medio externo, es el punto de recarga (infraestructura de carga), existiendo actualmente normativa legal para su utilización. Así mismo en el análisis de funcionamiento, se evaluó a diferentes condiciones de funcionamiento de los vehículos con motor de una cilindrada de 1000 cc, para analizar como varían los parámetros de funcionamiento, específicamente en el torque que desarrolla a diferentes velocidades de giro.

Ambientalmente, la investigación buscó la utilización de la energía eléctrica como fuente energética del vehículo, por lo cual evita el uso del motor a gasolina y con ello la no emisión de gases de efecto de invernadero al medio ambiente, teniendo

en cuenta que la obtención de electricidad para cargar el banco de baterías del vehículo eléctrico tiene origen hidroeléctrico y termoeléctrico, pero, aun así, reducirá la contaminación del aire en el parque automotor y a la vez la reducción del ruido o contaminación sonora.

En el ámbito social, la investigación buscó que la electromovilidad, sea una forma de transporte público, como también privado, reduciendo las tarifas del transporte, con mejores condiciones de seguridad y confort hacia los usuarios y/o pasajeros.

El presente proyecto tuvo como objetivo general, diseñar y establecer la factibilidad del cambio de un motor a gasolina de 1000 CC por un motor de inducción asíncrono sin escobillas para el accionamiento del vehículo; por tanto, se planteó cuatro objetivos específicos para lograr lo proyectado, siendo éstos:

- Determinar los parámetros de operación de un vehículo automotriz que utiliza motor de combustión interna de 1000 CC, a diferentes condiciones de funcionamiento y su relación con el consumo de gasolina.
- Determinar los parámetros de operación que requiere el motor eléctrico asíncrono sin escobillas, a diferentes condiciones de funcionamiento.
- Seleccionar los componentes del sistema con motor de inducción sin escobillas, en función a los requerimientos de potencia del vehículo.
- Realizar un análisis económico y financiero de la propuesta, utilizando indicadores como: Tasa Interna de Retorno, Valor Actual Neto y Relación Beneficio – Costo.

La hipótesis de la investigación: es viable el diseño y factibilidad del cambio de un motor a gasolina de 1000 CC por un motor de inducción asíncrono sin escobillas para el accionamiento del vehículo.

## II. MARCO TEÓRICO

Existen investigaciones relacionadas a la utilización de energía eléctrica para el funcionamiento de vehículos automotrices eléctricos, entre las cuales se mencionan:

Según Sabana, en su tesis presentada en la Universidad de Católica del Perú, realizó la estimación del cálculo del valor de la velocidad angular que desarrolla un motor eléctrico de inducción, que fue instalada en un vehículo híbrido eléctrico. Por su eficiencia, robustez, bajo costo, mínimo mantenimiento y la emergencia de una estrategia de control vectorial (que asegura precisión en el control de velocidad con el par adecuado), los motores de inducción de alta velocidad se presentan como una alternativa práctica para reemplazar los motores de combustión interna en vehículos, contribuyendo así a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para evitar agregar factores adicionales al sistema de control, se han desarrollado metodologías para distribuir con el uso de tacómetros utilizando un estimador de esta variable. (2018)

Según Ceñal, en su investigación, la cual fue presentada a la Universidad Carlos III de Madrid, analizó y estudió los parámetros de funcionamiento del motor de inducción bajo un régimen permanente. Permitió establecer las diferentes ecuaciones que modelan en funcionamiento del motor eléctrico a diferentes situaciones de velocidad y potencia. La investigación planteó modificaciones en la adaptación del motor eléctrico en el vehículo, con ello hizo el análisis de la viabilidad de la máquina eléctrica como dispositivo de tracción del vehículo. Así mismo hizo el dimensionamiento de los sistemas de control numérico vectorial denominado control vectorial orientado al campo (FOC), con lo cual pudo establecer las relaciones entre las variables de ingreso y salida del motor eléctrico, al variar las condiciones de funcionamiento del vehículo sometido a variaciones de velocidad y potencia mecánica. Finalmente realizó la simulación numérica del convertidor, como dispositivo de entrega de energía eléctrica al motor de inducción, utilizando la modulación de la onda sinusoidal, variando su ancho de pulso. (2017)

Según Alegre, desarrolló su Tesis Doctoral, sustentada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales en España, teniendo las siguientes conclusiones: Se desarrolló un modelo dinámico y un modelo eléctrico del

funcionamiento del motor de inducción como elemento que entrega la energía mecánica al vehículo; así como el modelamiento del funcionamiento del motor de combustión interna. Se realizó un análisis numérico del funcionamiento de ambos motores en la configuración paralelo en el vehículo híbrido. Se planificó el ingreso de energía eléctrica al banco de baterías del vehículo, mediante la operación de las estaciones de carga, para lo cual estableció un sistema en tiempo real de la ubicación geográfica de los puntos de recarga. Realizó una simulación de funcionamiento de un vehículo eléctrico, con las variables de ingreso y salida de cada motor, es decir torque, velocidad angular para el motor de combustión interna, corriente eléctrica y tensión eléctrica que utiliza el motor de inducción; utilizó el programa denominado Matlab/Simulink. (2017)

Según Apaza en su estudio presentado en la Universidad Nacional del Altiplano. Por objetivo principal elaboró un estudio para analizar la conversión de un vehículo Toyota Prius con motor de combustión interna a cambiar por un motor eléctrico híbrido en la región de Puno. Para desarrollar su investigación utilizó una investigación de tipo analítico descriptivo, aplicando métodos de ingeniería, basados en el modelo de conversión de vehículos híbridos, para analizarlos posteriormente y buscar precisar las características, propiedades de un objeto de estudio de cualquier fenómeno analizado, y una descripción de una de las variables. Su método de investigación es descriptivo en el que se detallaron en comparación las características de un fenómeno y su comportamiento en diferentes condiciones o datos de investigación y la identificación de datos relacionales, comparándose dos o más variables en base a su hipótesis. Su población se basó en motores diésel de cuatro tiempos, teniendo como muestra a los motores eléctrico híbrido de la marca Toyota modelo Prius, teniendo dos muestras en la localidad donde se realizó el estudio. (2019)

Según Paz, en su estudio sustentado en la Universidad Técnica de Ambato Ecuador, su objetivo general es desarrollar un prototipo de sistema de control de motor para un automóvil eléctrico de dos asientos UTACIM17. En su estudio realizó el proceso de implementación del sistema de control en vehículos eléctricos, durante el proceso de construcción se han agregado los componentes eléctricos necesarios al chasis; utilizando energías alternativas para el transporte, para

reducir la contaminación ambiental causada por los vehículos convencionales, así como para reducir el ruido de propulsión del vehículo y facilitar su acceso y mantenimiento. (2018)

Según Cantorin, en su trabajo presentado en la Universidad Nacional del Centro del Perú. El objetivo general fue caracterizar el uso de frenado regenerativo en el ahorro energético de los vehículos híbridos utilizados en Lima Metropolitana. El tipo de investigación que realizó es descriptivo, ya que tiene como objetivo caracterizar el frenado regenerativo en la eficiencia de consumo de energía eléctrica en vehículos híbridos, de manera similar siguiendo un diseño descriptivo, donde estudió y recopiló información sobre el frenado regenerativo utilizado en vehículos híbridos; usó un vehículo híbrido Toyota Prius como unidad de observación, utilizando el frenado regenerativo para una obtener mayor eficiencia. Sus resultados se enfocaron en la energía regenerada por los motores de vehículos híbridos en Lima Metropolitana, rodeando un promedio de 8.33 kW, la media es de 6.89 kW, la moda 9.52 kW, desviación estándar 6.81 kW, lo que indica el cambio de cada puntaje de la media y el coeficiente de variación logra un 81,74%, lo que indica que los resultados obtenidos son heterogéneos. (2018)

Según Chuquillanqui, et al., en su tesis sustentada en la Universidad ESAN. Describe la evaluación del ingreso de vehículos eléctricos al Perú, para lo cual, inicialmente, estudió la implantación de este tipo de vehículos en otros países, sus características, sus procedimientos y principalmente a los obstáculos presentes. Mencionó también que los obstáculos para el uso de vehículos eléctricos son principalmente la disponibilidad de puntos de recarga para largas distancias y el alto costo de estos equipos. Bajo estos contextos, menciona en su estudio que no habría problema en la utilización de estos vehículos por empresas de recolección de residuos sólidos, el cual sería un plan para propiciar la iniciativa del ingreso de vehículos eléctricos, debido a que estos vehículos tienen recorridos predestinados, superando las trabas de la autonomía de los vehículos eléctricos, por tanto las horas de funcionamiento coinciden con el consumo máximo de energía, lo que permite recargar el banco de baterías en momentos en que los costos de electricidad son bajos. (2017)

Según Rocha, et al., en su tesis presentada en la Universidad Internacional SEK - Quito. Tiene por propuesta un prototipo base de un vehículo eléctrico con chasis tubular biplaza, para cumplir con los requisitos de diseño, como capacidad máxima de 420 kg, una velocidad promedio de 50 km/h, tracción en pendientes de 14%, y mantener la comodidad. Tuvo en cuenta la topografía de la ciudad a la hora de analizar el modelo de dinámica del vehículo para identificar componentes eléctricos, como el motor de CC, la centralita electrónica, el sistema de frenado regenerativo y la batería. La unidad tuvo un rendimiento el cual se evaluó en 4 condiciones como el test de frenado, a 13.8 m/s de velocidad dinámica, la unidad se detuvo a 5.1 m; el test de potencia en línea recta con una pendiente del 14%, se obtuvo entre los 9 kW a 11 kW, el test de freno regenerativo se obtuvo un promedio de 0.6 kW; y en a prueba de autonomía en la que se obtuvo 30.4 km a plena carga. Concluyendo que existen 2 componentes principales a considerar antes de emprender la conversión de un vehículo eléctrico para tener una basta eficiencia, y son la batería y el motor eléctrico. (2017)

El vehículo eléctrico (EV), es aquel en el cual el torque que solicita la unidad es suministrado desde el motor de inducción, que aprovecha la carga, almacenada en un banco de baterías; este banco de baterías requiere carga eléctrica desde un medio externo. A diferencia de los motores de explosión, los motores de inducción tienen eficiencias con un rango del 80-95%, tienen un torque lineal e instantáneo, bajo mantenimiento y no tienen emisiones de gases de escape. Es por eso que los vehículos eléctricos representan el futuro del transporte de pasajeros en la actualidad. El motor eléctrico de inducción que utiliza el vehículo eléctrico no cuenta con escobillas, por lo cual es denominado Motor Brushless, es decir es un motor que realiza el cambio de su polaridad en el interior del rotor sin la intervención de estos elementos de fricción para la conducción de la corriente. La batería de alto voltaje o banco de baterías está conectada directamente a la unidad del inversor para habilitar la carga doméstica de la batería, empleando un cargador unidireccional monofásico aislado galvánicamente es instalado dentro del vehículo, dicho cargador cuenta con tres tipos de modo de uso, carga lenta con un tiempo de 6 a 8 horas para un 100% de carga, la carga semirápida con un tiempo de 1 hora de carga al 100 %, la cual se considera en el estudio presente y también cuenta la carga ultra rápida de 15 a 30 minutos de carga, esto depende del modo



de uso y de las condiciones de trabajo del vehículo eléctrico convertido. El controlador de corriente de un vehículo eléctrico tiene como función más importante el cálculo del torque que debe ser aplicado por el motor eléctrico para esto depende de la posición del acelerador (Throttle Pedal), la velocidad actual y otras condiciones de la conducción, cuando se requiera de aceleración el torque es positivo y si es torque negativo significa que se requiere recuperación por medio de algún sistema de regeneración, estos vienen con un sistema de frenado regenerativo que ayuda en la recarga del banco de baterías para mantener siempre energía eléctrica y aumentar la autonomía del vehículo eléctrico. El controlador o unidad de control recibe la señal del acelerador (Throttle Pedal) en función de la posición en que se encuentre este envía energía al motor de inducción dependiendo a la solicitud o posición del sensor del pedal de aceleración, por medio del controlador, al momento de ser accionado por el conductor. Un generador de vacío es montado para suplir el tiempo de admisión en el cual se genera un vacío o depresión utilizado por el reforzador frenos o Booster, para poder tener en óptimas condiciones el funcionamiento del sistema de frenos. A la vez el vehículo eléctrico convertido debe contar con una batería de 12 voltios para alimentar al resto de sistemas eléctricos propios del vehículo el cual trabaja con la ayuda del conversor DC DC para su recarga y entrega de energía eléctrica de igual manera que un alternador, para tener siempre la información de la carga del banco de batería se instala un medidor de carga el cual estaría montado en el tablero del vehículo sin perjudicar con la estética interna del habitáculo.

La potencia mecánica representa el número de veces que el par del motor está disponible a lo largo del tiempo, es decir, la velocidad a la que el par puede estar disponible. Esta potencia generada por el motor depende de la relación de compresión y desplazamiento ya que estos valores más altos corresponden a una explosión más grande y más fuerza en el pistón; también depende en gran medida del número de RPM que gira el cigüeñal del motor. Por lo tanto, la potencia se puede determinar mediante la siguiente ecuación. (Castillo et.al, 2017)

$$P = T * \omega$$

$$P = \frac{T * 2 * \pi * n}{60}$$

Dónde:

- P:** Potencia Mecánica (Watt)
- T:** Torque mecánico (Nm)
- $\omega$ :** Velocidad angular del cigüeñal (rad/s)
- n:** Revoluciones por minuto (rpm)

El torque mecánico, se puede definir como la fuerza necesaria para que el cigüeñal del motor gire, y este sea capaz de transmitirse al resto de sistema de transmisión del vehículo para su desplazamiento. En consecuencia, el torque puede ser determinado por la siguiente ecuación.

$$T = \frac{Pe * VH}{4\pi}$$

Dónde:

- T:** Torque (Nm).
- Pe:** Presión media promedio (Pa).
- VH:** Cilindrada total del motor (cm<sup>3</sup>).

El par del motor eléctrico, se mide en watts (W) o para cantidades relativamente grandes de energía, como en los motores trifásicos, se mide en kilowatts. (Enríquez, pág. 406)

$$Ps = Pe * e$$

$$e = \frac{Ps}{Pe}$$

Dónde:

- e:** eficiencia del motor eléctrico.
- Ps:** potencia de salida.
- Pe:** potencia de entrada.

Para la selección del motor eléctrico, se emplea la potencia del vehículo por la eficiencia en su sistema de transmisión, rodamientos y motor eléctrico.

$$Pm = \frac{Pv}{e1 * e2 * e3}$$

Dónde:

- Pm:** Potencia del motor eléctrico (watts)
- Pv:** Potencia mecánica del vehículo, en watts.

**e<sub>1</sub>**: Eficiencia de la transmisión mecánica del vehículo. 0.88

**e<sub>2</sub>**: Eficiencia en rodamientos de apoyo del sistema. 0.90

**e<sub>3</sub>**: Eficiencia del motor eléctrico. 0.90

La capacidad de corriente del banco de baterías, se considera al producto de la corriente que se encuentre en el banco de batería y el tiempo que dura este flujo. Para saber cuánto será la capacidad del banco de baterías, se utilizará la siguiente expresión:

$$Cb = \frac{Pm}{Vb * (\% \text{ descarga})}$$

Dónde:

**C<sub>b</sub>**: Capacidad de corriente de banco de baterías (Amperios-Hora).

**P<sub>m</sub>**: Potencia motor eléctrico. (54288.9 Watt).

**V<sub>b</sub>**: Voltaje del banco de baterías. (72 voltios).

**% Descarga**: Máximo % de descarga de baterías (80%).

La corriente que requiere el motor eléctrico para su funcionamiento depende del factor de instalación por la potencia del motor entre la tensión del banco de baterías.

$$I = \frac{k.Pm}{V}$$

Dónde:

**I**: Corriente máxima de motor eléctrico (Amperios).

**P<sub>m</sub>**: Potencia (Watt).

**V**: Tensión eléctrica (72 voltios).

**k**: Factor de corrección por instalación (1.05).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** es aplicada.

Porque buscó resolver el problema o enfoque en particular del alto consumo de gasolina por el motor de combustión interna, para enfocar la investigación y consolidar el conocimiento para aplicar y aportar ideas para desarrollos científicos.

**Diseño de la investigación:** es no experimental.

Porque la investigación se realizó sin operar variables intencionadamente. Se basó principalmente en la observación de los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural para luego analizarlos.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Diseño y Factibilidad para el cambio de un motor a gasolina de 1000 cc por un motor de inducción asíncrono sin escobillas.

- **Definición conceptual:** Es el estudio de la adaptación de un motor eléctrico como fuente de energía en un vehículo, en reemplazo del motor de gasolina de 1000 cc.
- **Definición operacional:** Las mediciones de la adaptación de esta fuente de energía, está en función a las solicitaciones de carga del vehículo, es decir cómo varían los parámetros de funcionamiento del motor eléctrico.
- **Indicadores:** Se tendrán en cuenta los siguientes indicadores para el motor eléctrico y complementos: la potencia eléctrica se medirá en kilovatios (kW), tensión eléctrica se medirá en volts (V), cantidad de corriente se medirá en ampere (A), tiempo de almacenamiento de energía eléctrica se medirá en horas (H).
- **Escala de medición:** Matemáticamente, la escala de razón permite calcular todo tipo de operaciones aritméticas, obtener ratios y proporciones, así como estimar un buen número de estimadores estadísticos. (Padilla, 2008)

**Variable dependiente:** Accionamiento del Vehículo.

- **Definición conceptual:** Es el movimiento que requiere el vehículo para su desplazamiento utilizando la energía mecánica del motor eléctrico.

