



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UN VEHÍCULO DE  
CATEGORÍA M1 UTILIZANDO EL DISPOSITIVO ECO-OBD2 MEDIANTE UN  
CICLO DE CONDUCCIÓN EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

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

**AUTOR: ALEXIS FAVIAN SÁNCHEZ COLLAGUAZO**

**TUTOR: MARIO ALEXANDER PERALVO CLAVON**

Quito - Ecuador

2024

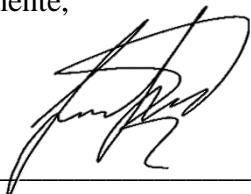
## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Alexis Favian Sánchez Collaguazo con documento de identificación NN 1106027798 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



---

Alexis Favian Sánchez Collaguazo

1106027798

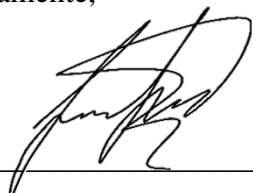
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Alexis Favian Sánchez Collaguazo con documento de identificación No. 1106027798, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Análisis del consumo de combustible en un vehículo de categoría M1 utilizando el dispositivo ECO-OBD2 mediante un ciclo de conducción en el Distrito Metropolitano de Quito”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



---

Alexis Favian Sánchez Collaguazo

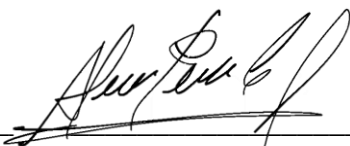
1106027798

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Mario Alexander Peralvo Clavon con documento de identificación N°1718133448, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UN VEHÍCULO DE CATEGORÍA M1 UTILIZANDO EL DISPOSITIVO ECO-OBD2 MEDIANTE UN CICLO DE CONDUCCIÓN EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, realizado por Alexis Favian Sánchez Collaguazo con documento de identificación N° 1106027798, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Mario Alexander Peralvo Clavon Msc  
1718133448

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto a Dios y a la santísima virgen de El Cisne porque ellos han derramado todas las bendiciones necesarias para poder culminar esta etapa universitaria.

A mis padres Alcívar y Yenny quienes con sus consejos, paciencia, esfuerzo y amor han permitido que pueda concluir mis estudios universitarios con éxito y ser un profesional colmado de principios y valores, además de ser ellos día a día mi más grande ejemplo de superación.

A toda mi familia porque a pesar de la distancia siempre se hicieron notar en sus llamadas, mensajes y oraciones para hoy estar cumpliendo mi sueño y meta, además de sus consejos llenos de mucho amor y ser un profesional con principios y valores. A la vez a las personas que estuvieron siempre presentes en cada caminar de esta etapa.

Alexis Favian Sánchez Collaguazo

## **AGRADECIMIENTO**

Mis sinceros agradecimientos a Dios, porque a cada momento fue mi guía para elegir el camino correcto y ser mi compañero confidencial.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador por brindar una educación accesible y de crecimiento para la formación de grandes profesionales a nivel nacional. A los docentes que he tenido la oportunidad de conocer a lo largo de mi carrera y que han inculcado sus conocimientos y sabidurías para brindarme su ayuda mutua.

A la vez a mi novia, quien siempre ha estado desde el inicio de este proceso brindándome su apoyo incondicional en mis momentos más difíciles y buenos de esta etapa.

Finalmente, agradecer al Ing. Alexander Peralvo, por brindarme su apoyo y ser mi guía en este proceso final de tesis y poder concluir con éxito.

Alexis Favian Sánchez Collaguazo

# **ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UN VEHÍCULO DE CATEGORÍA M1 UTILIZANDO EL DISPOSITIVO ECO-OBD2 MEDIANTE UN CICLO DE CONDUCCIÓN EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

## **ANALYSIS OF FUEL CONSUMPTION IN A CATEGORY M1 VEHICLE USING THE ECO-OBD2 DEVICE THROUGH A DRIVING CYCLE IN THE METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO**

Alexis Favian Sánchez Collaguazo<sup>1</sup>

### **Resumen**

En este artículo se procederá al análisis de consumo de combustible de un vehículo con el uso del dispositivo denominado ECO OBD2, la cual ha sido desarrollada para ahorrar hasta un 15% y disminuir las emisiones contaminantes del automotor. Se utilizó la metodología cuantitativa que permitió poder obtener resultados a partir de información acerca del dispositivo, utilizando un vehículo marca Nissan Versa, del año 2015. Las pruebas realizadas son en base a cartografías del automóvil al encontrarse bajo condición normal y al implementarse el dispositivo ECO OBD2; utilizando equipo sofisticado como scanner automotriz, caja de desconexión, software e interfaces que permitieron leer datos desde diferentes condiciones que obligadamente se implementó debido que la ECU al ser muy segura no permitió la extracción de datos desde el puerto OBD-II del vehículo. Además, se estableció una ruta dentro del Distrito Metropolitano de Quito para evaluar el vehículo, considerando el tipo de combustible, condiciones ambientales y estilo de manejo. La ECU del vehículo permitió el acceso del dispositivo ECO OBD2, afectando valores significativos en el sensor de oxígeno 1 y a su vez dentro de los valores de ajuste de combustible, al encontrarse el vehículo en fase ralentí o que por alguna situación se detuviera la marcha, sin embargo, el dispositivo no afecta la pérdida de fuerza o potencia.