- **Definición operacional:** La energía mecánica se mide con los parámetros en las ruedas del vehículo, el cual está en función a la velocidad de giro y a la fuerza de resistencia de giro, a diferentes condiciones de funcionamiento.
- **Indicadores:** Se tendrán en cuenta los siguientes indicadores en el funcionamiento del vehículo: la potencia mecánica se medirá en kilovatios (kW), torque mecánico en newton metro (N-m), velocidad de giro en revoluciones por minuto (RPM).
- **Escala de medición:** Matemáticamente, la escala de razón permite calcular todo tipo de operaciones aritméticas, obtener ratios y proporciones, así como estimar un buen número de estimadores estadísticos. (Padilla, 2008)

### 3.3. Población, muestra, muestreo

**Población:** 456 vehículos livianos con motor a gasolina de 1000 CC en Lambayeque, de año de fabricación 2015. (Registro de SUNARP)

- **Criterio de inclusión:** se opta por vehículos con motor de 1000 CC, por ser de mayor ahorro de combustible al ser de baja cilindrada para comprobar la factibilidad del cambio de motor, y del 2015 debido que desde ese año a la actualidad el vehículo ya no cuenta con la garantía del concesionario y se pueden hacer modificaciones.

**Muestra:** 6 vehículos livianos con motor de gasolina de 1000 cc en Lambayeque, de año de fabricación 2015.

**Muestreo:** Probabilístico o muestreo aleatorio simple. Es uno de los métodos de muestreo comúnmente utilizado en investigación, aquí todos los objetos de la población pueden ser parte de la muestra, ya que tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. (Bravo Jarquín, 2020)

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
<b>Observación</b>	Guías de observación	Por asesor especialista
<b>Análisis documental</b>	Ficha de investigación	Por asesor especialista

Fuente: Elaboración propia.

En este estudio se utilizó técnicas de recopilación de datos: la observación y el análisis documental.

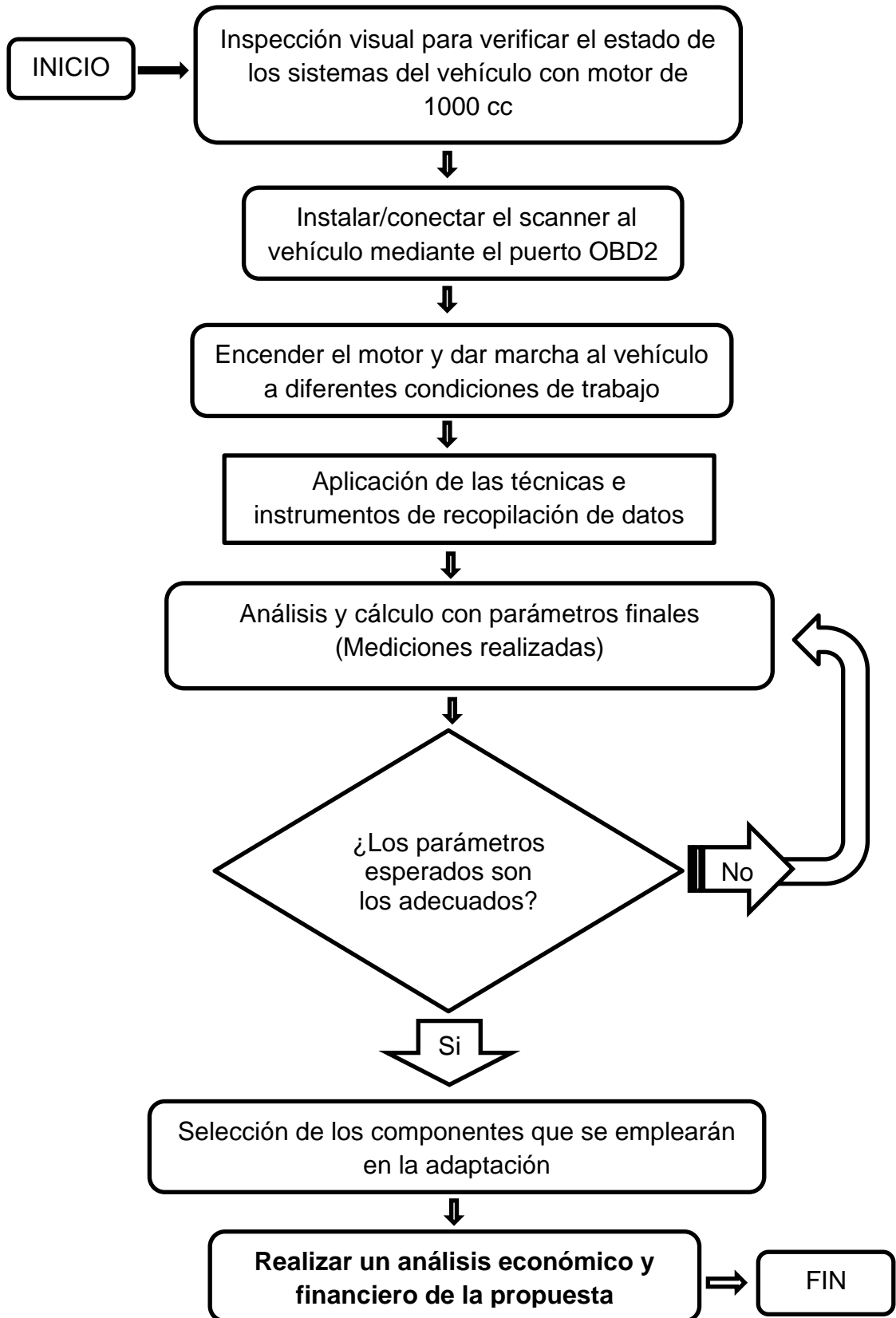
La técnica de la observación consiste en visualizar los parámetros de funcionamiento de los vehículos con motor de gasolina de 1000 CC, en cuanto a las prestaciones, como también de consumo de combustible.

El análisis documental, se centró básicamente en las ecuaciones de la conservación de la energía, eficiencia de los motores de combustión interna, fenómeno de inducción electromagnética, eficiencia de motores eléctricos, protección eléctrica.

La validez de los instrumentos fue confirmada y aprobado por tres expertos en la materia, quienes corroboraron los parámetros por los que se llevaría a cabo el diseño.

Su confiabilidad es debido a los resultados consistentes y coherentes que produce el instrumento en su aplicación.

### 3.5. Procedimientos



Fuente: Elaboración propia.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los resultados se analizaron empleando ecuaciones que interrelacionan la transformación de energía calorífica del combustible en energía mecánica resultante en las ruedas del vehículo, para el caso cuando el vehículo funciona con el motor de combustión interna existente, así como también el análisis de la transferencia de energía eléctrica desde el banco de baterías hasta el motor eléctrico, y desde este hacia las ruedas, para la proyección del vehículo funcionando con motor eléctrico.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación se realizó con la confidencialidad de registros, datos y documentos, con el fin de evitar cualquier evento o hecho que pueda implicar la generación de un conflicto de intereses.



## IV. RESULTADOS

4.1. Se determinó los parámetros de operación de un vehículo automotriz que utiliza motor de combustión interna de 1000 CC, a diferentes condiciones de funcionamiento y su relación con el consumo de gasolina.

### Parámetros de Operación

Los 6 vehículo de prueba de la presente investigación, tienen un motor de gasolina de 1000 CC de cilindrada, poseen un sistema eléctrico, en el cual, se encuentran los sensores que envían información a la unidad de control, y los sensores, que modifican las variables, de acuerdo a las señales enviadas desde la unidad de control. Se puede apreciar el diagrama eléctrico del vehículo de prueba, conectados hacia la unidad de control electrónico del vehículo.

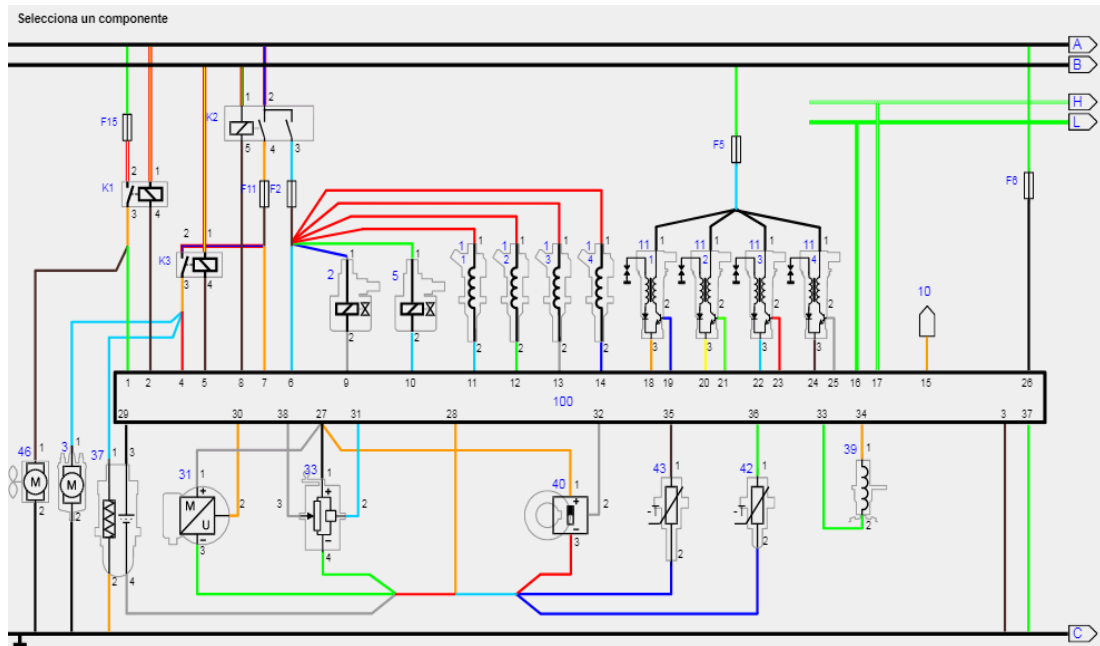


Figura 1. Sistema eléctrico de sensores de un vehículo de prueba.

Fuente: Scanner KTS 570.

Leyenda	
1	Inyectores
2	Electroválvula de purga del canister
3	Bomba de combustible
5	Válvula EGR
10	TCM
11	Bobinas
31	Caudalímetro de masa de aire
33	Sensor del pedal del acelerador
37	Sonda lambda
39	Sensor de posición del cigüeñal
40	Sensor de posición del árbol de levas
42	Sensor de temperatura del motor
43	Sensor de temperatura del aire
46	Ventilador
100	ECM
F2	Fusible 15A
F5	Fusible 40A
F6	Fusible 10A
F11	Fusible 10A
F15	Fusible 30A
K1	Relé del ventilador
K2	Relé principal
K3	Relé de la bomba
A	30 - Borne positivo de la batería
B	15 - Conmutado positivo (salida del interruptor de encendido)
C	31 - Borne negativo de la batería / masa
H	CANH
L	CANL

Figura 2. Nombres de sensores, componentes y actuadores del circuito eléctrico.

Fuente: Scanner KTS 570.

La determinación de los parámetros de operación de los 6 vehículos, se hizo mediante las mediciones realizadas, estableciendo los siguientes parámetros de operación: velocidad del motor; velocidad del vehículo; temperatura de funcionamiento del motor; tiempo de inyección de combustible; presión media efectiva; consumo específico de combustible. Se obtuvo la información de forma indirecta, de acuerdo a las señales enviadas por los sensores del motor del vehículo.

### **Protocolo de pruebas para las mediciones.**

El estudio de cada parámetro de trabajo del vehículo, se hizo utilizando el scanner profesional automotriz Bosch KTS 570, conectado al cable de diagnóstico de la computadora o unidad de control del motor de 1000 CC, evaluando las condiciones de funcionamiento del vehículo.

1. Conectar Scanner Automotriz en Conector de diagnóstico de unidad de control OBD2 del motor de 1000 CC.
2. Establecer las condiciones de funcionamiento del vehículo de prueba, los cuales son:

Tabla 2. Condiciones de funcionamiento, velocidad del motor y del vehículo.

Condición de funcionamiento	Velocidad del Motor (RPM)	Velocidad de Vehículo (Km/h)
1	900	0
2	1200	30
3	1800	55
4	2400	70
5	3000	95
6	3200	105

Fuente: Elaboración propia.

3. Para cada condición de funcionamiento, realizar el registro en tiempo real de la temperatura del motor, RPM de motor, tiempo de inyección, presión media efectiva.
4. Registrar el recorrido del vehículo en km, y con el consumo de gasolina, determinar el consumo específico de gasolina del vehículo.

**Procedimiento de Conexión de Scanner Automotriz.**

1. Motor apagado, y chapa de contacto en posición Start.
2. Verificar estado de operatividad de scanner KTS Bosch 570, con la actualización de datos de marcas y modelos de vehículos, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:
  - Requiere un sistema operativo: MS Windows XP/ Windows Vista.
  - Conexión bluetooth.
  - Powered by software ESItronic.
  - Con la interfaz USB, los KTS570/540/530 se pueden conectar a todas las PC o laptop portátiles.
  - Adaptador OBD2 cambiabile conjunto con el módulo KTS.
  - Polímetro de 1 canal.

<b>KTS 530 / 540 / 570</b>			
<b>Datos y hechos</b>			
<b>Alcance del suministro</b>	<b>KTS 530*</b>	<b>KTS 540*</b>	<b>KTS 570*</b>
Fuente de alimentación (15 V/1 A)	✓	✓	✓
Cable de conexión con la red	✓	✓	✓
Adaptador sustituible OBD	✓	✓	✓
Cable de diagnóstico OBD 1,5 m	...	✓	✓
Cable de diagnóstico OBD 3 m	✓	...	...
Adaptador Uni-4	✓	✓	✓
Cable de medición 2 cables (rojo, negro) 3 m	...	...	✓
Cable de medición 2 cables (azul, amar.) 3 m	...	...	✓
Cable de medición azul	✓	✓	...
Cable de medición amarillo	✓	✓	...
Cable de medición negro	✓	✓	✓
Punta de prueba roja	✓	✓	2x
Borne de conexión negro	✓	✓	✓
Cable de conexión USB 3 m	✓	✓	✓
Adaptador Bluetooth USB	...	✓	✓
Maletín	✓	✓	✓
Soportes (KTS 530/540/570)	✓	✓	✓

(\*) Aparato funcional solamente con la liberación/licencia para ESI[tronic]

Figura 3. Datos y hechos, diferencias entre los scanner KTS 530 / 540 / 570.  
Fuente: Scanner KTS 570.

3. Conexión del Scanner al conector de diagnóstico OBD2 del vehículo.  
Utilizar conector adaptador de 12 pines.



Figura 4. Cualidades de los tipos de scanner KTS 530 / 540 / 570.  
Fuente: Scanner KTS 570.

4. Seleccionar características del motor.
5. Acceder al MENU en el momento que el escáner culmine su inicialización. Selecciona la opción de CÓDIGOS o CÓDIGOS DE ERROR y de esta forma va a abrir el menú de CODES.
6. Mostrará los sistemas como: motor, sistema de frenos, sistema de transmisión, airbag, y otros sistemas del vehículo; esto dependerá del tipo de versión del escáner y año del vehículo. Al seleccionar un sistema aparecerán uno o muchos más códigos de error que suelen ser pendientes o activos.
7. Uso de ESITRONIC para diagnóstico.



Figura 5. Menú de inicio del scanner KTS 570 / ESITronic.  
Fuente: Scanner KTS 570.

8. Seleccionar tipo de sensores en ESITRONIC, y verificar estado de operatividad de ellos.

The screenshot shows the ESITronic software interface for a BMW 678. The main window displays a list of components under various system categories. The 'Zünd-/Gluhanlage' (Ignition/Starting) section includes items like 'Kurbelwellensensor (DG-22)', 'Glühstiftkerze, Duraturn (GSK2)', and 'Spannungsversorgung/Startanlage' (Voltage supply/Starting system). The 'Kraftstoff-/Luftsystem' (Fuel/Air system) section includes 'Kurbelwellensensor (DG-22)', 'Hochdrucksensor, Kraftstoff (CR/RDS 3/1800/AK S)', 'Luftmassenmesser (HFM-6-CI)', 'Lambda-Regelsonde (LSU-4-S)', 'Hochdruckpumpe, CR-System (CR/CP353/R90/20-890)', 'Injektoren, CR-System (CR12-16)', 'Injektoren, CR-System (CR12-16)', 'Brennraumdüse, Injektor', 'Verteilrohr, Pail, CR-System (CR/V6/10-125)', 'Druckregulventil, CR-System (CR/DRV-PS AK/20 S)', and 'Zümmseinheit, CR-System (ZME)'. A 3D model of a Bosch PET-CP105 sensor is shown on the right side of the interface.

Figura 6. Menú de verificación y diagnóstico con la aplicación de ESITronic.  
Fuente: Scanner KTS 570.

## Mediciones realizadas.

### Medición del Tiempo de Inyección.

El tiempo de atomización o inyección de gasolina determina el tiempo del funcionamiento de la electroválvula donde el inyector de gasolina, pulveriza el combustible que ingresa al cilindro del motor, se mide en milisegundos.

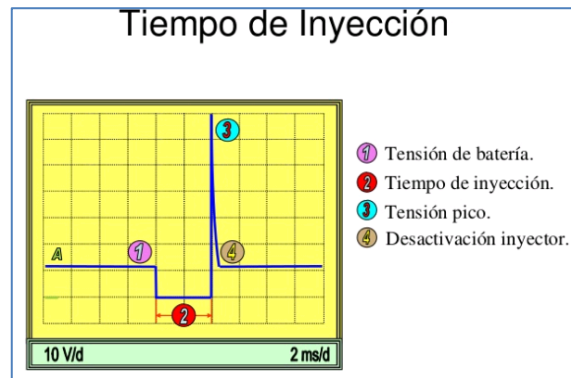


Figura 7. Curva del tiempo de inyección.  
Fuente: Scanner KTS 570.

Los tiempos de atomización o inyección de gasolina que ingresa al motor son de menor valor, cuando el motor tiene una velocidad de giro entre los 2400 y 3000 RPM, es decir que se tendrá menor consumo de gasolina; la velocidad de rotación de las ruedas del vehículo será directamente correlacional a la velocidad del motor, relación de transmisión en la caja de cambios y en los palieres. (ver anexos tabla 17)

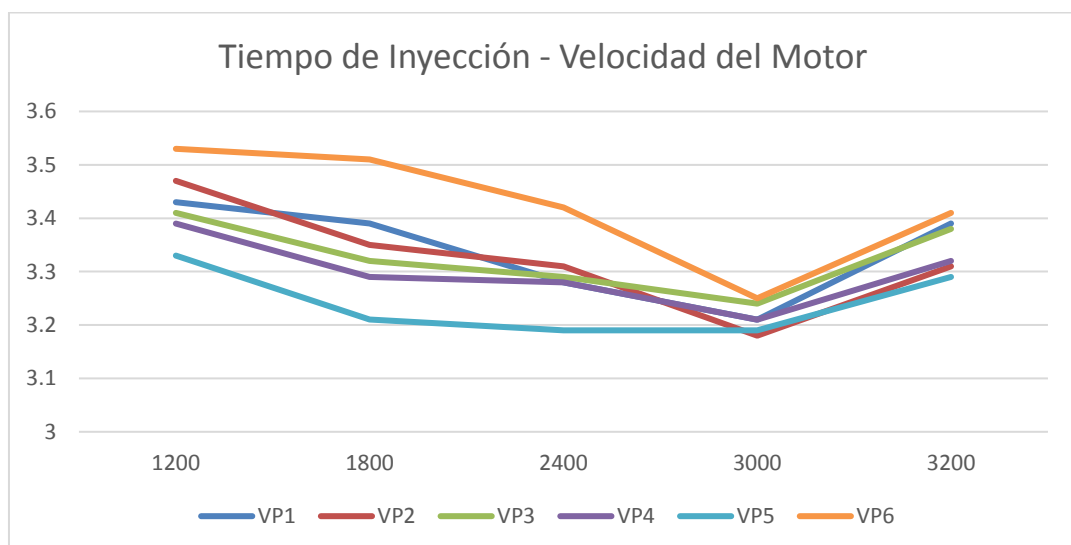


Gráfico 1. Tiempo de inyección – Velocidad del motor.  
Fuente: Elaboración propia.

Para los seis vehículos de pruebas, se observó que existe la tendencia de la curva de tiempo de inyección en disminuir dentro del rango de 2400 y 3000 RPM; existe tiempos de inyección similares cuando la velocidad de giro del motor es de 1200 y mayor a 3200 rpm; esto indica que el motor de explosión a velocidades fuera de ese rango, tiene mayor consumo de combustible.

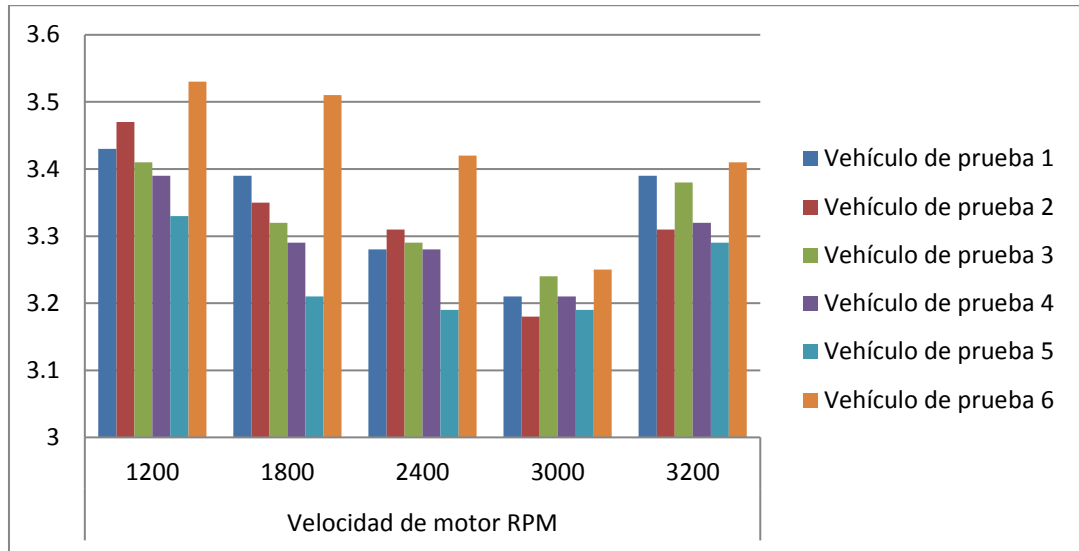


Gráfico 2. Comparación de consumo de combustible a bajas y altas RPM del motor.  
Fuente: Elaboración propia.

### Medición de la Temperatura del Motor

De los resultados obtenidas, se observa al motor alcanzar mayor temperatura, cuando la velocidad de giro oscila entre los 2400 y 3000 RPM, que es la velocidad en el cual existe el menor consumo de combustible y el mayor torque mecánico.

La velocidad de giro del motor en el cual ocurre la mayor potencia mecánica está por encima de la velocidad para máximo torque; esta diferencia es porque no existe una relación lineal en ese rango de funcionamiento, de las variables torque mecánico, velocidad de giro y potencia mecánica. (ver anexos tabla 18)



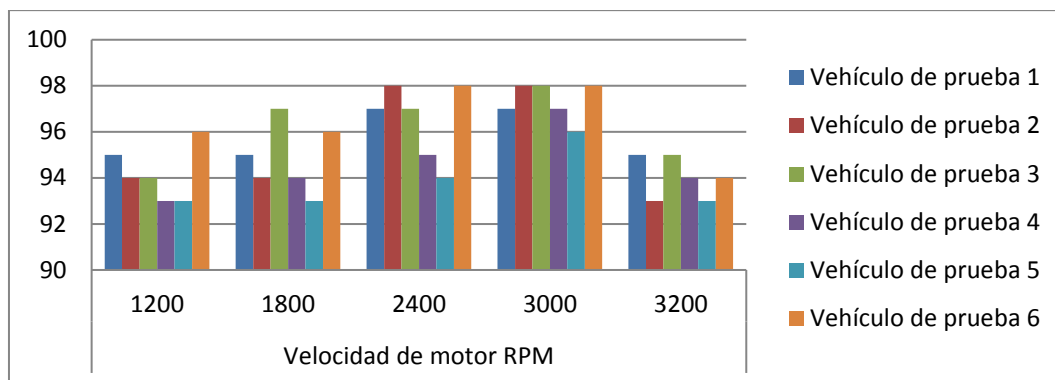


Gráfico 3. Relación de temperatura y velocidad del motor.  
Fuente: Elaboración propia.

### Medición de la Presión Media Efectiva

En este punto se trata en particular del ingreso de aire al cilindro y la cantidad de gasolina a inyectar. La presión media se mide en bar y se puede obtener mediante instrumentos de medición como un manómetro de presión o mediante un scanner automotriz.

Se tiene en cuenta que al elevarse los rpm la presión aumenta hasta cierto punto donde pasadas el rpm máximo tiende a decaer la presión. (ver anexos tabla 19)

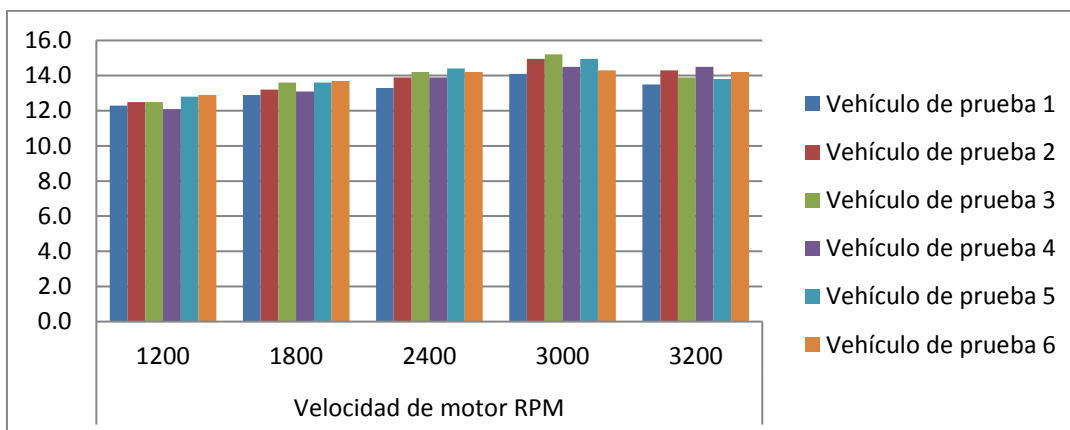


Gráfico 4. Relación de la presión media efectiva y velocidad del motor.  
Fuente: Elaboración propia.

### Medición del Consumo Específico de Gasolina

El consumo específico de gasolina se puede expresar como el rendimiento del motor, al relacionar al consumo de combustible en las diferentes prestaciones y desempeño del motor de combustión interna de 1000 cc. (ver anexos tabla 20)

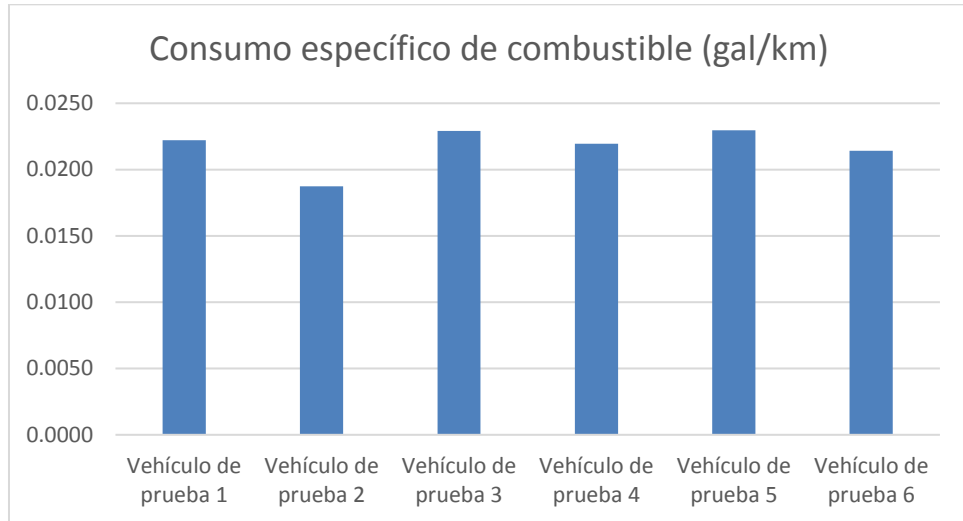


Gráfico 5. Comparación del consumo específico de combustible por cada vehículo de prueba.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Se determinó los parámetros de operación que requiere el motor eléctrico asíncrono sin escobillas, a diferentes condiciones de funcionamiento.

##### Torque Mecánico del Vehículo.

Uno de los componentes de la potencia mecánica que requiere el vehículo es el torque mecánico que se requiere en las ruedas, para vencer la fuerza de rodadura, fricción y peso del vehículo; el torque se determinó con la expresión:

$$T = \frac{P_e * V_h}{4\pi}$$

Donde:

**T:** Torque (Nm).

**P<sub>e</sub>:** Presión media promedio (Pa).

**VH:** Cilindrada total del motor (cm<sup>3</sup>).

Utilizando los datos de la prueba realizada, se determinó el torque mecánico para las diferentes condiciones de funcionamiento de los 6 vehículos, para luego determinar los valores de la potencia mecánica necesaria para seleccionar el motor eléctrico y banco de baterías a utilizar para la conversión. (ver anexos tabla 21)

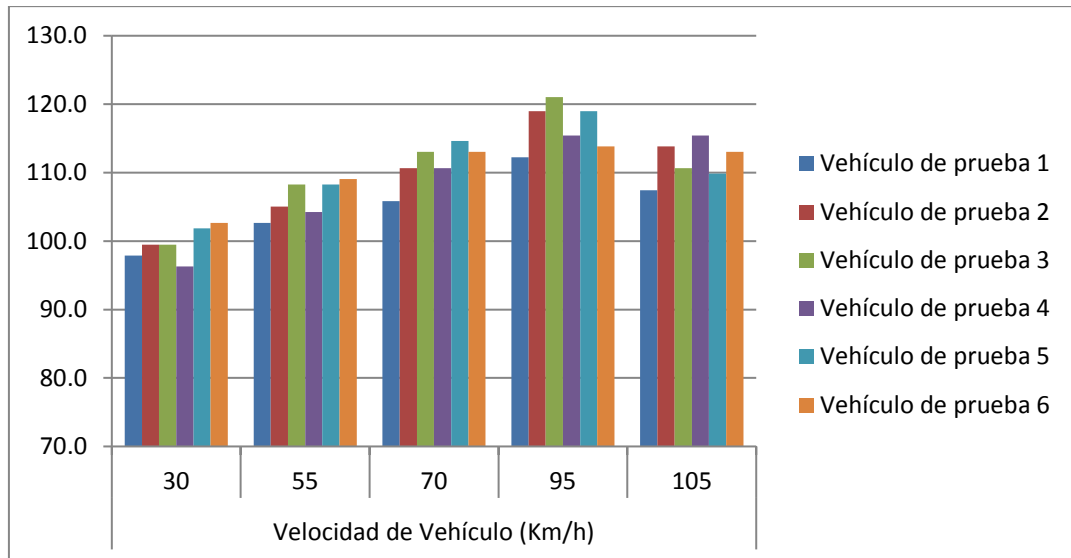


Gráfico 6. Relación entre torque y velocidad del vehículo.  
Fuente: Elaboración propia.

### Potencia Mecánica.

La potencia mecánica que se requirió para seleccionar los componentes necesarios para la conversión del vehículo a eléctrico a diferentes condiciones de funcionamiento, se determinó a partir de la ecuación:

$$P = \frac{T * 2 * \pi * n}{60}$$

Donde:

**P:** Potencia mecánica. (W)

**T:** Torque mecánico. (Nm)

**n:** Revoluciones por minuto. (rpm)

Reemplazando los valores a las diferentes condiciones de funcionamiento, se obtuvo el valor de la potencia mecánica de 38654.4 W, dicho resultado se empleó en el cálculo para el motor eléctrico será del vehículo de prueba 4, por ser el mayor resultado obtenido en el cálculo, estos dependen del estado y mantenimiento de cada vehículo de prueba habiéndose realizado el mismo afinamiento a todos por igual, se obtuvieron dichos resultados diferentes. (ver anexos tabla 22)

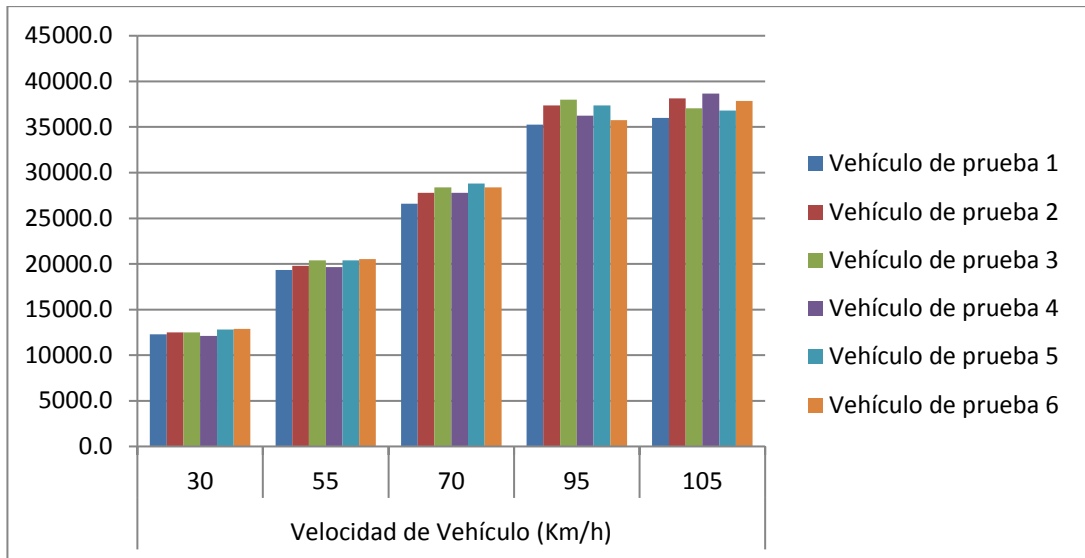


Gráfico 7. Comparación entre los resultados de la potencia según la velocidad de cada vehículo.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.3. Se seleccionaron los componentes del sistema con motor de inducción sin escobillas, en función a los requerimientos de potencia del vehículo.**

##### **Kit de Conversión de Motor Eléctrico Asíncrono.**

El kit de conversión de motor eléctrico asíncrono, tiene los siguientes componentes:

1. Motor de Inducción Asíncrono sin escobillas.
2. Controlador Enpower.
3. Cargador de Baterías.
4. Convertidor DC-DC.
5. Medidor de voltaje de baterías.
6. Acelerador Electrónico de Pie.
7. Banco de Baterías.