**Palabras Clave:** cartografía, combustible, vehículo, software

### **Abstract**

In this article we will analyze the fuel consumption of a vehicle with the use of the device called ECO OBD2, which has been developed to save up to 15% and reduce polluting emissions from the vehicle. The quantitative methodology was used that allowed us to obtain results from information about the device, using a Nissan Versa brand vehicle, from 2015. The tests carried out are based on cartographies of the car when it is under normal condition and when the ECO device is implemented. OBD2; using sophisticated equipment such as an automotive scanner, disconnection box, software and interfaces that allowed data to be read from different conditions, which was necessarily implemented because the ECU, being very secure, did not allow the extraction of data from the OBD-II port of the vehicle. In addition, a route was established within the Metropolitan District of Quito to evaluate the vehicle, considering the type of fuel, environmental conditions and driving style. The vehicle's ECU allowed access to the ECO OBD2 device, affecting significant values in the oxygen sensor 1 and in turn within the fuel adjustment values, when the vehicle was in idle phase or due to some situation the drive was stopped, However, the device does not affect the loss of strength or power.

**Keywords:** cartography, fuel, vehicle, software

## 1. Introducción

El análisis del consumo de combustible desde una perspectiva mundial es esencial para comprender el impacto ambiental y económico de esta actividad a nivel global. Según las estadísticas de la Agencia Internacional de Energía (AIE), en el 2020, el consumo mundial de combustibles fósiles alcanzó los 11.5 millones de barriles de petróleo por día, lo que representa el 84% de la demanda energética total del planeta. Estos números resaltan la importancia de evaluar y optimizar el consumo de combustible en todo el mundo (Espinoza, Pantoja, Castro, Sangovalin y Villamarin. 2022).

Al centrarse en América Latina, la región se ha convertido en un actor relevante en la demanda de combustibles. Según datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el 2020, América Latina representó el 9% del consumo mundial de petróleo. Este crecimiento sostenido hace necesario analizar y controlar el consumo de combustible en la región para garantizar la sostenibilidad ambiental y económica (Remache, Leguisamo, Antamba y Azanza. 2021).

En el contexto ecuatoriano, las estadísticas muestran que el consumo de combustible ha aumentado en los últimos años. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2020, el consumo per cápita de gasolina en Ecuador fue de 38.2 litros por habitante al año. Esto implica un reto en términos de eficiencia energética y emisiones contaminantes, por lo que es crucial analizar el consumo de combustible a nivel local (INEC. 2023).

Para abordar este análisis, es fundamental comprender qué es un vehículo de categoría M1. En la clasificación europea, un vehículo M1 corresponde a un automóvil de pasajeros diseñado para el transporte de personas y con una capacidad máxima de ocho pasajeros además del conductor. Esto incluye la mayoría de los vehículos de uso cotidiano y comercial en Ecuador (Arias y Ludeña. 2020).

El estudio del consumo de combustible en vehículos M1 es relevante debido a su amplia presencia en las calles ecuatorianas. La eficiencia en el uso de combustible no solo reduce costos para los propietarios, sino que también contribuye a la reducción de emisiones contaminantes y a la conservación de recursos naturales.

El dispositivo ECO-OBD2 es una herramienta comercial. Se trata de un dispositivo de diagnóstico que se conecta al puerto OBD-II de un vehículo y monitorea en tiempo real el rendimiento del motor. Ofrece información detallada sobre el consumo de combustible, las emisiones y otros parámetros clave (Aguirre, Espinoza, Pantoja, Castro, Sangovalin, Rocha. 2023).

El dispositivo ECO-OBD2 aporta a la eficiencia y sostenibilidad del transporte al proporcionar datos precisos y útiles para los conductores y propietarios de vehículos. Permite ajustar el rendimiento del motor y las rutas de conducción para maximizar la eficiencia en el consumo de combustible, reduciendo así el impacto ambiental y los costos operativos (Montufar, Moreno, Pozo y Noboa. 2018).

En esa línea, el análisis del consumo de combustible en vehículos de categoría M1 mediante el dispositivo ECO-OBD2 es fundamental para comprender y mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad en el Distrito Metropolitano de Quito y más allá. Los objetivos específicos planteados en este estudio permitirán obtener datos concretos para evaluar el funcionamiento de este dispositivo y su impacto en la reducción del consumo de combustible, contribuyendo así a un transporte más sostenible y eficiente (Cerpa, Muñoz, Cortés, Prieto y Bonilla. 2020).

La justificación teórica de este estudio se fundamenta en la necesidad de comprender y abordar el consumo de combustible en vehículos de categoría M1 desde una perspectiva global. Según teorías relevantes como la teoría de la sostenibilidad, es esencial analizar y mejorar la eficiencia en el uso de recursos naturales como el combustible para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Según datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), el transporte es responsable del 24% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo que subraya la importancia de reducir el consumo de combustible a nivel mundial.

La justificación metodológica se basa en la necesidad de utilizar métodos y herramientas precisas para recopilar datos relevantes. Según estadísticas de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), el uso del dispositivo ECO-OBD2 ha demostrado ser efectivo para medir el



consumo de combustible en vehículos de categoría M1. Por lo tanto, su aplicación en este estudio proporcionará resultados confiables y comparables.

La justificación práctica se sustenta en la relevancia de abordar el consumo de combustible en la vida cotidiana de un vehículo. Esto afecta directamente a los costos de operación de los vehículos y al medio ambiente. Por lo tanto, en este estudio busca ofrecer soluciones prácticas y aplicables a nivel global.

El objetivo general de este artículo es analizar el consumo de combustible de un vehículo de categoría M1 utilizando el dispositivo ECO-OB2 mediante un ciclo de conducción en el Distrito Metropolitano de Quito.