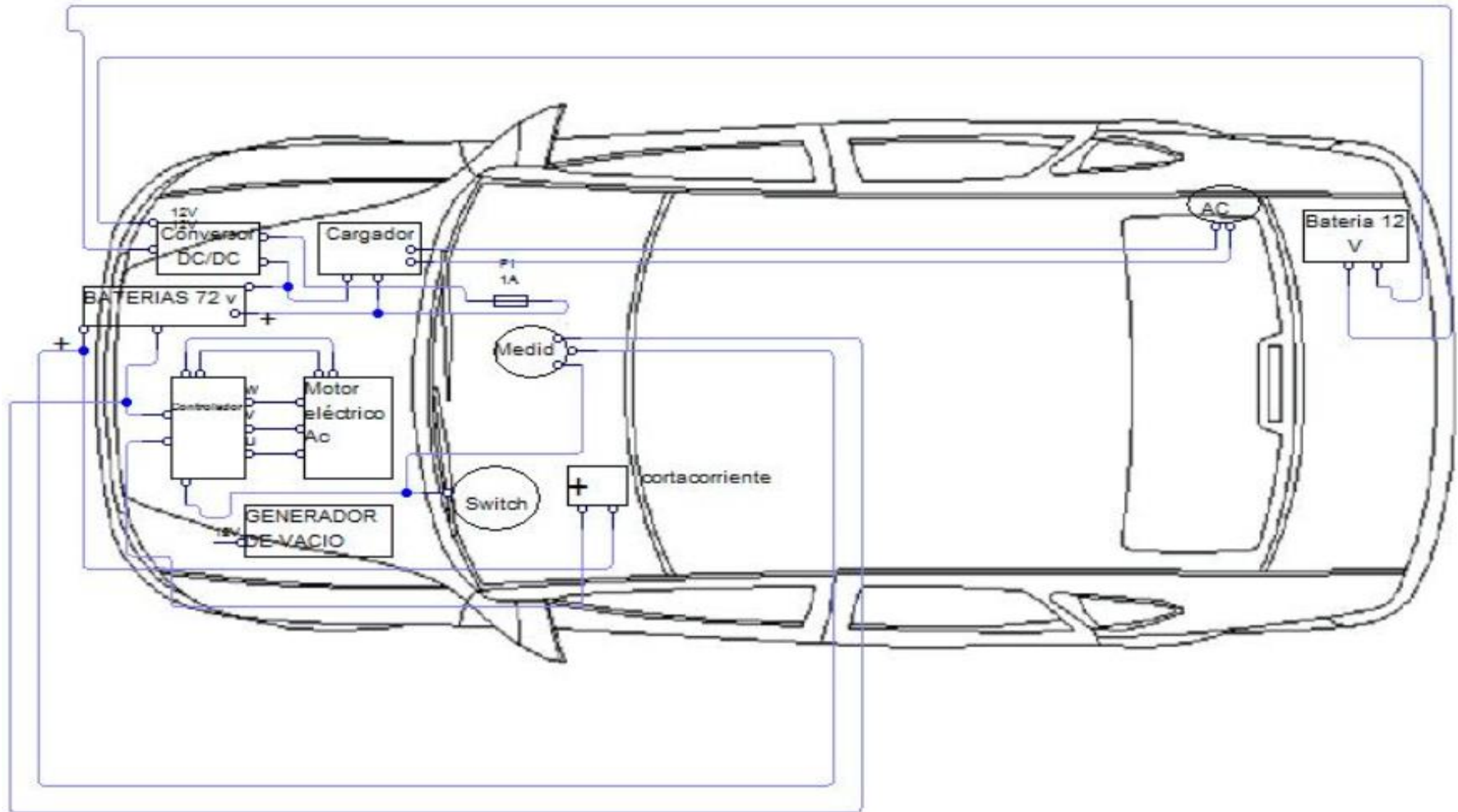


Figura 8. Componentes necesarios para el cambio del motor de combustión interna, distribución de componentes a instalar en el vehículo.

Fuente: Elaboración propia

### Selección del Motor Eléctrico Asíncrono.

Del análisis realizado en el resultado del par o potencia mecánica necesitado por el vehículo, se determinó que el vehículo de prueba 4, a la velocidad de 105 km/h, requiere un valor de potencia mecánica de 38654.4 Watt (38.65 kW). Para determinar el resultado de la potencia del motor de inducción se determinó a partir de la expresión:

$$P_m = \frac{P_v}{e_1 * e_2 * e_3}$$

Donde:

**P<sub>v</sub>**: Potencia mecánica del vehículo. (W)

**e<sub>1</sub>**: Eficiencia de transmisión del vehículo. 0.88

**e<sub>2</sub>**: Eficiencia en rodamientos de apoyo del sistema. 0.90

**e<sub>3</sub>**: Eficiencia del motor eléctrico. 0.90

$$P_m = \frac{38654.4}{0.88 * 0.90 * 0.90} = 54228.9 \text{ Watt.}$$

Es decir, se requiere de un motor eléctrico asíncrono superior a 54228.9 Watt, por lo tanto, se selecciona el motor de las siguientes características:

Tabla 3. Características del motor eléctrico asíncrono a utilizar.

Características del motor eléctrico	
Modelo	HPQ7.5-72-55KW
Voltaje (V)	72 AC
Potencia (kW)	55
Torque (N-m)	175
Protección	Carcasa de Aluminio
Mantenimiento	Libre de Mantenimiento
Peso	52 kg
Refrigeración	Aire
RPM Máximo	6800
Amperaje (A)	430
Eficiencia (%)	90

Fuente: Elaboración propia.

### Selección del Banco de Baterías.

La ecuación resaltante que determinará la capacidad de corriente que entrega el banco de baterías, se hizo el cálculo a partir de la siguiente expresión:

$$Cb = \frac{Pm}{Vb * (\% \text{ descarga})}$$

Donde:

**C<sub>b</sub>**: Intensidad de corriente de banco de baterías (Amperios-Hora).

**P<sub>m</sub>**: Potencia motor eléctrico. (54288.9 Watt).

**V<sub>b</sub>**: Voltaje del banco de baterías. (72 voltios).

**% Descarga**: Máximo % de descarga de baterías (80%).

Reemplazando valores, se tiene:

$$Cb = \frac{54288.9}{72 * 0.8} = 942.1 \text{ A}_h$$

Es decir que se requiere para una hora de autonomía de funcionamiento del motor eléctrico, un banco de baterías de 942.1 A-h. El banco de baterías tiene una tensión total de 72 voltios, es decir se requiere la instalación de 12 baterías de 12 voltios con conexión en serie-paralelo, cada batería de una capacidad de amperios hora de 160 A-h, cada una.

Tabla 4. Características del banco de baterías.

Batería de Litio	
Modelo	GBS
Voltaje Nominal (V)	12.8
Capacidad Nominal (A-h)	160
Química	Litio Hierro-Fosfato
Peso Kg	12.9
N° Recargas	2000
T° Operación	0 a 65°C

Fuente: Elaboración propia.

### Selección del Controlador.

El controlador tiene por función convertir la corriente continua del banco de baterías a alterna y así mover al motor AC. También posee un acelerador electrónico que permite acelerar al motor de una forma eficiente.

La corriente máxima que requiere el motor eléctrico se determinó a partir de la expresión:

$$I = \frac{k \cdot P_m}{V}$$

Donde:

**I**: Corriente máxima de motor eléctrico (Amperios).

**P<sub>m</sub>**: Potencia (Watt).

**V**: Tensión eléctrica (72 voltios).

**k**: Factor de corrección por instalación (1.05).

Reemplazando en la fórmula:

$$I = \frac{1.05 * 54288.9}{72} = 791.1 A$$

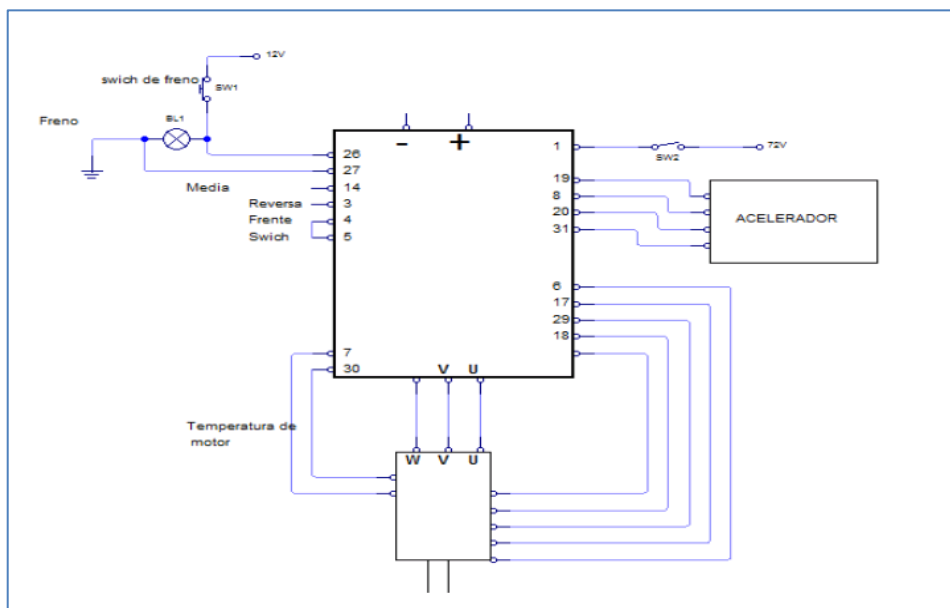


Figura 9. Diagrama eléctrico del controlador.  
Fuente: Enpower.

Se seleccionó el controlador, con las siguientes características.



Tabla 5. Características del controlador.

Características del controlador	
Voltaje de Operación (V)	72 AC
Freno Regenerativo	Si
Corriente Max de salida (A)	800
Peso (kg)	5
Rango de temperatura °C	40-50
Eficiencia %	90
Potencia de salida (kW)	60

Fuente: Elaboración propia.

### Selección del acelerador.

El acelerador de pie 72 v, es un componente que permite enviar la señal al controlador, para variar las revoluciones del motor AC según la posición del pedal.

Tabla 6. Especificaciones técnicas del acelerador.

Especificaciones Técnicas del Acelerador	
Voltaje de trabajo	72 V
Resistencia Nominal	5 ohm
Número de conectores	4
Intensidad de Corriente Eléctrica (Amperios)	4.10

Fuente: Elaboración propia.

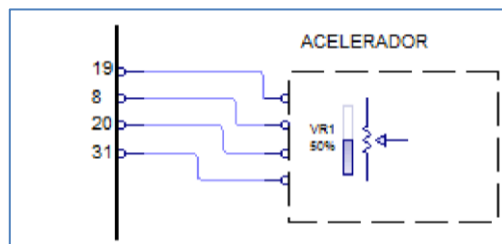


Figura 10. Diagrama de conexión del acelerador.

Fuente: Enpower.

### Selección del interruptor.

El interruptor principal es un cortacorriente de accionamiento mecánico que permite desconectar el paso de corriente desde el polo positivo de la batería hacia los componentes, cumpliendo con los requerimientos que son voltaje de trabajo de 72 v y corriente máxima de 800 A, con la ayuda de este componente

permite cortar la energía a todo el sistema en caso de una emergencia o cuando el vehículo permanezca estacionado.

Tabla 7. Especificaciones del interruptor.

Especificaciones del interruptor	
Voltaje de trabajo	72 V
Max. Corriente	800 A

Fuente: Elaboración propia.

### Selección de conversor DC DC.

Un conversor DC DC, convierte corriente continua de un voltaje alto a otra más baja, ingresando un voltaje desde 72 voltios, dando a su salida una tensión regulada de 13.8 VDC.

Tabla 8. Especificaciones técnicas del conversor DC / DC.

Especificaciones del conversor DC / DC – Enpower	
Modelo	72 V
Voltaje de entrada-salida	72 – 13.8 V DC
Eficiencia	90
Protección	Polaridad inversa
Peso (kg)	5
Temperatura de operación (°C)	-20 a 50
Ciclo de vida (recargas)	1000

Fuente: Elaboración propia.

### Selección del cargador de Baterías.

Se encuentra equipado con una luz led que permite verificar el estado de carga, con la ayuda del indicador lumínico que dependiendo del estado de carga va a encenderse un color de led diferente rojo, amarillo, verde (R, A, V). cuenta con 3 tipos de carga; lenta, semi rápida y ultra rápida.

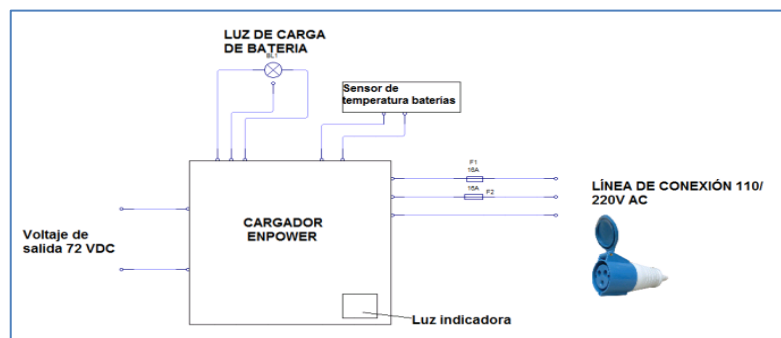


Figura 11. Diagrama de conexión del cargador de baterías.

Fuente: Enpower.

Tabla 9. Especificaciones técnicas del cargador de baterías.

Especificaciones del cargador de baterías	
Modelo	CH 4100
Voltaje de entrada (VCA)	110 – 220
Voltaje de salida (VCD)	72
Eficiencia	92
Protección	Polaridad inversa
Peso (kg)	2.7
Enfriamiento	Aire ventilación forzada
Factor de potencia (%)	99
Dimensiones	24.5x13.3x7
Amperaje (A)	10

Fuente: Elaboración propia.

### **Selección del generador de vacío.**

El kit de conversión se encuentra equipado con un generador de vacío que sirve para conectar al servofreno facilitando así la modificación del sistema de frenado del vehículo. El generador de vacío viene con un depósito, un motor generador de vacío y cañerías para poder acoplar al servofreno. Trabaja con un voltaje de 12 voltios.

Tabla 10. Especificaciones del generador de vacío.

Especificaciones del generador de vacío	
Voltaje de trabajo	12 V
Resistencia	3 $\Omega$
Número de cables	2

Fuente: Elaboración propia.

**4.4. Se realizó un análisis económico y financiero de la propuesta, utilizando indicadores como Tasa Interna de Retorno, Valor Actual Neto y Relación Beneficio – Costo.**

**Inversión Inicial de la Propuesta.**

Tabla 11. Inversión inicial de la propuesta.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario S/	Costo Total S/.
1	Motor eléctrico asíncrono HPQ 7.5 - 72-55 KW	Unidad	1	1350	1350
2	Baterías de plomo-ácido 160 A-h	Unidad	12	250	3000
3	Controlador con freno regenerativo 800 A	Unidad	1	210	210
4	Acelerador electrónico 72 V, 5 ohmios	Unidad	1	120	120
5	Interruptor	Unidad	1	40	40
6	Convertor DC-DC 72 - 13.8 V DC	Unidad	1	280	280
7	Cargador de baterías CH 4100	Unidad	1	120	120
8	Generador de vacío	Unidad	1	210	210
9	Ramal de conexión eléctrica	Metros	12	9	108
10	Soporte para motor eléctrico	Unidad	1	40	40
11	Costo de Instalación y Pruebas	Unidad	1	350	350
	<b>TOTAL</b>				<b>5828</b>

Fuente: Elaboración propia.

La inversión inicial de la propuesta asciende a 4748 Soles.

### Ingresos del Proyecto.

Los ingresos considerados en el estudio se deben al ahorro de gasolina, cuando el vehículo utilizaba el motor de combustión interna. Para un consumo específico promedio de 46.29 km por galón de combustible, se obtuvo:

Tabla 12. Ingreso del proyecto-promedio de ahorro mensual de combustible.

Vehículo de Prueba	Consumo de combustible (Galones)	Recorrido Diario (Km)	Consumo específico de combustible (Km/Galón) por día	Consumo específico de combustible (Gal/Km) por Mes	Ahorro Combustible S/
Vehículo de prueba 1	6	270	45.0	144.0	1800.0
Vehículo de prueba 2	5.4	288	53.3	129.6	1620.0
Vehículo de prueba 3	6.6	288	43.6	158.4	1980.0
Vehículo de prueba 4	5.4	246	45.6	129.6	1620.0
Vehículo de prueba 5	5.1	222	43.5	122.4	1530.0
Vehículo de prueba 6	5.4	252	46.7	129.6	1620.0
Promedio	5.65	261.00	46.29	135.60	1695.0

Fuente: Elaboración propia.

En promedio, se tiene un ahorro mensual por el combustible de 1695.0 Soles.

### Egresos del proyecto.

#### Costos de Mantenimiento.

En el aspecto del precio del mantenimiento del motor eléctrico y sus accesorios, se realiza cada 5000 km de recorrido, el cual se alcanza en el periodo de 2 meses aproximadamente, para considerar el precio del mantenimiento preventivo, se consideró el 5% del total invertido, esto sería el  $0.05 \times 5828 = 291.4$  Soles, cada dos meses.

#### Costo de la energía eléctrica.

La carga o recarga de corriente que se suministra al banco de baterías del vehículo, se determinó en 54.23 kW-h (1 hora de carga), es decir para un valor de 0.55 Soles por cada kW-h, el costo diario de la energía eléctrica es de  $0.55 \times 54.23 = 29.82$  Soles, para un ritmo de trabajo de 24 días al mes, se obtuvo un total de gasto por electricidad de  $24 \times 29.82 = 715.836$  Soles.

#### Flujo de Caja del Proyecto.

Tabla 13. Flujo de caja del proyecto.

Ítem	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión S/.	5,828.00												
Ingresos S/.		1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695
Egresos S/	Mantenimiento			291		291		291		291		291	
	Costo energía eléctrica		716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716
	Total de Egreso		716	1007	716	1007	716	1007	716	1007	716	1007	716
Utilidad S/		979	688	979	688	979	688	979	688	979	688	979	688

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis con indicadores económicos.

### Valor Actual Neto (VAN)

Los parámetros de los ingresos y egresos anuales, particularmente inicia en el mes cero, donde empieza el proyecto, utilizando una tasa de interés del 2.0% mensual, que es la tasa de interés predestinada a proyectos de inversión en el campo automotriz.

Utilidad actualizada al mes cero (0):

$$Ia = \frac{In * [(1 + i) ] ^n - 1}{[i * (1 + i)^n]}$$

Donde:

**Ia:** Utilidad actualizada al mes cero (0)

**In:** Utilidad mensual (Ingresos – Egresos)

**i:** Tasa de Interés: 2.0% mensual

**n:** Número de meses: 12

### Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

En el análisis del valor actual neto se empleó el comando VNA, haciendo uso del Software de Microsoft Office Excel.

Tabla 14. Cálculo del VAN.

Ítem	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión S/.	5,828.00												
Ingresos S/.		1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695
Egresos S/.			291		291		291		291		291		291
Mantenimiento			291		291		291		291		291		291
Costo energía eléctrica		716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716
Total de Egreso		716	1007	716	1007	716	1007	716	1007	716	1007	716	1007
Utilidad S/.	-5,828.00	979	688	979	688	979	688	979	688	979	688	979	688

Tasa de interés mensual	2%
-------------------------	----

VAN	S/ 8,829.42
-----	-------------

El valor actual neto	S/ 3,001.42
----------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo una utilidad (**Ia**) = S/. 8829.42

Por tanto, el VAN es el resultado de la resta de la utilidad actualizada del proyecto (Ia) y el valor de la inversión inicial:  $8829.42 - 5828 = S/. 3001.42$

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para el cálculo del TIR, se determina teniendo en cuenta que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar tiene por resultado la misma inicial del estudio.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR) ] ^n - 1}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Donde:

**Inv:** Inversión inicial S/. 5828

**Ia:** Utilidades mensuales.

**TIR:** Tasa interna de retorno.

**n:** Número de meses: 12

### Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Como alternativa a los valores y ya sea por método de aproximación o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula un valor de TIR, es decir, es del 10% mensual, lo que representa un valor mayor a 2, 0% de tasa de interés mensual para proyectos de inversión en el campo automotriz.

Tabla 15. Cálculo del TIR

Ítem	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión S/.	5,828.00												
Ingresos S/.		1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695
Egresos S/.	Mantenimiento			291		291		291		291		291	
	Costo energía eléctrica		716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716
	Total de Egreso		716	1007	716	1007	716	1007	716	1007	716	1007	716
Utilidad S/	-5,828.00	979	688	979	688	979	688	979	688	979	688	979	688

Tasa de interés mensual	2%
-------------------------	----

VAN	S/ 8,829.42
-----	-------------

El valor actual neto	S/ 3,001.42
----------------------	-------------

TIR	10%
-----	-----

Fuente: Elaboración propia.



## **Relación Beneficio / Costo**

Se logra obtener mediante la utilización de la siguiente formula:

$$\frac{B}{C}$$

**B:** Utilidades actualizadas al mes cero (0).

**C:** Inversión inicial del proyecto.

Utilizando los valores obtenidos: 8829.42 / 5828, es de 1.52

Esto significa que los beneficios son mayores a los costos que en consecuencia el resultado, se torna viable al obtener un resultado mayor a 1.

### **4.5. Se diseñó y estableció la factibilidad del cambio de un motor a gasolina de 1000 CC por un motor de inducción asíncrono sin escobillas para el accionamiento del vehículo.**

Con el estudio realizado, se diseñó numéricamente cada uno de los parámetros por cada variable referente al comportamiento del vehículo con motor de 1000 CC, a diferentes condiciones de trabajo, de los cuales se pudo obtener datos reales que servirán para la selección y adecuación de un motor eléctrico asíncrono a un vehículo con motor de 1000 CC, para su funcionamiento, el cual dicho cálculo y análisis se detalla en cada objetivo específico, para la selección de los componentes necesarios a emplear para su posterior funcionamiento, convirtiéndolo en un vehículo totalmente eléctrico.

Como es de gran importancia también se obtuvo resultados positivos del análisis de factibilidad del cambio de un motor a gasolina de 1000 CC por un motor de inducción asíncrono sin escobillas para el accionamiento del vehículo, del cual se obtuvo un resultado de costo / beneficio mayor a 1, teniendo así un resultado viable para su posterior realización y utilización de los datos obtenidos en el estudio realizado.

## V. DISCUSIÓN

El empleo de corriente eléctrica, como matriz energética para accionar un vehículo automotriz, modifica la matriz energética nacional, si bien es cierto no existe combustión en el motor eléctrico del vehículo, la energía eléctrica que requiere el vehículo tiene su origen, ya sea hidráulica, térmica, eólica y solar, por lo tanto, el consumo de electricidad incrementará, y el gasto o consumo de combustible disminuirá.

En el estudio realizado se afirmó, que el motor eléctrico que se instala en el vehículo automotriz tiene un funcionamiento diferente al motor de explosión; el análisis comparativo se basa en el par mecánico generado en ambos motores. En caso del motor eléctrico, el torque que genera el rotor, está comprendida en la cantidad de corriente eléctrica necesaria, manteniendo constante el nivel de tensión; este torque varía proporcionalmente al ingreso de corriente eléctrica proveniente de las baterías; es por ello que la variación del torque mecánico se da en todo instante, al variar la velocidad de giro del motor.

También se analizó el torque mecánico del motor de combustión interna, es proporcional a la presión de compresión, a la fuerza con el cual el pistón incide en el cigüeñal, y a las características geométricas del conjunto móvil: pistón - biela - cigüeñal, la variación del torque ocurre a cada instante, de acuerdo a la carga que tiene el vehículo; de acuerdo a las posiciones de la relación de transmisión en la caja de velocidades.

En el funcionamiento del vehículo adaptado con motor eléctrico, la autonomía de del motor de inducción es determinado por la capacidad de almacenamiento de energía eléctrica en el banco de baterías del vehículo. Es decir que se requiere para una hora de autonomía de funcionamiento del motor eléctrico, un banco de baterías de 942.1 A-h. El banco de baterías tiene una tensión total de 72 voltios, es decir se requiere la instalación de 6 baterías de 12 voltios con conexión en serie, cada batería de una capacidad de amperios hora de 160 A-h, cada una.

También este estudio afirmó que, numéricamente el trabajo de atomización de gasolina para el motor de combustión interna es de menor valor, cuando el motor

tiene una velocidad de giro entre los 2400 y 3000 RPM, es decir que se tendrá menor consumo de combustible altas revoluciones; la velocidad de giro del vehículo será directamente relacionado a la velocidad del motor, la relación de transmisión en la caja de velocidades y en los palieres.

Por tanto se afirmó en el presente estudio, en cuanto a la funcionalidad del vehículo con motor eléctrico, brindará mayores prestaciones dentro de una trayectoria en el cual las variaciones de torque no sean pronunciadas, es decir en una trayectoria cuesta arriba o cuando se requiera incrementar la carga del vehículo; estas variaciones de torque originan variaciones muy significativas de intensidad de corriente eléctrica proveniente desde las baterías, es por ello, que la operatividad del vehículo se garantiza para cambios de torque moderados.

Este estudio confirma las ideas de Casares (2018). Cuando una nueva investigación sobre sistemas alternativos posiciona a los vehículos eléctricos como la opción más prometedora. Esta no es una idea reciente, porque la historia del automóvil ha hecho una apuesta interesante. Sin embargo, es cierto que hemos adquirido la tecnología para competir estrechamente con los vehículos de gasolina que prosperaron exclusivamente en el siglo XX y para apoyar su desarrollo. El principal retraso que todavía se encuentra en esta área es la batería o la fuente de alimentación. Sistema de almacenamiento y estación de carga insuficientes. Como se ha visto a lo largo de la historia, las baterías de ácido-plomo supusieron un gran avance, pero su autonomía es demasiado baja. Con la llegada del litio, se abrió las puertas a modelos con autonomías de más de 500 km.

Apaza (2019), sostiene una base que es muy favorable en el estudio de esta investigación que los vehículos híbridos trabajen en la conciencia ambiental, al no producir emisiones nocivas al medio ambiente que luego pueden tener consecuencias nocivas. Pero se afirmó en este estudio que al ser híbridos tienen ciertos índices de generación de humos contaminantes de escape debido al motor a gasolina, pero que al ser gases de muy baja concentración siguen siendo nocivos y llevándolo a un punto de controversia para un estudio posterior.

Este estudio confirma la idea de Gallegos (2016), donde afirma que la evaluación del consumo de gasolina también se enfoca en estudiar las vías por donde transitan los vehículos porque el polvo y los huecos en el carril provocan su deterioro. Por

tanto, en esta investigación se tuvo como factor primordial el criterio de la evaluación de distintas pruebas de funcionamiento al vehículo.

En esta investigación se confirman las ideas de Rocha [et al] (2017). Quienes mencionaron en sus estudios, la autonomía de unos 40 km por litro de combustible de un go-kart de 7.5 kW. Esta alternativa de conversión en vehículos a gasolina en vehículos eléctricos logra reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por un aproximado de 2.2 kg por cada litro de combustible consumido. Conllevando a una coincidencia de ideas, donde precisamos el cuidado del medio ambiente, al no haber generación de gases de escape.

Se confirma las ideas de Catata y Hancoco (2019), donde mencionaron una de las principales desventajas de los vehículos eléctricos es el banco de baterías. A la llegada de vehículos eléctricos, los problemas de la batería, como el costo, la autonomía y el lapso de carga o recarga, han limitado la autonomía y obtención de vehículos eléctricos. Estando totalmente de acuerdo con la mención, pienso que esto es una desventaja leve, pero realizando un análisis más a detalle de la capacidad de las baterías se pueden lograr armar bancos suficientemente eficientes, con una autonomía de hasta más de 200 km, pudiendo optar por las de plomo-acido que son las más accesibles en costos o las de mayor eficiencia como son las baterías de iones de litio cuales pueden variar su costo dependiendo la autonomía que se quiera llegar a tener.

Al respecto de los estudios que realizó Soriano (2018), mencionó en sus resultados que: en primer lugar, para poder hacer bien la valoración, tenemos que recordar los requisitos que exige el vehículo eléctrico a su motor. La parte más difícil del motor de un vehículo es el arranque. En este caso, el vehículo debe generar mucho par a velocidades muy bajas, lo que puede aumentar la inercia del vehículo. Sin embargo, si está hablando de las áreas de trabajo más comunes del motor de un automóvil, por ejemplo, en un entorno urbano, el automóvil arrancará sin alcanzar altas velocidades, por lo que debe determinar el entorno operativo del motor de forma continua. Sin embargo, cuando se conduce por la carretera, el motor funciona a altas revoluciones y un par bajo, y el par aumenta solo al subir cuestas. En cierta instancia tiene razón al respecto del funcionamiento del motor eléctrico para mover un vehículo, se tomó como referencia en el presente proyecto el análisis del

funcionamiento del motor de combustión interna a diferentes condiciones de trabajo, obteniendo variables esenciales para el cálculo del motor eléctrico a seleccionar según la potencia que entregaba el antiguo motor de combustión interna.

Por otro lado, Rivadeneira (2021), afirmó lo siguiente en sus estudios realizados, donde los cálculos del consumo energético y autonomía, dependen principalmente de la potencia del motor eléctrico en el punto más crítico; la sección de la ruta 6, específicamente en la calle Morona Santiago tiene una distancia de 247 m con un desnivel de 21 m de altura, un 7,68% en pendiente. Por esta razón, los motores de los vehículos propuestos deben tener ciertas características de potencia para llenar la parte de la ruta antes mencionada y ser generalizables al resto de rutas. Estos resultados por una parte coinciden con los estudios realizados, teniendo los mismos criterios para la selección del banco de baterías necesarias para el funcionamiento del motor eléctrico que se va a seleccionar.

En esta investigación se afirmó las ideas mencionadas por Luzuriaga (2018), en donde detalló que, en las instalaciones de baterías y motores eléctricos se añaden materiales para contener cada parte, teniendo en cuenta que la masa de cada material utilizado influye en el peso total del go kart. Por tanto, el resultado final de la masa en vacío de 90 kg, más la masa del piloto, es de 70 kg. La masa total que se puede obtener es de 160 kg. Utilizando estos datos, concluyó que el análisis de la pérdida de peso debe realizarse en áreas no afectadas por fuerzas externas. En este caso, el procedimiento anterior le permite considerar un soporte de motor de 11 kg, que ofrece eficiencia operativa. Dicha idea se tomó en cuenta en este estudio en donde influye mucho el peso de los elementos seleccionados, como son el motor eléctrico con una masa de 52 kg que sustituirá al motor de combustión interna que oscila entre los 120 a 200 kg de masa, el controlador y demás componentes necesarios para el funcionamiento correcto del vehículo.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se determinó los parámetros de operación de los 6 vehículos, realizando mediciones en tiempo real del funcionamiento del motor, como es el caso de la presión media efectiva, temperatura, tiempo de inyección consumo de combustible.
- Se determinó la potencia mecánica y torque de los 6 vehículos a diferentes condiciones de funcionamiento, tomando como referencia al vehículo de prueba n°4 para el cálculo de la potencia necesaria y que será suministrada por el motor eléctrico asíncrono HPQ7.5-72-55KW, de 52 kg de libre mantenimiento por las cualidades aportantes.
- Se realizó la selección de los componentes a utilizar en el cambio de motor, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento del vehículo de prueba n° 4 seleccionado con motor de 1000cc seleccionado según los resultados mostrados en las tablas de estudio, para el análisis y cálculo adecuado para tal fin.
- Se realizó el análisis económico y financiero del proyecto, para un periodo de 12 meses, para garantizar la viabilidad del proyecto teniendo resultados adecuadamente positivos.

## VII. RECOMENDACIONES

- Para efectos de incrementar el torque en el vehículo, se recomienda el estudio del uso de motores eléctricos de menores potencias para cada rueda del vehículo.
- La masa de las baterías varía según el tipo o marca, oscilando entre 120 y 160 kg, debe de ubicarse en la unidad vehicular en un lugar en dónde exista un equilibrio del peso del vehículo, a fin de garantizar el equilibrio dinámico de éste, el cual no afecta seriamente en la estructura del vehículo ya que compensa la masa del motor de combustión interna y los componentes como radiador y otros, innecesarios para la conversión.
- Así mismo para conocer a mayor detalle el funcionamiento del vehículo, se recomienda que se realice la modelación numérica entre las variables de funcionamiento, a fin de determinar la relación lineal o no lineal entre el torque mecánico y la potencia que requiere la unidad vehicular.
- Es recomendable revisar las condiciones del sistema de suspensión del vehículo a convertir, para evitar daños a los componentes de dicho sistema.

## REFERENCIAS

APAZA López, Alex Wilinthon. Análisis de la conversión de un vehículo Toyota Prius de motor de combustión interna a eléctrico híbrido en serie para la región Puno. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 116 pp.

CEÑAL García, Miguel. Técnicas de control de un motor de inducción en un vehículo eléctrico. Tesis (Tecnologías Industriales). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2017. 86 pp.

ALEGRE Buj, María Susana. Modelado del vehículo eléctrico e híbrido paralelo por medio de Matlab/Simulink y planificación de estaciones de carga mediante sistemas de información geográfica y algoritmos genéticos. Tesis (Doctoral). España: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2017. 320 pp.

CATATA Huaracha, Franco Dennis; HANCCO Catata, Elmer Osman. Control de un motor de corriente continua sin escobillas con capacidad de frenado regenerativo aplicado en bicicletas eléctricas. Tesis (Ingeniero Electrónico). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. 96 pp.

BARRERA Doblado, Oscar; ROS Marín, Joan Antoni. Vehículos eléctricos e híbridos [en línea]. 1.<sup>a</sup> ed. España: Ediciones Paraninfo, SA, 2017. [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=3LwrDwAAQBAJ&printsec>  
ISBN: 9788428339407

CHELE Sancan, Darwin Gregorio. Vehículos híbridos, una solución interina para bajar los niveles de contaminación del medio ambiente causados por las emisiones provenientes de los motores de combustión interna. Revista mensual de la UIDE, 2 (12):1-10, octubre 2017.

ISSN: 2477-9024

TOBOSO Fabregat, Álvaro. Diseño del sistema de propulsión eléctrico para vehículo híbrido. Tesis (Grado en Ingeniería Eléctrica). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. 131 pp.



PAZ David, ENCALADA Patricio. Sistema de control para el motor del prototipo de un auto eléctrico biplaza UTA-CIM17. Tesis (Grado en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2018. 91 pp.

PERNIA Nieto, Carlos. Pre-diseño de un motor eléctrico para el accionamiento de un automotor. Tesis (Doctoral). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2017. 75 pp.

Beltrán, Alberto [et al]. Simulación y control de la velocidad y par electromagnético de un motor de inducción trifásico: Un enfoque a vehículos eléctricos [en línea]. 2019, vol. 16, n° 3. [fecha de consulta 10 enero 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.4995/riai.2019.10452>

ISSN: 1697-7920

Análisis de incentivos y proyecciones del vehículo 100% eléctrico en el Ecuador por Castro Mediavilla, Juan José [et al]. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2 (4): 112-124, enero 2017.

ISSN: 2477-9024

RAMÍREZ Morales, Jenifer. Estudio de la dinámica de tracción en un vehículo eléctrico. Tesis (Ingeniería Mecánica). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2017. 33 pp.

CANTORIN Benites, Rafael Anthony. Freno regenerativo en la eficiencia energética de Vehículos Híbridos utilizados en Lima Metropolitana. Tesis (Ingeniería Mecánica). Lima: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018. 105 pp.