Los objetivos específicos incluyen, en primer lugar, analizar el consumo de combustible del vehículo en base a la cartografía del motor en condiciones normales para recopilar datos precisos. En segundo lugar, se busca determinar los parámetros de consumo de combustible del vehículo en base a cartografía del motor con el uso del dispositivo ECO OB2, permitiendo una comparación con los datos previamente recopilados. Por último, se pretende analizar los resultados obtenidos en ambas cartografías para obtener un alcance estimado del funcionamiento del dispositivo ECO OB2 en la disminución del consumo de combustible.

Los beneficiarios de este trabajo incluyen a la sociedad en general, ya que la reducción del consumo de combustible contribuirá a la disminución de las emisiones contaminantes y los costos operativos de los vehículos. También beneficiará a los propietarios y conductores de vehículos de categoría M1 al proporcionarles información útil para optimizar su consumo de combustible y reducir sus gastos. Además, las autoridades de transporte y ambientales podrán utilizar los resultados de este estudio para tomar decisiones informadas y promover políticas que fomenten la sostenibilidad en el transporte.

## 2. Materiales y Métodos

La descripción detallada de los materiales y métodos utilizados en este estudio es esencial para comprender la metodología empleada y la obtención de datos relevantes para el análisis del

consumo de combustible en vehículos de categoría M1.

### 2.1 Equipos utilizados

#### 2.1.1 K-tag de Alientech

Es una herramienta de programación y lectura de la ECU (Unidad de Control del Motor) ampliamente utilizada en la industria automotriz. Este dispositivo permite la comunicación con la ECU de un vehículo, lo que facilita la lectura y modificación de los parámetros de funcionamiento del motor. Es esencial para obtener datos precisos de la ECU y realizar cambios en la cartografía del motor (Castillo, Torres y Castro. 2020).

Para (Arciniega y Fueltan. 2020) los datos técnicos del k-tag son la parte fundamental para comprender el funcionamiento del mismo y se detallan a continuación:

Tabla 1. Datos técnicos k-tag

Voltaje de trabajo	12 -24V DC
Cables de exigencia	Conectores de rosca
	USB pequeño de comunicación con la PC
	Conector DB9
Sistema de trabajo	Windows 7 – Windows 10
Alcance de trabajo	Leer y escribir datos de ECU por medio de TRICORE, BDM a través de cable específico.

#### 2.1.2 Kess-2 de Alientech

Es una interfaz de programación que también se utiliza para leer y escribir datos en la ECU de un vehículo. Es una herramienta fundamental para la reprogramación de la ECU y la optimización de los parámetros del motor. El Kess 2 es especialmente útil para realizar ajustes de rendimiento y eficiencia en los vehículos (Sagastume. 2016).

#### 2.1.3 Scanner automotriz Autel 906 pro

Es una herramienta de diagnóstico automotriz avanzada que se utiliza para identificar y solucionar problemas en los vehículos. Proporciona información detallada sobre el estado de los sistemas del automóvil y permite la lectura de códigos de error, lo que facilita la identificación de problemas de rendimiento y consumo de combustible en el vehículo

(Quezada, Neira, Arias, Sarmiento y Quito. 2019).

El scanner automotriz Autel puede ayudar a diagnosticar vehículos con identificación ADAS, que puedan ser europeos, americanos y asiáticos, bajo una tableta táctil de 8 pulgadas. Tiene un Hardware con bajo un ordenador 660 Octa-core (2.2GHz Quad-core A73 + 1.8GHz Quad-core A53). Además con almacenamiento de 128 gigabytes y sistema activo Android 10.0, batería recargable de larga persistencia de 11.600 mAh y comunicación inalámbrica mediante Bluetooth para vehículos MaxiVCI V200 (Autel. 2023).

### 2.1.4 Caja de desconexión Godiag

Es un dispositivo que se utiliza para tener comunicación entre el puerto OBD2 de los automóviles y las herramientas de diagnóstico o programación de la ECU. Esta caja permite realizar conexiones seguras y proporciona acceso a la ECU del vehículo para realizar pruebas, diagnósticos y programaciones. (Chele. 2020). Contiene un adaptador de corriente de entrada de 100 – 240V AC y salida 1 – 2V DC 1A. Contiene una interfaz de diagnóstico OBD – II de 16 pines. Además, un voltaje de trabajo de 9V y 24V DC (Godiag. 2022)

## 2.2 Software

### 2.2.1 Ksuite

El Software Ksuite es una aplicación informática utilizada para leer archivos de memoria flash de la ECU de un vehículo. Esta herramienta es esencial para obtener datos de la ECU que luego pueden ser analizados y modificados para optimizar el rendimiento del motor y reducir el consumo de combustible.

### 2.2.2 WinOLS

Por último, el Software WinOLS es una aplicación informática que se utiliza para verificar y modificar el mapa de inyección en la ECU de un vehículo. Permite realizar ajustes precisos en la cartografía del motor, lo que puede influir en la eficiencia y el consumo de combustible del vehículo. Es una herramienta esencial para la reprogramación de la ECU con fines de optimización de consumo.

Estos materiales se utilizaron en conjunto para obtener datos precisos y comparables sobre el

consumo de combustible en el vehículo de pruebas.

## 2.3 Recursos de prueba

El procedimiento se dividió en dos tipos de pruebas, siendo la primera la obtención de valores reales del vehículo de prueba en condición normal y la segunda con la implementación del dispositivo ECO OBD2.