SCHOLTES Ruiz, Roberto. Impacto del vehículo eléctrico en la industria española: disrupción económica en ciernes. Revista de economía industrial, (411): 113-122, 2019.

ISSN: 0422-2784

ALARCON, Luis, MAXIMIANO, Cristian. Conversión de vehículo convencional a vehículo eléctrico. Tesis (Técnico Universitario en Mecánica Automotriz). Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María, 2020. 74 pp.

PARRA Delgado, Alberto. Torque Vectoring Control Strategies for Electric Vehicles. "Estrategias de control de vectorización de par para vehículos eléctricos". Tesis (Doctoral). España: Universidad del País Vasco, 2018. 190 pp.

Una reflexión objetiva del potencial futuro de los vehículos diésel frente a los argumentos basados en el populismo energético por Raúl Payri [et al]. España: Universidad Politécnica de Valencia, 94 (5): 480-482, 2019.

ISSN: 0012-7361

VIEGO Percy, GÓMEZ Julio y FUENTES José. Motores sincrónicos sin devanados en el rotor accionados por variadores de frecuencia para su aplicación en vehículos eléctricos. Cuba: Universidad de Cienfuegos, 45 (1): 62-72, marzo 2018.

ISSN: 0253-5777

JIMÉNEZ Garro, Michael. Estudio de prefactibilidad para sustitución de flotilla vehicular de motor de combustible fósil a vehículos eléctricos en ThyssenKrupp Elevadores SA Costa Rica. Tesis (Licenciatura). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2020. 138 pp.

Evaluación del sistema de tracción en un vehículo eléctrico biplaza de estructura tubular por Juan Rocha Hoyos [et al]. Ecuador: Universidad Internacional SEK, 28 (2): 29-36, abril 2017

ISSN: 0718-0764

ABAD, Victoria; SAGREDO, Jesús. Evolución y proceso de fabricación de imanes “NEO” aplicados a motores de vehículos eléctricos. España: Universidad de Burgos, 54 (3), 127 pp., junio 2018.

ISSN: 0034-8570

SÁNCHEZ Vélez, Johnatan. Análisis y estimación de la demanda eléctrica con la implementación de vehículos eléctricos conectados a una red de distribución en cuenca y el Ecuador. Tesis (Ingeniería Eléctrica). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2017. 147 pp.

JEREZ Daniela, PUENTE Edwin y AYALA Edison. Análisis del proceso de recuperación de la batería de alta tensión del vehículo Toyota Highlander Híbrido. Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 3 (8): 1-13, agosto 2018.

ISSN: 2477-9024

UYAGUARI Guachisaca, Alex Vinicio. Análisis del requerimiento operativo y legal para los vehículos eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito, DMQ. Tesis de Licenciatura. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2020. 74 pp.

MÁRQUEZ Trujillo, Teodoro. Modelización de Vehículo eléctrico para la simulación de trayectorias en ADAMS. Tesis (Master en Ingeniería Mecánica). España: Universidad Politécnica de Valencia, 2020. 103 pp.

CAMACÁS Tenganán, Jhonson Omar. Implementación de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos. Tesis (Licenciatura). Universidad Técnica del Norte, 2020. 83 pp.

HERRERO de Lucas, Luis Carlos. Control de velocidad de motores BLDC, mediante sistemas basados en Arduino para aplicaciones en vehículos eléctricos. Tesis (Ingeniería Electrónica Industrial y Automática). España: Universidad de Valladolid, 2020. 137 pp.

SIERRA Erice, Álvaro. Control de Motores de Inducción en Vehículos Eléctricos: Control Directo de Par Predictivo. Tesis (Maestría en Ingeniería Industrial). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2020. 150 pp.

CHUQUILLANQUI, Jesús [et al]. El vehículo eléctrico como alternativa en el servicio de recolección de residuos sólidos. Tesis (Maestría en Gestión de la Energía). Lima: Universidad ESAN, 2017. 91 pp.

MONTOYA Rivera, Manuela. Modelo dinámico de un sistema de propulsión con motor eléctrico y hélice. Tesis (Licenciatura). Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, 2020. 81 pp.

SORIANO Ribera, Juan Luis. Análisis comparativo teórico-experimental de la aplicación de las máquinas eléctricas clásicas en el vehículo eléctrico. Tesis (Doctoral). España: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. 105 pp.

RIVADENEIRA Aguirre, Darío Javier. Proyecto de factibilidad sobre la implementación de vehículos eléctricos para transporte personal entre los campus de la Universidad Técnica del Norte. Tesis (Ingeniería en Mantenimiento). Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2021. 138 pp.

SABANA Padilla, José Carlos. Metodología para estimar la velocidad angular de un motor de inducción instalado en un vehículo eléctrico. Tesis (Ingeniería Electrónica). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 48 pp.

YÁNEZ, Iván. Sistema de carga inalámbrica para vehículos eléctricos en reposo. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, 10 (2): 17-27. junio 2018.

ISSN: 1390-654

ALIGIA, Diego, MAGALLÁN, Guillermo y DE ANGELO, Cristian. Control de tracción para un vehículo eléctrico basado en observadores no lineales. Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto, 15 (1): 1-12, mayo 2017.

ISSN: 1697-7920

DE LA BARBA Suárez, Luis Ismael. Diseño, construcción y simulación de un accionamiento para vehículos eléctricos. Tesis (Licenciatura). Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2018. 170pp.

LUZURIAGA Delgado, Anthony David. Adecuación de un tren motriz de un go kart de combustión interna a una de propulsión eléctrica provista de baterías de Ni MH. Tesis (Licenciatura). Cuenca: Universidad del Azuay, 2018. 105 pp.

CASARES Cano, Iván. Análisis y simulación en Matlab de un sistema de propulsión con autogeneración para vehículos eléctricos. Tesis (Ingeniería Electrónica y Comunicaciones). Madrid: Universidad de Alcalá, 2018. 101 pp.

Modelado y control multivariable del vehículo urbano eléctrico UAL-eCARM por Francisco José Mañas Álvarez [et al]. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial, 17 (2): 144-155. 2020

ISSN: 1697-7920

CEGARRA Luzón, Sergio. Caracterización del powertrain de un vehículo pequeño eléctrico modular de 4 ruedas categoría L7e. Tesis (Maestría en ingeniería de Automoción). Barcelona: Escuela Técnica Superior de ingeniería Industrial de Barcelona, 2017. 181 pp.

GRIJALVA Campana, Edwin Raúl. Gestión energética para flotas de vehículos eléctricos e híbridos con pila de combustible. Tesis (Doctoral). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2019. 244 pp.

## ANEXO N°1. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 16. Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Diseño y Factibilidad para el cambio de un motor a gasolina de 10000cc por un motor de inducción asíncrono sin escobillas	Es el estudio de la adaptación de un motor eléctrico como fuente de energía en un vehículo, en reemplazo del motor de gasolina de 1000 cc.	Las mediciones de la adaptación de esta fuente de energía, está en función a las solicitaciones de carga del vehículo, es decir cómo varían los parámetros de funcionamiento del motor eléctrico.	Dimensión Física, debido a que no son difíciles de definir, solo requieren la aplicación de herramientas para conocer la magnitud física de su medida. (SUPO, 2018)	Potencia Eléctrica se medirá en kW.	Razón
				Tensión eléctrica se medirá en V.	
				Intensidad de corriente eléctrica se medirá en A.	
				Tiempo de almacenamiento de energía eléctrica se medirá en Horas.	
Variable Dependiente: Accionamiento del vehículo	Es el movimiento que requiere el vehículo para su desplazamiento utilizando la energía mecánica del motor eléctrico.	La energía mecánica se mide con los parámetros en las ruedas del vehículo, el cual está en función a la velocidad de giro y a la fuerza de resistencia de giro, a diferentes condiciones de funcionamiento.	Dimensión Física, debido a que no son difíciles de definir, solo requieren la aplicación de herramientas para conocer la magnitud física de su medida. (SUPO, 2018)	Potencia Mecánica se medirá en kW.	Razón
				Torque mecánico se medirá en N-m.	
				Velocidad de giro se medirá en RPM.	

## ANEXO N°2. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### FICHA DE REGISTRO DE DATOS

#### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:  
Tuñoque Gutiérrez José Isaac
- Profesión:  
Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico:  
Ingeniero Mecánico Electricista
- Actividad laboral actual:  
Coordinador de las carreras de Mecánica  
y Mecatrónica Automotriz - SENATI

### INDICACIONES AL EXPERTO.

A continuación, se presentan dos apartados distintos referentes al conocimiento y la influencia sobre el tema de la tesis evaluada:

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	<del>5 Muy alto</del>
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	(ALTO)	(MEDIO)	(BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

José Isaac Tuñoque Gutiérrez  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIP N° 86537

*Firma del experto*

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una guía de observación y una ficha de investigación, cuyo título es "DISEÑO Y FACTIBILIDAD PARA EL CAMBIO DE UN MOTOR A GASOLINA DE 1000 CC POR UN MOTOR DE INDUCCIÓN ASÍNCRONO SIN ESCOBILLAS PARA EL ACCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO, LAMBAYEQUE"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta guía para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:  Poco pertinente:  No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Si es adecuado, porque permiten recopilar los datos precisos para su análisis posterior.

2. ¿Considera que la guía, tiene lo suficiente para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:  Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Son suficientes, porque ayudan a obtener parámetros que tienen relación entre sí para su estudio.

3. ¿Considera que la información solicitada formulada de manera tal que el testista no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas:  Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Son adecuadas, porque permite resolver el problema del estudio planteado



4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos. (Marque con una X)

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
Guía	X			X			
Ficha	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?
- Todo está conforme.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación: 15/04/2021

  
 José Isaac Tuñoque Gutiérrez  
 INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA  
 REG. CIP N° 86537

*Firma del Experto*

## FICHA DE REGISTRO DE DATOS

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:  
Castillo Saavedra Carlos Enrique
- Profesión:  
Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico:  
Ingeniero Mecánico Electricista
- Actividad laboral actual:  
Instructor en las Cámaras de Mecánica y  
Mecatrónica Automotriz - SENATI

**INDICACIONES AL EXPERTO.**

A continuación, se presentan dos apartados distintos referentes al conocimiento y la influencia sobre el tema de la tesis evaluada:

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	<del>5 Muy alto</del>
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	(ALTO)	(MEDIO)	(BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



Ing. Carlos E. Castillo Saavedra  
CIP 60875

*Firma del experto*

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una guía de observación y una ficha de investigación, cuyo título es "DISEÑO Y FACTIBILIDAD PARA EL CAMBIO DE UN MOTOR A GASOLINA DE 1000 CC POR UN MOTOR DE INDUCCIÓN ASÍNCRONO SIN ESCOBILLAS PARA EL ACCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO, LAMBAYEQUE"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta guía para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:  Poco pertinente:  No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Ayuda a obtener los parámetros necesarios que requiere el estudio.

2. ¿Considera que la guía, tiene lo suficiente para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:  Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Permiten un buen entendimiento y relación entre los datos que se obtendrán.

3. ¿Considera que la información solicitada formulada de manera tal que el testista no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas:  Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Son de gran aporte para orientar en forma clara al testista en el desarrollo de su estudio.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos. (Marque con una X)

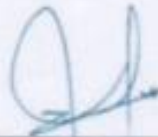
Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
Guía	X			X			=====
Ficha	X			X			=====

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Todo está preciso y claro para su aplicación  
en la recolección de datos.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación: 15/04/2021



Ing. Carlos E. Castillo Saavedra  
CIP 60875

*Firma del Experto*

**FICHA DE REGISTRO DE DATOS**

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO.**

- Apellidos y Nombres:  
Dávila Oblitas Julio Cesar
- Profesión:  
Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico:  
Ingeniero Mecánico Electricista
- Actividad laboral actual:  
Instructor en la Carrera de Mecatrónica  
Automotriz - SENATI

**INDICACIONES AL EXPERTO.**


A continuación, se presentan dos apartados distintos referentes al conocimiento y la influencia sobre el tema de la tesis evaluada:

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	(ALTO)	(MEDIO)	(BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN).		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	

  
JULIO CESAR DAVILA OBLITAS  
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIR. 203693

*Firma del experto*

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una guía de observación y una ficha de investigación, cuyo título es **"DISEÑO Y FACTIBILIDAD PARA EL CAMBIO DE UN MOTOR A GASOLINA DE 1000 CC POR UN MOTOR DE INDUCCIÓN ASÍNCRONO SIN ESCOBILLAS PARA EL ACCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO, LAMBAYEQUE"**

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta guía para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:  Poco pertinente:  No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Porque facilita la organización de los datos en la investigación.

2. ¿Considera que la guía, tiene lo suficiente para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:  Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Porque permite visualizar un panorama completo de la investigación.

3. ¿Considera que la información solicitada formulada de manera tal que el testista no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas:  Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Porque la información pertinente y amplia ayuda al testista en el análisis y solución al problema.



4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos. (Marque con una X)


Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
Guía	X		X				/
Ficha	X		X				

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

su guía de observación cumple con todo lo necesario para  
el estudio realizado.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación: 15-04-21

  
**JULIO CESAR DAVILA OBLITAS**  
**ING. MECANICO ELECTRICISTA**  
**REG. CIB 203893**

*Firma del Experto*

## GUÍA DE OBSERVACIÓN N°1

Nombres y Apellidos:
Fecha y hora:
Lugar:

### TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

INSTRUCCIONES: Realice las mediciones del tiempo de inyección de combustible expresado en milisegundos, de las seis unidades de prueba, para la cual utilice el scanner automotriz KT Bosch 570, en la opción “tiempo de inyección”, de acuerdo a la velocidad de giro del motor de 1000 CC.

Tener en cuenta las siguientes preguntas:	<p><b>¿Cuánto es el kilometraje de cada vehículo de prueba?</b></p> <p><b>¿Cuánto es el tiempo de inyección en milisegundos?</b></p>					
Vehículo de Prueba	Kilometraje	Tiempo de Inyección (ms)				
		Velocidad de motor RPM				
		1200	1800	2400	3000	3200
Vehículo de prueba 1						
Vehículo de prueba 2						
Vehículo de prueba 3						
Vehículo de prueba 4						
Vehículo de prueba 5						
Vehículo de prueba 6						

## GUÍA DE OBSERVACIÓN N°2

Nombres y Apellidos:
Fecha y hora:
Lugar:

### PRESIÓN MEDIA EFECTIVA

INSTRUCCIONES: Realice las mediciones de la presión media efectiva medida en cada motor, expresado en bar, de las seis unidades de prueba, para la cual debe utilizar el Manómetro digital, de acuerdo a la velocidad de giro del motor de 1000 CC.

Tener en cuenta las siguientes preguntas:	<b>¿Cuánto es el kilometraje de cada vehículo de prueba?</b> <b>¿Cuánto es la presión media efectiva en cada motor de 1000 CC?</b>					
Vehículo de Prueba	Kilometraje	Presión Media Efectiva (bar)				
		Velocidad de motor RPM				
		1200	1800	2400	3000	3200
Vehículo de prueba 1						
Vehículo de prueba 2						
Vehículo de prueba 3						
Vehículo de prueba 4						
Vehículo de prueba 5						
Vehículo de prueba 6						

### GUÍA DE OBSERVACIÓN N°3

Nombres y Apellidos:
Fecha y hora:
Lugar:

#### MEDICIÓN DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

INSTRUCCIONES: Realice las mediciones en los seis vehículos de prueba del consumo de combustible del vehículo utilizando el medidor de combustible del tablero de instrumentos del vehículo (galones), la medición del recorrido del vehículo utilizando el odómetro del vehículo (kilómetros de recorrido) y con ello obtenga el consumo específico de gasolina (Gal/Km).

Tener en cuenta las siguientes preguntas:	<b>¿Cuánto es el recorrido de cada vehículo de prueba?</b> <b>¿Cuánto es el consumo de combustible de cada vehículo con motor de 1000 CC?</b>
---	--

Vehículo de Prueba	Consumo de combustible (Galones)	Recorrido (Km)	Consumo específico de combustible (Gal/Km)
Vehículo de prueba 1			
Vehículo de prueba 2			
Vehículo de prueba 3			
Vehículo de prueba 4			
Vehículo de prueba 5			
Vehículo de prueba 6			

**GUÍA DE OBSERVACIÓN N°4**

Nombres y Apellidos:
Fecha y hora:
Lugar:

**MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR**

INSTRUCCIONES: Realice las mediciones en los seis vehículos de prueba la medición de la temperatura y las RPM del motor utilizando el Scanner KTS 570, y para obtener el kilometraje del vehículo verificar el odómetro de cada vehículo de prueba (kilómetros de recorrido).

Tener en cuenta las siguientes preguntas:	<p><b>¿Cuánto es el kilometraje de cada vehículo de prueba?</b></p> <p><b>¿Cuánto es la temperatura de trabajo del motor de 1000 CC a diferentes RPM?</b></p>
---	---

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Temperatura del Motor (°C)				
		Velocidad del motor (RPM)				
		1200	1800	2400	3000	3200
Vehículo de prueba 1						
Vehículo de prueba 2						
Vehículo de prueba 3						
Vehículo de prueba 4						
Vehículo de prueba 5						
Vehículo de prueba 6						

### Ficha de Investigación

<b>Artículo de revista online o impresa</b>	<b>Registro resultante tras el análisis documental</b>
	N° de Registro: Autores: Título: Título otros idiomas: ISSN: Revista: Datos/fuente: Tipo de documento: Lengua: Localización: Resumen:  Descriptores: Identificadores: Clasificación:

### ANEXO 3: RESULTADOS

Tabla 17. Resultados de la medición del tiempo de inyección y velocidad del motor.