### 2.3.1 Vehículo de pruebas

El vehículo empleado para realizar las pruebas pertinentes cumple con la normativa M1 (vehículos que no excedan el límite de 8 pasajeros incluyendo al conductor y no superar las 3.5 toneladas) (INEN. 2016). Para el siguiente artículo se ha considerado un vehículo marca Nissan Versa del año 2015.

A continuación, se detalla información relevante del vehículo cómo se ve en la Tabla 2.:

**Tabla 2** Especificaciones técnicas del vehículo de categoría M1

ESPECIFICACIONES TECNICAS	DETALLE
Cilindrada (l)	1.6
Número y disposición de cilindros	4 cilindros en línea, DOHC con 16 válvulas
Potencia máxima HP @ rpm	109 @ 5600
Torque máximo Nm @ rpm	148 @ 4000
Relación de compresión	10,7:1
Sistema de alimentación de combustible	Inyección secuencial multipunto con doble inyector por cilindro
Rendimiento en ciudad (km/l)	11.4
Rendimiento en carretera (km/l)	18.6
Rendimiento en régimen mixto (km/l)	15.1
Emisión Co2 (g/km)	15.7

### 2.3.2 Tipo de combustible empleado

Se ha seleccionado un vehículo con motor de encendido provocado, mismo que utiliza gasolina como combustible, procedente de orígenes fósiles y de característica líquida (Rocha, y Zambrano. 2015). Para desarrollar las pruebas de ruta se ha seleccionado un tipo de combustible de 87 octanos, ya que en la actualidad contiene menor azufre en partes por millón y además es el combustible más utilizado a nivel nacional y dentro de Quito (López, 2013).

### 2.3.3 Ruta establecida de prueba

La ruta establecida consiste en vías urbanas y autopista pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito, considerando como punto referencial de inicio (A) en la calle Manuel Cabeza de Vaca, en el sector de la Kennedy, recorriendo 5.5km de vía urbana hasta llegar a la avenida Simón Bolívar (B), sector el Portal, recorriendo en sentido norte – sur 4km por autopista y se culmina en el punto de inicio en vía urbana (A) para culminar la ruta. Está ruta consiste en 14,8km de distancia en su totalidad, provocando que el conductor acelere, desacelere, mantenga una velocidad constante o que detenga la marcha absoluta del automóvil. Está ruta es utilizada para las 2 pruebas necesarias cuando el vehículo sea conducido en condición normal que será referencia de valores iniciales y al utilizar el dispositivo ECO OBD2 para verificar que datos modifica dentro del vehículo o su comportamiento.

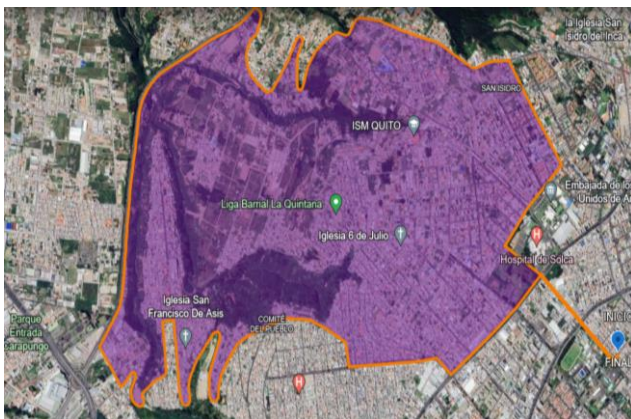


Figura 1. Ruta establecida para las pruebas

la placa electrónica y en los pines de alimentación de energía positivo, negativo y señal, siguiendo paso a paso la información proporcionada por el software ksuite se insertó la diferente información para obtener los datos de la ECU del vehículo de pruebas. Luego, ejecutar los datos mediante el WinOLS que permitió obtener la cartografía en dimensión 3D, del vehículo de pruebas en condición normal.

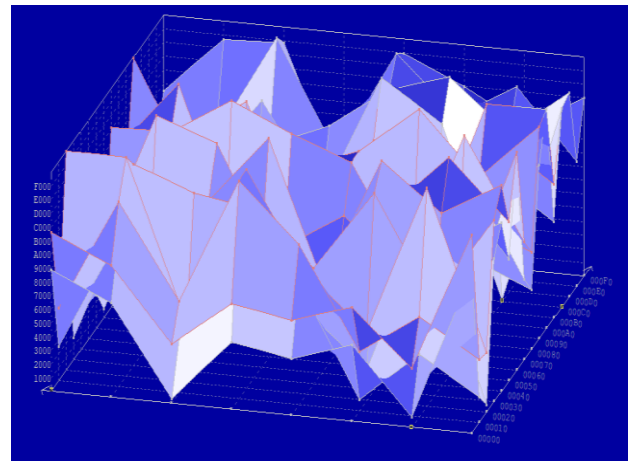


Figura 2 Cartografía de mapa de inyección del vehículo de pruebas

Se realizó la prueba en la ruta establecida, en donde se consiguió valores en tiempo real del vehículo de pruebas, mediante el uso del scanner automotriz Autel, que sirvió como referencia al momento de obtener los datos con el dispositivo ECO OBD2 y realizar su comparación.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Obtención de datos reales

##### 3.1.1 Cartografía del vehículo en condición normal

Se inicia con la verificación del tipo de ECU que comanda al vehículo. En primera instancia se comprueba que al ser un vehículo diseñado con seguridad no permite obtener datos de la ECU por medio del puerto OBD-II del vehículo, lo cual conlleva a realizar otro tipo de proceso que se detalla a continuación. Para la obtención de la cartografía del mapa de inyección se necesitó desarmar la ECU hasta obtener la placa electrónica; mediante la interfaz K-tag se realizan puntos de suelda en los pines correspondientes en