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Tiempo de Inyección (ms)				
		Velocidad del motor (RPM)				
		1200	1800	2400	3000	3200
1	78909	3.43	3.39	3.28	3.21	3.39
2	89834	3.47	3.35	3.31	3.18	3.31
3	93843	3.41	3.32	3.29	3.24	3.38
4	121243	3.39	3.29	3.28	3.21	3.32
5	132323	3.33	3.21	3.19	3.19	3.29
6	144347	3.53	3.51	3.42	3.25	3.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Resultados de la medición de la temperatura del motor según la velocidad del motor.

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Temperatura del Motor (°C)				
		Velocidad del motor (RPM)				
		1200	1800	2400	3000	3200
Vehículo de prueba 1	78909	95	95	97	97	95
Vehículo de prueba 2	89834	94	94	98	98	93
Vehículo de prueba 3	93843	94	97	97	98	95
Vehículo de prueba 4	121243	93	94	95	97	94
Vehículo de prueba 5	132323	93	93	94	96	93
Vehículo de prueba 6	144347	96	96	98	98	94

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Resultados de la medición de la presión media efectiva y velocidad del motor.

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Presión Media Efectiva (bar)				
		Velocidad del motor (RPM)				
		1200	1800	2400	3000	3200
Vehículo de prueba 1	78909	12.3	12.9	13.3	14.1	13.5
Vehículo de prueba 2	89834	12.5	13.2	13.9	14.9	14.3
Vehículo de prueba 3	93843	12.5	13.6	14.2	15.2	13.9
Vehículo de prueba 4	121243	12.1	13.1	13.9	14.5	14.5
Vehículo de prueba 5	132323	12.8	13.6	14.4	14.9	13.8
Vehículo de prueba 6	144347	12.9	13.7	14.2	14.3	14.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Resultados de la medición del consumo específico de combustible.

Vehículo de Prueba	Consumo de combustible (Galones)	Recorrido (Km)	Consumo específico de combustible (Gal/Km)
Vehículo de prueba 1	6	270	0.0222
Vehículo de prueba 2	5.4	288	0.0188
Vehículo de prueba 3	6.6	288	0.0229
Vehículo de prueba 4	5.4	246	0.0220
Vehículo de prueba 5	5.1	222	0.0230
Vehículo de prueba 6	5.4	252	0.0214

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 21. Resultados de las mediciones del torque y velocidad del vehículo.

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Torque (N-m)				
		Velocidad de Vehículo (Km/h)				
		30	55	70	95	105
Vehículo de prueba 1	78909	97.9	102.7	105.9	112.3	107.4
Vehículo de prueba 2	89834	99.5	105.1	110.6	119.0	113.8
Vehículo de prueba 3	93843	99.5	108.2	113.0	121.0	110.6
Vehículo de prueba 4	121243	96.3	104.3	110.6	115.4	115.4
Vehículo de prueba 5	132323	101.9	108.2	114.6	119.0	109.8
Vehículo de prueba 6	144347	102.7	109.0	113.0	113.9	113.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Resultados de la potencia mecánica según las condiciones de velocidad del vehículo.

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Potencia (Watt)				
		Velocidad de Vehículo (Km/h)				
		30	55	70	95	105
Vehículo de prueba 1	78909	12296.1	19343.8	26591.5	35250.0	35988.5
Vehículo de prueba 2	89834	12496.0	19793.7	27791.1	37366.0	38121.2
Vehículo de prueba 3	93843	12496.0	20393.5	28391.0	38000.0	37054.9
Vehículo de prueba 4	121243	12096.1	19643.7	27791.1	36250.0	38654.4
Vehículo de prueba 5	132323	12795.9	20393.5	28790.8	37366.0	36788.3
Vehículo de prueba 6	144347	12895.9	20543.5	28391.0	35750.0	37854.6

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO N° 4. CÁLCULO DE LA MUESTRA

### Cálculo del tamaño de la muestra:

La fórmula utilizada para calcular la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Dónde:

**N:** Población total de 456 vehículos año de fabricación 2015 (Registro de SUNARP – Lambayeque)

**Za:** 1.64 al cuadrado (si la seguridad es del 90%) (nivel de confianza)

**p:** Proporción esperada (en este caso 2% = 0.02)

**q = 1-p** (en este caso 0.98)

**d:** Precisión (10%)

Reemplazando datos se obtuvo:

**n = 6** vehículos de prueba elegidos aleatoriamente

## ANEXO N°5. FICHA DE DATOS TÉCNICOS DEL KTS 570

### Scanner de Diagnóstico – KTS 570

100% FIT

- Equipo compacto y económico
- Diagnóstico de ECU completo (motor, ABS, etc..)
- Valores reales
- Incluye SIS y M
- Software: ESI[tronic]
- Conectividad bluetooth con PC
- Multímetro y osciloscopio

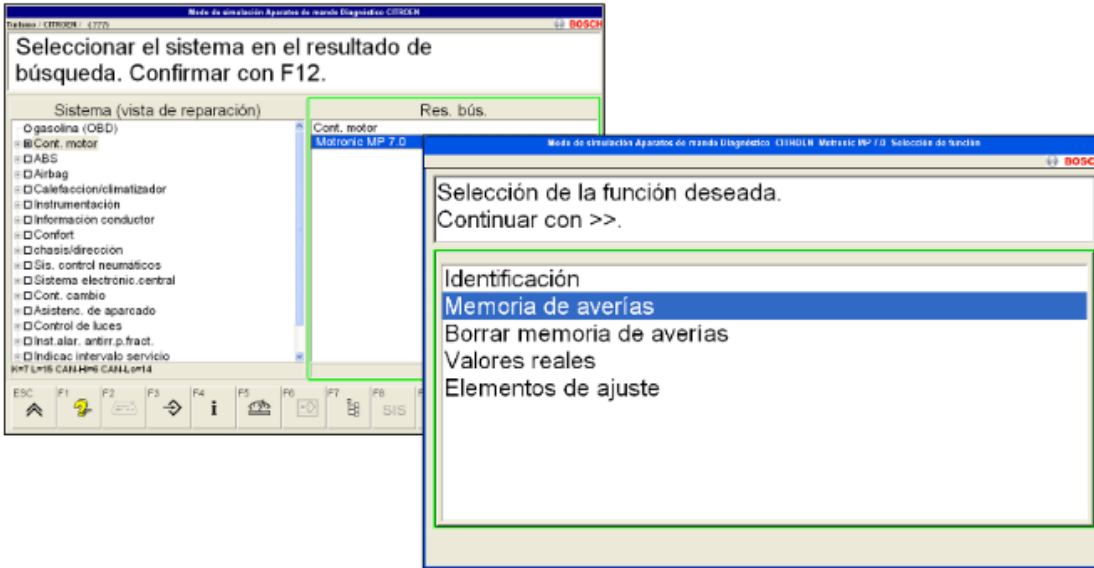


BOSCH

### Scanner de Diagnóstico y ESI[tronic]-C

100% FIT

#### Búsqueda de sistemas



Selección de la función deseada.  
Continuar con >>.

Identificación

- Memoria de averías
- Borrar memoria de averías
- Valores reales
- Elementos de ajuste

BOSCH

**Identificación y borrado de fallas**

Modo de simulación Aparatos de mando Diagnóstico CITROEN Motronic MP 7.0 Memoria de averías

Seleccione el fallo. Información adicional sobre el fallo elegido con >>.

**Núm. de error. 3**

- 11 Sensor térmico aire de aspiración defectuoso
- 12 Sensor térmico del refrigerante defectuoso
- 13 Potenciómetro de mariposa

**Valores reales**

Número de revoluciones del motor  
Tensión batería  
Angulo de encendido  
Disposición de acondicionador aire  
Compresor de acondicionador aire  
Seguro antirrobo  
Sensor térmico aire  
Sensor térmico motor  
Regulación lambda



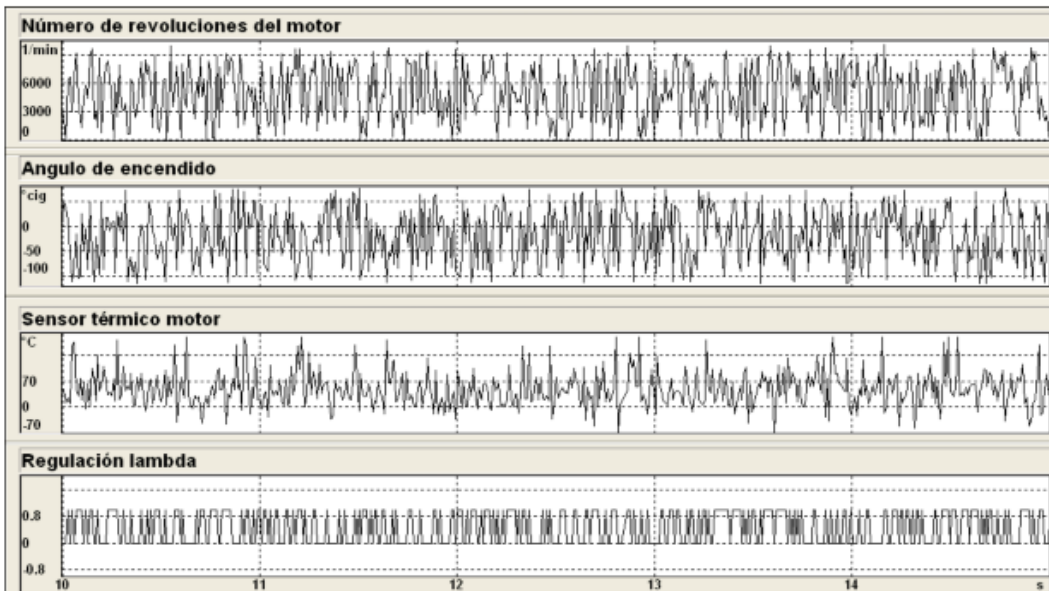
Valores reales

<b>Número de revoluciones del motor</b>	
	160 1/min
<b>Angulo de encendido</b>	
	-22.5 °cig
<b>Sensor térmico motor</b>	
	16 °C
<b>Regulación Lambda activa</b>	
	↔

ESC   F2   F3   F4   F5   F6   F8   F11   F12



Valores reales



## 4. Maintenance


### 4.1 Cleaning

The housing of the KTS modules are only to be cleaned using a soft cloth and a neutral cleaning agent. Do not use any abrasive cleaning agent or rough cleaning cloths.

### 4.2 Maintenance

The tab Customer service can be used for performing various tests in DDC. A portion of these tests can only be performed by customer service.

### 4.3 Spare and wearing parts

 Replacement and wear parts only concern parts received in the respective delivery.

Description	Order Number
System tester KTS 530	1 687 022 437
System tester KTS 540	1 687 022 436
System tester KTS 570	1 687 022 994
Adapter insert	1 688 000 349
OBD diagnosis cable 3 m (KTS 530) <sup>(*)</sup>	1 684 465 557
OBD diagnosis cable 1.5 m (KTS 540/570) <sup>(*)</sup>	1 684 465 555
Power pack	1 687 022 889
Power supply cable <sup>(*)</sup>	1 684 461 106
Measuring cable blue (KTS 530/540) <sup>(*)</sup>	1 684 430 066
Measuring cable yellow (KTS 530/540) <sup>(*)</sup>	1 684 430 067
Ground cable black <sup>(*)</sup>	1 684 430 068
Measuring cable red/black (KTS 570) <sup>(*)</sup>	1 684 463 214
Measuring cable blue/yellow (KTS 570) <sup>(*)</sup>	1 684 463 550
Test tip red (1x, with KTS 570 2x)	1 684 485 035
Terminal clip black <sup>(*)</sup>	1 684 480 022
Connection cable USB 3 m <sup>(*)</sup>	1 684 465 562
UNI connection cable 4 core <sup>(*)</sup>	1 684 463 539
Case	1 685 438 145
Mount parts set	1 687 001 853
Bluetooth USB adapter (KTS 540/570)	1 687 023 382

<sup>(\*)</sup> Part subject to wear

## 5. Technical data

### 5.1 General data

Property	Value/Range
Operating voltage	7 VDC – 30 VDC
Power consumption through vehicle battery or power supply	approx. 6 Watt
Dimensions (L x W x H)	170 x 120 x 40 mm
Weight (without connecting cables)	325 g
Operating temperature	0 °C – 40 °C
Relative humidity	90 % (at 25 °C)

### 5.2 Interface protocols

The following interfaces with respective protocols are supported for controller diagnosis in conformance with ISO 15031:

- ISO 9141-2 (Communications lines K and L)
- SAE J1850VPW and SAE J1850PWM (Communication lines BUS+ and BUS-)
- CAN ISO 11898 ISO 15765-4 (OBD) (Communication lines CAN-H and CAN-L)
- CAN Single Wire
- CAN Low Speed

### 5.3 Power pack

Property	Value/Range
Input voltage	90 – 264 VAC
Input frequency	47 – 63 Hz
Output voltage	15 V
Operating temperature	0 °C – 40 °C

### 5.4 Multimeter specifications

- CH1 zero potential (blue input is not allowed to be connected with voltage carrying measuring points). Input resistance > 900 kOhm.
- CH2 potential based (black ground input must be connected with vehicle ground). Input resistance > 900 kOhm.

#### 5.4.1 DC measurement (CH1 and CH2)

Property	Value/Range
Measurement range	200 mV – 200 V
Precision CH1	±0.75 % of measurement value, additional ±0.25 % of measurement range
Precision CH2	±2 % of measurement value, additional ±0.5 % of measurement range
Resolution	100 µV – 100 mV (depending on measuring range)

### 5.4.2 AC and effective value measurement (CH1 and CH2)<sup>7)</sup>

Property	Value/Range
Frequency range AC	10 Hz – 400 Hz (-3 dB)
Measurement range	200 mV – 200 V
AC precision at 100 Hz EFF precision at ≤ 100 Hz	±2 % of measurement value, additional ±0.5 % of measurement range
Resolution	100 μV – 100 mV (depending on measuring range)

<sup>7)</sup> The measuring ranges and types of measurement "U" and "I" are peak-to-peak values. This results in the digital display field being grayed out as soon as the defined measuring range has been exceeded for a short time (Overload).

### 5.4.3 Resistance measurement (CH1)

Property	Value/Range
Measurement range	100 Ω – 1 MΩ
Precision up to 200 kΩ	±0.75 % of measurement value additional ±0.25 % of measurement range
Precision up to 1 MΩ	±2 % of reading additional ±0.25 % of measurement range
Resolution	0.1 Ω – 1000 Ω (depending on measuring range)
Input resistance	> 9 MΩ

### 5.4.4 Current measurement (CH1 and CH2)

sensor	Measurement range
Shunt (CH1 only)	±600 mA
30 A clamp (CH1 only)	±30 A
100 A clamp	±100 A
600 A clamp	±600 A
1000 A clamp (CH1 only)	±1000 A

### 5.4.5 Continuity tester (CH1)

Property	Value/Range
Measurement current	2 mA
Open circuit voltage	≤ 5 V
Continuity	< 10 Ω (with acoustic response)

### 5.4.6 Diode measurement (CH1)

Property	Value/Range
Measurement current	2 mA
Open circuit voltage	≤ 5 V
Maximum diode voltage	2 V

### 5.5 Oscilloscope specifications

- CH1 and CH2 are potential based (Measuring input CH1(-) or measuring input ground must be connected to the vehicle ground).
- Input resistance > 900 kOhm.

Property	Value/Range
Measurement range	0 – 200 V
Coupling	DC, AC, DC(+) (only positive range is shown), DC(-) (only negative range is shown).
Signal source	U, 30 A (CH1 only), 100 A, 600 A, 1000 A (CH1 only), Diagnosis pins 1 to 15 (not pins 4, 5)
X-deflection	50 μs – 1 s
Trigger mode	Manual, Auto-Time, Auto-Level
Trigger source	CH1, CH2
Pretrigger time	0 – 80 %
Frequency range	> 1 MHz (typical 5 MHz)
Memory depth per channel	50 signal curves with 512 coordinates

### 5.6 Bluetooth Class 1

Wireless connection KTS 540, KTS 570 to PC/Laptop	Minimum range
Workshop environment in the open space	30 meters
If the vehicle door or window is open and the engine is still running in the vehicle interior	10 meters

# ANEXO N° 6: LEGISLACIÓN VIGENTE EN CUANTO A VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E INFRAESTRUCTURA DE CARGA

## Resolución Ministerial N° 250-2019



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

## *Resolución Ministerial* No. 250-2019-MINEM/DM

Lima, 28 de agosto de 2019

**VISTOS:** El Informe N° 026-2019-MINEM/DGEE del 02 de agosto de 2019 e Informe N° 757-2019-MINEM/OGAJ del 07 de agosto de 2019, emitidos por la Dirección General de Eficiencia Energética y la Oficina General de Asesoría Jurídica del Ministerio de Energía y Minas, respectivamente;

### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo con el numeral 22.2 del artículo 22 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, los Ministerios diseñan, establecen, ejecutan y supervisan las políticas nacionales y sectoriales, asumiendo la rectoría de ellas; asimismo, los incisos a) y e) del numeral 23.1 del artículo 23 de la citada Ley establece que son funciones generales de los Ministerios el formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial bajo su competencia, aplicable a todos los niveles de gobierno;

Que, mediante el artículo 1 de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, Ley N° 27345, se declara de interés nacional la promoción del uso eficiente de la energía para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional, reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos;

Que, de conformidad con el numeral 6.4 del artículo 6 del Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, Ley N° 27345, aprobado por Decreto Supremo N° 053-2007-EM, el Ministerio de Energía y Minas en coordinación con los sectores correspondientes impulsa el uso eficiente de la energía en el Sector Transporte;

Que, mediante Decreto Supremo N° 058-2016-RE, el Perú ratifica el Acuerdo de París;

Que, el numeral 6.2 del artículo 6 del Decreto Supremo N° 031-2007-EM y sus modificatorias establece entre las funciones rectoras del Ministerio de Energía y Minas la de dictar normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas;

Que, de conformidad con el artículo 88 de la norma citada en el considerando precedente, la Dirección General de Eficiencia Energética es el órgano encargado de proponer y evaluar la política de eficiencia energética y las energías renovables no convencionales, promover la formación de una cultura de uso racional y eficiente de la energía, así como, de conducir la planificación energética;







Que, en atención de los dispositivos antes citados, resulta necesaria la aprobación de un cuerpo normativo para facilitar el desarrollo de vehículos de transporte terrestre energéticamente más eficientes, lo que su vez derive en un menor impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en el sector transporte;

Que, de conformidad con el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de proyectos normativos y difusión de normas de carácter general, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2009-JUS, las entidades públicas dispondrán la publicación de los proyectos de normas de carácter general que sean de su competencia en el Diario Oficial El Peruano, en sus portales electrónicos o mediante cualquier otro medio;

Que, mediante los Informes de Vistos, se sustenta la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de abastecimiento, para la recepción de comentarios y sugerencias por parte de los interesados, por un periodo de quince (15) días hábiles;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas; el Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de proyectos normativos y difusión de normas legales de carácter general, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2007-EM y sus modificatorias;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1.- Publicación de proyecto normativo**

Autorizar la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba "Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento" y su Exposición de Motivos, a efectos de recibir las sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general, dentro del plazo de quince (15) días hábiles, contados a partir del día siguiente de la publicación de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 2.- Remisión de aportes**

Establecer que los interesados remitan por escrito sus opiniones y sugerencias a la Dirección General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas, sito en avenida De Las Artes Sur N° 260, distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima, o vía internet a la siguiente dirección de correo electrónico: srodriguez@minem.gob.pe. El registro de las opiniones y sugerencias recibidas en medio físico o electrónico, está a cargo de Sergio Christian Rodríguez Figueroa, profesional de la Dirección General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas.



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

*Resolución Ministerial* No. 250-2019-MINEM/DI



**Artículo 3.- Publicación**

Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial en el Diario Oficial El Peruano y del proyecto de Decreto Supremo "Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento" y su Exposición de Motivos, en el portal institucional del Ministerio de Energía y Minas (www.minem.gob.pe) el mismo día de la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial.

Regístrese, comuníquese y publíquese.



*[Handwritten Signature]*  
FRANCISCO ISMODES MEZZANO  
Ministro de Energía y Minas



# Decreto Supremo N° 022-2020



10

NORMAS LEGALES

Sábado 22 de agosto de 2020 / El Peruano

**Artículo 2.** La presente Resolución Suprema es refrendada por el Ministro de Defensa, el Ministro del Interior y la Ministra de Economía y Finanzas.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO  
Presidente de la República

JORGE LUIS CHÁVEZ CRESTA  
Ministro de Defensa

MARÍA ANTONIETA ALVA LUPERDI  
Ministra de Economía y Finanzas

JORGE EDUARDO MONTOYA PÉREZ  
Ministro del Interior

1879172-5

## ENERGÍA Y MINAS

**Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica**

DECRETO SUPREMO  
N° 022-2020-EM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22.2 del artículo 22 de la Ley N° 20158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, establece que los Ministerios diseñan, establecen, ejecutan y supervisan políticas nacionales y sectoriales, asumiendo la rectoría respecto de ellas; asimismo, los literales a) y b) del numeral 23.1 del artículo 23 de la referida Ley establecen que son funciones de los Ministerios formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial bajo su competencia, aplicable a todos los niveles de gobierno, así como aprobar las disposiciones normativas que les correspondan, respectivamente;

Que, mediante el numeral 5.1 del artículo 5 de la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, se establece que el Ministerio de Energía y Minas tiene competencias exclusivas para diseñar, establecer y supervisar las políticas nacionales y sectoriales en materia de energía y de minería, asumiendo la rectoría respecto de ellas; asimismo, el numeral 5.2 del artículo 5 de la referida Ley establece que el Ministerio de Energía y Minas tiene competencia para regular la infraestructura pública de carácter y alcance nacional en materia de energía y de minería;

Que, de conformidad con el numeral 7.2 del artículo 7 de la Ley acotada en el considerando precedente, el Ministerio de Energía y Minas ejerce la función rectora de dictar normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas; para la gestión de los recursos energéticos y mineros; para el otorgamiento y reconocimiento de derechos; para la realización de acciones de fiscalización y supervisión; para la aplicación de sanciones administrativas; y para la ejecución coactiva, de acuerdo a la normativa vigente;

Que, mediante el artículo 1 de la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, se declara de interés nacional la promoción del uso eficiente de la energía para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional, reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos;

Que, asimismo, el literal a) del artículo 2 de la precitada Ley, establece que el Ministerio de Energía y Minas es la autoridad competente del Estado para promover la creación de una cultura orientada al empleo racional de los recursos energéticos para impulsar el

desarrollo sostenible del país buscando un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico;

Que, el artículo 1 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, establece que las disposiciones de la referida Ley norman lo referente a las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica; precisando además que el Ministerio de Energía y Minas y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería en representación del Estado son los encargados de velar por su cumplimiento, en el marco de sus competencias;

Que, en materia de electricidad, mediante el artículo 8 de la Ley señalada en el considerando precedente, se establece un régimen de libertad de precios para los suministros que puedan efectuarse en condiciones de competencia y un sistema de precios regulados en aquellos suministros que por su naturaleza lo requieran, reconociendo los costos de eficiencia correspondientes; para lo cual, se faculta al Ministerio de Energía y Minas para que, mediante Decreto Supremo, defina los criterios mínimos a considerar en los contratos sujetos al régimen de libertad de precios;

Que, de conformidad con el numeral 6.4 del artículo 6 del Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, aprobado por el Decreto Supremo N° 053-2007-EM, el Ministerio de Energía y Minas en coordinación con los sectores correspondientes, impulsa el uso eficiente de la energía en el sector transporte;

Que, mediante Decreto Supremo N° 064-2010-EM, que aprueba la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, se establece entre los objetivos de política energética nacional, contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía; y, desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de desarrollo sostenible;

Que, mediante Decreto Supremo N° 058-2016-RE, que ratifica el Acuerdo de París, en virtud al compromiso adquirido ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En este Acuerdo, el Perú presenta sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés), contribuyendo de esta manera con lo dispuesto en el artículo 9 del Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático, aprobado por el Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM, con relación a la implementación de las medidas de adaptación y mitigación en el marco de las NDC, por parte de las autoridades sectoriales;

Que, mediante Decreto Supremo N° 004-2013-PCM, que aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, se establece entre los objetivos de política nacional de modernización de la gestión pública el monitoreo y evaluación la eficiencia y eficacia en la transformación de los insumos, en los productos y resultados que los ciudadanos demandan;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 250-2019-MINEM/DM, se autoriza la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba "Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de abastecimiento", a efectos de recibir sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general;

Que, en atención a la normativa vigente, resulta necesario facilitar la introducción de tecnologías de transporte energéticamente más eficientes y su infraestructura de carga, para reducir el consumo de hidrocarburos y contribuir a la disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como a la disminución de las emisiones de gases contaminantes, coadyuvando al cumplimiento de los compromisos internacionales y la reducción en daños a la salud pública;

Que, en ese sentido, corresponde aprobar las disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica;

De conformidad con lo dispuesto en los numerales 8) y 24) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del

Ministerio de Energía y Minas; el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas; la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía; la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático; el Decreto Supremo N° 053-2007-EM, que aprueba Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía; el Decreto Supremo N° 054-2010-EM, que aprueba la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040; y el Decreto Supremo N° 004-2013-PCM, que aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública;

DECRETA:

**Artículo 1. Objeto**

El presente Decreto Supremo tiene por objeto aprobar disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica, con la finalidad de hacer uso eficiente de la energía y coadyuvar a reducir el consumo de combustible fósil, disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, y dar cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental ratificados por el Perú, así como reducir daños en la salud pública.

**Artículo 2. Definiciones**

Para los efectos de este Decreto Supremo, se aplica las definiciones contenidas en el presente artículo; así como, en lo que resulte pertinente, las definiciones de acuerdo al Anexo II del Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003-MTC.

**2.1. Carga de batería.** Es un conjunto de funciones para que, a través del suministro eléctrico, se adapte la tensión y/o corriente a las baterías de la movilidad eléctrica para su operación.

**2.2. Concesionario de distribución eléctrica.** Es el titular de una concesión de distribución eléctrica.

**2.3. Infraestructura de carga.** Estación instalada con el fin de brindar la carga de baterías para la movilidad eléctrica.

**2.4. Etiqueta de Eficiencia Energética (EEE) o Tabla de Eficiencia Energética.** Información respecto del consumo de energía y el rango de eficiencia energética de los equipos energéticos, la cual está contenida en una etiqueta, la misma que es ubicada sobre el envase, empaque, publicidad o cuerpo de los equipos energéticos en un lugar visible para el consumidor. Está impresa o adherida al artefacto y no es removida del producto hasta después de que éste haya sido adquirido por el consumidor.

**2.5. Interoperabilidad en la movilidad eléctrica.** Se refiere a la capacidad de interactuar e intercambiar datos e información entre los diferentes componentes del sistema de movilidad eléctrica (infraestructura de carga, los vehículos y la red eléctrica) haciendo uso de protocolos estandarizados y ampliamente reconocidos. En la movilidad eléctrica, la referida capacidad permite facilitar la compatibilidad e integración entre infraestructuras de carga y a su vez una adecuada gestión del sistema de carga.

**2.6. Movilidad eléctrica.** Referida al transporte terrestre que hace uso de uno o más motores eléctricos para generar la locomoción, compuesto por Vehículos Eléctricos (EV/BEV), Vehículos Híbrido Enchufables (PHEV) y Vehículos Eléctricos con Autonomía Extendida (REEV), u otros vehículos de transporte terrestre que obtienen toda o parte de su energía eléctrica de un sistema de almacenamiento de energía recargable.

**Artículo 3. Servicio de carga de baterías**

El servicio de carga de baterías para la movilidad eléctrica tiene carácter comercial, se efectúa en condiciones de competencia, es de acceso público y se

brinda a nivel nacional, a través de la infraestructura de carga.

**Artículo 4. Régimen del servicio de carga de baterías**

4.1 Ejercen el servicio de carga de baterías las personas naturales o jurídicas que demuestran que la infraestructura de carga reúne los requisitos técnicos y de seguridad vigentes.

4.2 La infraestructura de carga accede a las redes eléctricas y garantiza la interoperabilidad, cumpliendo los requisitos técnicos y de seguridad vigentes.

4.3 El servicio de carga de baterías puede ser brindado como un servicio adicional en los establecimientos de venta al público de combustibles, estaciones de servicio, gasocentros y establecimientos de venta al público de GNV, a través de la infraestructura de carga que cumpla los requisitos técnicos y de seguridad vigentes establecidos por la autoridad competente.

**Artículo 5. Supervisión y fiscalización**

5.1 La supervisión de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica respecto a la calidad, seguridad y eficiencia del servicio brindado a los usuarios finales, en lo que corresponda, está a cargo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) en el marco de sus funciones y competencias establecidos en el artículo 5 de la Ley N° 26734, Ley del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, y el artículo 34 del Reglamento General del Organismo Supervisor de Inversión en Energía, aprobado por Decreto Supremo N° 054-2001-PCM.

5.2 La fiscalización del cumplimiento de la normativa técnica y de seguridad vigente aplicable a la infraestructura de carga para la movilidad eléctrica está a cargo de las Municipalidades de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad – Utilización y en el marco de sus funciones y competencias establecidas en la Ley N° 27072, Ley Orgánica de Municipalidades.

**Artículo 6. Carga privada de baterías**

La carga privada de baterías para la movilidad eléctrica no tiene carácter comercial y se desarrolla a nivel nacional a través de la infraestructura de carga en espacios de acceso privado para el consumo propio o para el consumo dentro de las instalaciones del titular del suministro, cumpliendo la normativa vigente.

**Artículo 7. Infraestructura de carga**

Es obligación del titular de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos garantizar que los documentos y planos en su concepción general sean elaborados y firmados por un ingeniero electricista o mecánico electricista colegiado en observancia de la normativa correspondiente.

**Artículo 8. Corte de suministro**

8.1 Es obligación del titular de la infraestructura de carga mantener en condiciones óptimas sus instalaciones destinadas a la carga de baterías para la movilidad eléctrica.

8.2 La autoridad competente en el marco de su función supervisora y fiscalizadora, conforme a lo señalado en el artículo 5 del presente Decreto Supremo, ante la presunción de la existencia de peligro para la seguridad de las personas o las propiedades, informa al concesionario de distribución eléctrica a efectos de disponer el corte de suministro.

**Artículo 9. Etiquetado de eficiencia energética**

Los vehículos eléctricos cuentan con la etiqueta de eficiencia energética, de acuerdo a la legislación que se aprueba de conformidad con la Quinta Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

**Artículo 10. Sustitución de flota vehicular de entidades públicas**

10.1 Las entidades públicas cuando requieran sustituir su flota vehicular de acuerdo a sus fines, metas y

objetivos, la realizan por tecnología energéticamente más eficiente que considere a la movilidad eléctrica.

10.2 El reemplazo de la flota vehicular de las entidades públicas se alinea a los objetivos del Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

**Artículo 11. Priorización de estacionamiento**

Las entidades públicas con zonas de parqueo vehicular evalúan según sus necesidades, disponer de, cuando menos, un espacio para el parqueo de movilidad eléctrica.

**Artículo 12. Política y planificación**

El Ministerio de Energía y Minas formula la política y los planes energéticos sectoriales, así como las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional del sector energía, para la integración de la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica como parte de la Política Energética Nacional y sus planes de desarrollo.

**Artículo 13. Financiamiento**

La implementación de lo dispuesto en el presente norma, se financia con cargo al presupuesto institucional de las respectivas Entidades Públicas sin demandar recursos adicionales al tesoro Público.

**Artículo 14. Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y el Ministro de Energía y Minas.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

**Primera. Reglamento para la instalación y operación de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica**

El Poder Ejecutivo, en un plazo máximo de un año contado a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Energía y Minas, aprueba el reglamento para la instalación y operación de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica, que incluye disposiciones para el cumplimiento de los artículos 3, 4, 5, 7 y 8 del presente Decreto Supremo, para lo cual coordina con los sectores involucrados.

**Segunda. Plan de Uso Eficiente de la Energía**

El Ministerio de Energía y Minas en un plazo máximo de doscientos sesenta días calendario contados a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, mediante Resolución Ministerial, aprueba el Plan de Uso Eficiente de la Energía que define las acciones estratégicas y sectoriales sobre infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética.

**Tercera. Obligación de reporte de información**

Los titulares de las infraestructuras de carga tienen la obligación de reportar los precios del servicio de carga de baterías al Osinergmin, en la forma y oportunidad que esta determine, a fin que los mismos sean publicados y puestos en conocimiento de la ciudadanía en general.

**Cuarta. Cambio de carácter comercial del servicio de carga**

Las condiciones de carácter comercial referidas a precios, mediante las cuales se desarrolla el servicio de carga de baterías, cuando presenten una distorsión y/o vulneren el carácter competitivo del mismo, son modificadas por el Poder Ejecutivo, mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Energía y Minas, previo estudio desarrollado por Osinergmin, a fin de garantizar que dicho servicio se brinde de manera eficiente y que asegure un carácter comercial equitativo entre el proveedor del servicio y los usuarios.

**Quinta. Etiqueta de eficiencia energética**

El Poder Ejecutivo, mediante Decreto Supremo, refrendado por el Ministro de Energía y Minas, aprueba la reglamentación correspondiente al etiquetado de eficiencia energética de vehículos que incluya a la movilidad eléctrica, para lo cual coordina con los sectores involucrados.

**Sexta. Datos abiertos de infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica**

El Osinergmin publica en el Portal Nacional de Datos Abiertos, como mínimo, la lista de los titulares de las infraestructuras de carga, su razón social y su Registro Único de Contribuyentes (RUC), así como los precios de carga de baterías conforme su disponibilidad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA**

**Única. Transitoriedad**

En tanto se implementa lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria Final, las instalaciones destinadas a la carga de baterías para la movilidad eléctrica cumplen como mínimo las disposiciones establecidas en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 009-93-EM, en lo que corresponda a la prestación del servicio público de electricidad, así como el Código Nacional de Electricidad – Utilización, en lo que corresponda.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de agosto del año dos mil veinte.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO  
Presidente de la República

WALTER MARTOS RUIZ  
Presidente del Consejo de Ministros

MIGUEL INCHAUSTEGUI ZEVALLOS  
Ministro de Energía y Minas

1879172-2

**Autorizan la publicación del Proyecto de Decreto Supremo que establece medida especial relacionada a los instrumentos de gestión ambiental del sector minero y su exposición de motivos**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 233-2020-MINEM/DM**

Lima, 21 de agosto de 2020

VISTOS: El Informe N° 283-2020/MINEM-DGAAM-DEAM-DGAM de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, y el Informe N° 489-2020-MINEM/OGA de la Oficina General de Asesoría Jurídica;

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 9.1 del artículo 9 de la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, establece, entre otras competencias del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, MINEM), aprobar las disposiciones normativas que le correspondan;

Que, el MINEM tiene entre sus funciones específicas promover la inversión, sostenible y las actividades del sector, así como ejercer la potestad de autoridad sectorial ambiental para las actividades de minería, en concordancia con los lineamientos de política y las normas nacionales establecidas por el Ministerio del Ambiente, de conformidad con lo dispuesto en los numerales 7.1 y 7.6 del artículo 7 del Decreto Supremo N° 031-2007-EM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, y sus modificatorias;