Tabla 3. Datos obtenidos en el scanner automotriz del vehículo de pruebas en condiciones normales

Nombre	Valor	MIN	MAX	Unidad
Ajuste de combustible a corto plazo	5.47	-100	99.22	%
Ajuste de combustible a largo plazo	0.00	-100	99.22	%
Valor de carga calculado	13.7	0	100	%
Caudal aire sensor flujo masivo	1.43	0	655.35	g/s
Posición absoluta del acelerador	4.3	0	100	%
RPM del motor	662	0	8000	rpm
V salida sensor Oxigeno 1 – sensor 1	2.24	0	8	V

Banco ajuste de combustible a corto plazo 1 – sensor 2	99.22	-100	99.22	%
Razón de equivalencia (lambda) (banco 1 – sensor 1)	1.008	0	2	



**Figura 3.** Conexión de la ECU con K-tag para obtención de la cartografía del vehículo de pruebas en condición normal

En la Figura 3, se evidencia la conexión realizada para obtener los datos de la ECU del vehículo normal, en la que se utilizó la interfaz k-tag, bajo el requerimiento y utilización del software ksuite, que proporciona información detallada acerca del procedimiento a realizar para obtener la información necesaria de la ECU, de tal manera que el software winOLS pueda procesar los datos y dar la gráfica de la cartografía.

### 3.1.2 Cartografía del vehículo con el uso del dispositivo ECO OBD2

La segunda prueba consiste en obtener la cartografía en base a las modificaciones que puede producir el dispositivo ECO OBD2 en el motor, producto de alteraciones en datos de la ECU del vehículo. Considerando que la ECU del vehículo de pruebas es estándar y no atribuye datos de manera sencilla, se busca interfaces que puedan lograr intervenir dentro de la misma, para la prueba 2 se utiliza la interfaz Kess2 de Alientech. Sin embargo, previo a este desarrollo de la prueba se inicia buscando los valores que modifica el dispositivo a la ECU del vehículo, centrándonos en valores de inyección, flujo

masivo, posición del acelerador, valores de sensor de oxígeno entre otros.

Para lograr concretar los datos se realiza la prueba de ruta, misma que fue utilizada en la prueba 1 para obtener datos reales del vehículo cuando el dispositivo ECO OBD2 se encuentra conectado de forma directa en el automóvil. Para la presente prueba de ruta se considera tener 3 puertos OBD que conectara al dispositivo ECO OBD2, scanner automotriz y al puerto OBD-II del vehículo de pruebas. Para ello se utiliza una caja de desconexión denominada Godiag, que sirve como medio de conexión entre el vehículo, el dispositivo ECO OBD2 y el scanner; la conexión se realiza con ayuda de cables lagarto con salida de cable banana que son conectados hacia la interfaz del scanner, el segundo puerto de salida del Godiag se conecta de manera directa hacia el dispositivo ECO OBD2 y el tercer conector directo al OBD-II del vehículo. De tal manera que, al estar en movimiento el vehículo, se pueda evidenciar parámetros claros que puedan ser modificados de manera directa.

**Tabla 4.** Datos reales del vehículo con el uso del dispositivo ECO OBD2

Nombre	Valor	MIN	MAX	Unidad
Ajuste de combustible a corto plazo (banco 1)	14.84	-100	99.22	%
Ajuste de combustible a largo plazo (banco 1)	0.00	-100	99.22	%
Valor de carga calculado	13.7	0	100	%
Caudal aire sensor flujo masivo	1.53	0	655.35	g/s
Posición absoluta del acelerador	4.7	0	100	%
RPM del motor	662	0	8000	rpm
V salida sensor Oxígeno 1 – sensor 1	2.21	0	8	V
Banco ajuste de combustible a corto plazo 1 – sensor 2	99.22	-100	99.22	%
Razón de equivalencia (lambda) (banco 1 – sensor 1)	0.992	0	2	



Realizando la conexión en paralelo entre el dispositivo ECO OBD2 y la interfaz Kess 2 hacia el puerto OBD-II, se logra intervenir dentro de la ECU del automóvil al encontrarse en contacto, y por medio del software proceder a conseguir los datos para ser ejecutados en el software WinOLS, quien es el encargado de facilitar y leer datos de la cartografía. En el software Kess 2 permite seleccionar datos convenientes que ayuden a diferenciar los parámetros en condición normal y con el dispositivo ECO OBD2, mediante códigos binarios hexadecimales, que brindan una mejor visualización al momento de obtener la imagen de cartografía.

```

00170 4DDADEC C23E4377 6C2AC99D 00DB510
00180 22458864 B3227899 87B48AF3 EFA7FEA5
00190 84CB998A 1FECED9A E57E1B11 65EE4982
001A0 7FFF9FD7 3C13EE8C E9159FBA BA886456
001B0 EF7570B9 F18F3492 AF133A1A 8D5040ED
001C0 D6ED8D1B 6D50AA6F C77BF057 5676C8D8
001D0 D4EEA7B8 D7F3CCDD 6EACE88E 4B28CA59
001E0 BC9177E3 F9B845FC E080A9FF 2C87CD71
001F0 ACCF4EA9 F2CF67EF C64692ED 34EA86A7
00200 4C9DF2AE BBF6CAE6 67ED0085 C869BF8D
00210 FCE4129A 790D438F 39F9983F 31AC4E28
00220 360A5DCF 0DBC8162 7ADEA600 B7DBA4DE
00230 88A77E43 DEBA805B 46987EA4 00BF1A1A
00240 DAC4249E DFDA563E F855FD50 684E093C
00250 9B8D1EE6 CF8E2322 A1EAC383 CF1EF56C
Delta: +16843009 (1.4%)
00260 00F56302 C55A9F11 DF3693BA BBE92B28
00270 4DDADEC C23E4377 6C2AC99D 00DB510
00280 22458864 B3227899 87B48AF3 EFA7FEA5
00290 84CB998A 1FECED9A E57E1B11 65EE4982
002A0 7FFF9FD7 3C13EE8C E9159FBA BA886456
002B0 6F70E8A0 6814AD8E B30BA600 8D5040ED
002C0 D6ED8D1B 6D50AA6F C77BF057 5676C8D8
002D0 D4EEA7B8 D7F3CCDD 6EACE88E 4B28CA59
002E0 BC9177E3 F9B845FC E080A9FF 2C87CD71
002F0 ACCF4EA9 F2CF67EF C64692ED 34EA86A7
00300 4C9DF2AE BBF6CAE6 67ED0085 C869BF8D
00310 FCE4129A 790D438F 39F9983F 31AC4E28
00320 360A5DCF 0DBC8162 7ADEA600 B7DBA4DE
00330 88A77E43 DEBA805B 46987EA4 00BF1A1A
00340 DAC4249E DFDA563E F855FD50 684E093C
00350 9B8D1EE6 CF8E2322 A1EAC383 CF1EF56C
    
```

Figura 5. Binarios seleccionados para el desarrollo de cartografía

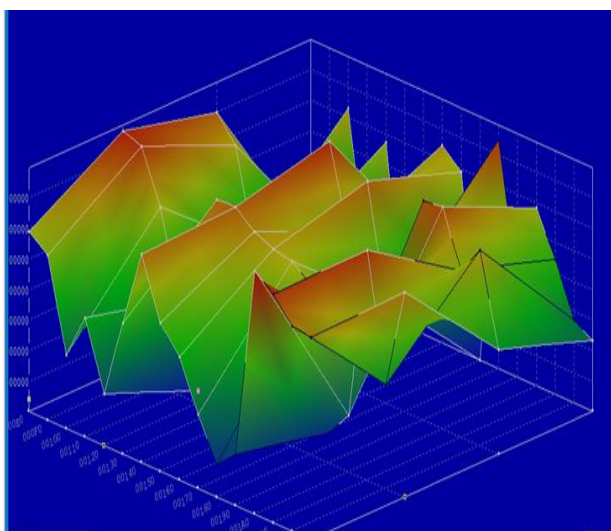


Figura 6. Obtención de cartografía con el uso de dispositivo ECO OBD2

En la Figura 6, se puede visualizar la conexión realizada para la obtención de la cartografía; se

requirió como principal instrumento de apoyo la caja de desconexión Godiag, para alcanzar una conexión en paralelo entre el dispositivo ECO OBD2, la interfaz kess2 y la ECU del vehículo. Mediante el software ksuite se procedió a seguir las instrucciones recomendadas para obtener datos de la ECU, cuando el vehículo se encuentre en contacto.

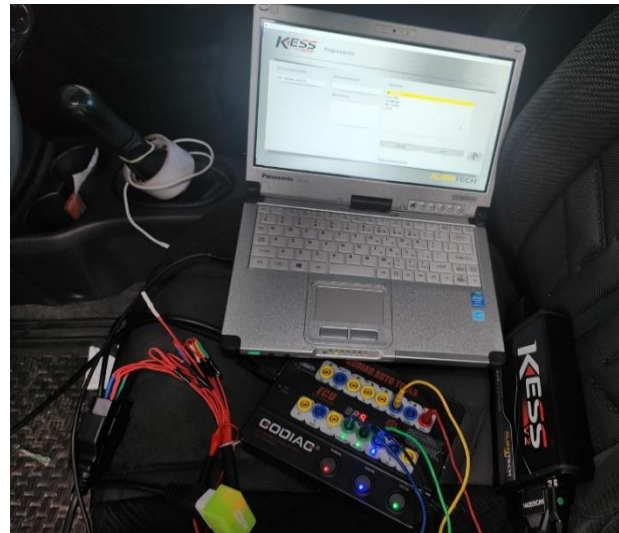


Figura 4. Cartografía del vehículo de pruebas usando el dispositivo ECO OBD2

### 3.1.3 Pruebas de consumo de combustible del vehículo en condiciones normales

Para la obtención de datos acerca del consumo de combustible se plantea la ruta de la Figura 1, a lo largo de una semana se procedió a realizar estas pruebas día a día, en el transcurso de la hora comprendida entre 12:00pm y 13:00pm. Para alcanzar el objetivo planteado acerca de cuanto es el porcentaje estimado de consumo de combustible del vehículo de pruebas, se consideró como referencia el punto inicial A una gasolinera, misma que beneficio para que el depósito de combustible del vehículo se encuentre lleno en su totalidad, considerando el efecto Venturi que tienen las surtidoras de combustible que detectan la cantidad justa de llenado en el vehículo (Paternina. 2019). La ruta concluye en el punto inicial, en donde se realiza el llenado de combustible, luego de hacer el recorrido de los 14km de distancia, en la que afecto las condiciones climáticas y tráfico, promoviendo el alargue del tiempo.

**Tabla 5.** Datos de pruebas de rutas del vehículo en condición normal

Pruebas	Distancia (km)	Consumo (l)	Tiempo (min)
Prueba 1	14	1.10	40
Prueba 2	14	1.22	49
Prueba 3	14	1.18	45
Prueba 4	14	1.14	42
Prueba 5	14	1.23	50
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>5.87</b>	<b>226</b>

### 3.1.4 Pruebas de consumo de combustible del vehículo con el dispositivo ECO OBD2 implementado

Para la presente prueba se efectúa en la ruta bajo las mismas circunstancias de prueba del numeral 3.1.3, a diferencia del uso del dispositivo ECO OBD2 que se emplea al vehículo conectado al puerto OBD-II del mismo.

**Tabla 6.** Datos de pruebas de ruta del vehículo con el dispositivo ECO OBD2

Pruebas	Distancia (km)	Consumo (l)	Tiempo (min)
Prueba 1	14	1.05	41
Prueba 2	14	1.19	52
Prueba 3	14	1.14	47
Prueba 4	14	1.10	45
Prueba 5	14	1.19	53
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>5.67</b>	<b>238</b>

### 3.1.5 Alcance estimado del funcionamiento del dispositivo ECO OBD2 para la disminución del consumo

El dispositivo ECO OBD2 es una herramienta comercial, que hoy en día se ha repartido alrededor de todo el mundo, ofertando ahorrar un consumo de combustible del 15%. Esta

investigación ha sido desarrollada, con el propósito de comprender el funcionamiento y su cumplimiento del porcentaje dispuesto por el fabricante; sin embargo, una vez realizado los estudios de este dispositivo se ha conseguido comprender el funcionamiento; como se observa en la Figura 2 una cartografía general del mapa de inyección del vehículo considerando todos los valores proporcionados por la ECU para comprender el estado y considerarla como referencia.

En la Tabla 4 se muestra los parámetros importantes que intervienen en el proceso de inyección de combustible. Al ser utilizado el dispositivo ECO OBD2 juntamente con el scanner automotriz permite notar los valores que pueden ser alterados bajo el uso del dispositivo al momento de encender el vehículo. Para la Figura 7 por medio del software WinOLS se puede realizar la selección de datos requeridos, en este caso datos como valores del sensor de oxígeno, ajuste de combustible a corto y largo plazo, carga relativa, posición de acelerador entre otros datos que permiten obtener información del sistema de inyección del vehículo. En comparativa las gráficas son similares, no existe valores de cambio notorios, por ende, la cartografía no tiende a someterse a ningún cambio puntual.

Superficialmente se observa similitud dentro de los datos, sin alteración de parámetros, sin embargo, adentrándonos más a valores se reconoce que el dispositivo ECO OBD2 afecta a la señal del sensor de oxígeno, provocando que la mezcla aire – combustible sea empobrecida. Debido a esto se enfoca al ancho de pulso del inyector como objetivo de estudio, descubriendo que existe un cambio en valores de ajuste de combustible a corto plazo al momento que el vehículo procede a detenerse. En la Figura 7 se puede evidenciar una comparación del consumo de combustible del vehículo normal y bajo el uso del dispositivo ECO OBD2.

**Tabla 7.** Comparativa de datos de consumo del vehículo

Pruebas	Distancia (km)	Consumo (l)	Tiempo (min)
Vehículo en condición normal	70	5,87	226

vehículo con dispositivo ECO OBD2	70	5,67	238
-----------------------------------	----	------	-----

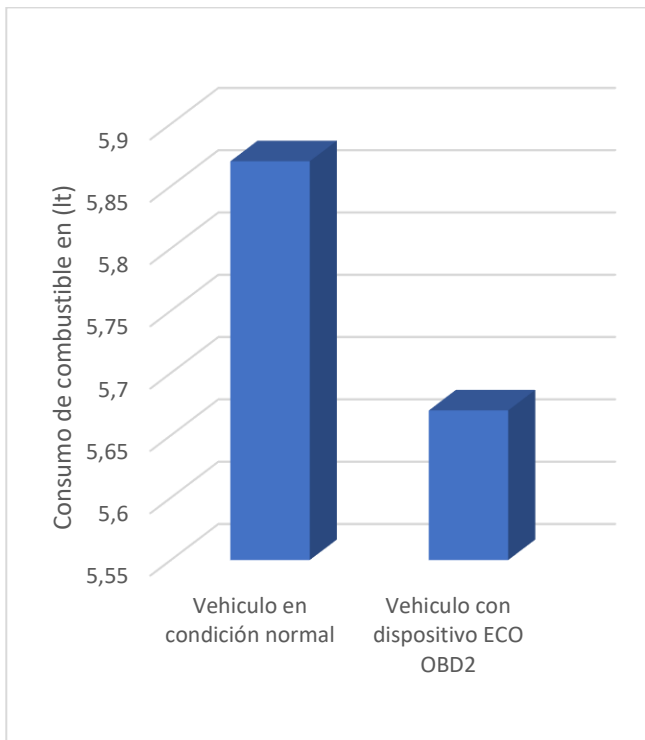


Figura 7. Comparación consumo de combustible

## 4. Conclusiones

La obtención de las cartografías conllevó un proceso muy extenso, bajo el requerimiento de herramientas sofisticadas que intervienen en el proceso de lectura, escritura de las ECU en los vehículos. En la obtención de las cartografías se puede evidenciar el desempeño del motor de los vehículos o algún sistema que requiera información sofisticada. En este caso se llevó a cabo dentro del sistema de inyección de combustible en el vehículo de pruebas Nissan Versa 1.6, bajo dos requerimientos: el vehículo en condición normal y el vehículo sometido al dispositivo ECO OBD2, mismas que al ser comparadas no influyen de manera directa.

El dispositivo ECO OBD2 cumple un rendimiento de optimización de combustible menor al establecido por el fabricante, debiendo considerar que la ECU siempre tratará de

corregir valores que estén fuera de los rangos establecidos para la cual es diseñada.

El dispositivo se puede emplear en cualquier tipo de vehículo, ya que el único requerimiento es tener el puerto de ingreso OBD-II en el vehículo, pero, no se garantiza la misma funcionalidad en todo el sector automotor.

Entre las pruebas realizadas se alcanza a interpretar el nivel de consumo ante las condiciones sometidas del vehículo, que asimila la variación del valor de ajuste a corto plazo, teniendo resultados en condiciones normales de 5,47% y bajo el uso del dispositivo de 14,84% en fase en ralentí, ya que es el único punto de valor de cambio notorio.

El dispositivo ECO OBD2 se lo consideraría en este caso como ayuda para la zona urbana, ya que en esta situación el vehículo es sometido a varias paradas por diversos motivos, pero el automóvil siempre en funcionamiento.

## Referencias

- Arciniega García, F. R., & Fultán Fultán, J. A. (2020). *Reprogramación de funciones especiales en vehículos modernos aplicando Ingeniería inversa a registros de memorias y microcontroladores de módulos automotrices* (Bachelor's thesis).
- Arias Montaña, E. I., y Ludeña Ayala, J. A. (2018). *Estimación del consumo de combustible y niveles de emisiones contaminantes de un vehículo de categoría M1 en rutas con mayor grado de saturación en la ciudad de Cuenca* (Bachelor's thesis). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15325>
- Autel (2023). La solución de diagnóstico automotriz: el MS906 Pro. Autel. <https://equiposautel.com/2023/05/18/la-solucion-de-diagnostico-automotriz-el-ms906-pro/#:~:text=Ficha%20t%C3%A9cnica%20del%20Maxisys%20MS906Pro%20Pantalla%3A%20Pantalla%20t%C3%A9>

- ictil,V200%20compatible%20con%20los%20C3%BAltimos%20protocolos%20de%20comunicaci%C3%B3n
- Bernal, C., Muñoz, . M., Ruiz, C., Prieto, M., y Candidata, A. (2016). Selección del sistema de propulsión de un vehículo urbano con bajo consumo de combustible-Propulsion System Selection Applied in a Low Fuel Consumption Urban Vehicle. *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, 17(33), 41-53. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/2153>
- Castillo, A. y Castro, J. (2020) “Análisis de rendimiento, consumo y emisiones generadas por los vehículos híbridos,” *Dep. Ciencias la Energía y Mecánica*, vol. Ingeniería, no. October
- Chele, D. G. (2017). 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. *INNOVA Res. J.*, vol. 2, (12) doi: 10.33890/innova.v2.n12.2017.527.
- Chimbo, Á. R., Milla, J. L., Guasgua, J. A., y Luksat, V. A. (2021). Conducción ecológica: evaluación de los parámetros operacionales del Motor de Encendido Provocado (MEP) en una ruta mixta de la ciudad de Quito. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, 8(1), 18-24. <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/552>
- Espinoza Cuadrado, J., Pantoja Villacís, D., Castro Herrera, C., Sangovalín Chuilisa, J., y Villamarín Molina, J. (2022). Consumo de combustible frente a la eco conducción y tráfico en una ruta mixta en la ciudad de Quito. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(2), 85-96. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-76972022000100085&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-76972022000100085&script=sci_arttext)
- ECUADOR INEC, “INEC,” *INEC*, 2023.
- Flores, P. X. A., Cuadrado, J. S. E., Villacís, D. P., Herrera, C. C., Chuilisa, J. S., & Rocha, J. S. R. (2023). Prototipo de asistente electrónico para entrenamiento y valoración en estrategias de eco conducción para vehículos M1 por OBD II. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(47), 58-74. <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/644>
- Godiag. (2022). GODIAG GT100+AUTO TOOLS OBD II Breakout Box ECU Connector User Manual. Manuals.plus. <https://manuals.plus/godiag/gt100auto-tools-obd-ii-breakout-box-ecu-connector-manual.pdf>
- López Terán, J. L. (2013). Evaluación del consumo de combustible de vehículos livianos en el Distrito Metropolitano De Quito (Master's thesis, Quito: EPN, 2013).
- Paternina Cantillo, E. A. (2019). Guía de diseño estructurada para instalaciones eléctricas especiales en estaciones de servicio.
- Paz, P., Moreno, R., Pozo, R., y Larrea, N. (2018). Caracterización y comparación del modelo termodinámico Otto y cima para la predicción de torque, potencia y consumo de un motor de combustión interna SI y validación experimental. *Ciencia Digital*, 2(2), 581-605. <https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/121>
- Quezada Cordero, A. S., Neira Alvarado, D. F., Arias Faicán, J. D., Moscoso Sarmiento, C. A., & Quito León, B. F. (2019). Diagnóstico de sensores TPS y MAF en un motor Hyundai sonata 2.0 mediante el uso de scanner automotriz y osciloscopio.
- Sagastume, E. (2016). *Comparación termodinámica entre los ciclos de potencia Otto, en un Toyota Yaris, y Atkinson, en un Toyota Prius* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Rocha Hoyos, J. C., y Zambrano León, V. D. (2015). *Análisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos* (Master's thesis, Quito, 2015.). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9120>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). NTE INEN 2656. Quito.



