



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

**ESTUDIO COMPARATIVO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS
CICLO DIÉSEL CON EL DISPOSITIVO PLUG & DRIVE ECO OBD2 EN EL
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.**

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

AUTOR: ANTONY SEBASTIÁN GUZMÁN CEVALLOS

TUTOR: MARIO ALEXANDER PERALVO CLAVÓN

Quito - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Antony Sebastián Guzmán Cevallos con documento de identificación N° 1004292601 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, 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, 6 de agosto del año 2024

Atentamente,



Antony Sebastián Guzmán Cevallos

Antony Sebastián Guzmán Cevallos
1004292601

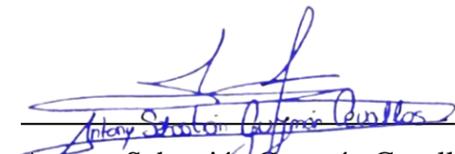
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Antony Sebastián Guzmán Cevallos con documento de identificación No. 1004292601 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: “Estudio comparativo de emisiones contaminantes en vehículos ciclo diésel con el dispositivo plug & drive ECO OBD2 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.

la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 6 de agosto del año 2024

Atentamente,



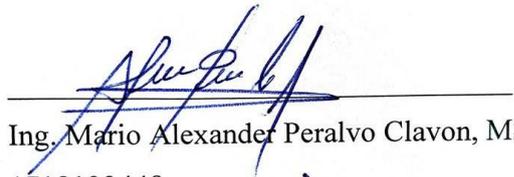
Antony Sebastián Guzmán Cevallos
1004292601

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mario Alexander Peralvo Clavon con documento de identificación N° 1718133448, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO COMPARATIVO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS CICLO DIÉSEL CON EL DISPOSITIVO PLUG & DRIVE ECO OBD2 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, realizado por Antony Sebastián Guzmán Cevallos documento de identificación N° 1004292601 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, 6 de agosto del año 2024

Atentamente,



Ing. Mario Alexander Peralvo Clavon, MSc.
1718133448

DEDICATORIA

Querida Karol Caiza, he culminado un capítulo muy significativo en mi vida, gracias a tu apoyo incondicional durante este proceso de investigación. Gracias por creer en mí, por apoyarme, por darme los ánimos de no desfallecer en los momentos más difíciles durante este proceso de indagación y darme los ánimos necesarios para poder salir adelante. Este logro también es tuyo por haberme inspirado, he impulsado para lograr crecer, así como persona y como un profesional.

Que este trabajo de titulación sea una muestra del gran aprecio y amor que brindo hacia ti como mi pareja, que ligados por el amor sigamos aprendiendo y siempre mejorando, espero seguir compartiendo muchos momentos más de alegrías junto a ti y seguir creciendo como personas juntos. Te quiero mucho, nunca dudes sobre eso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar por concederme la sabiduría, salud y la fuerza necesaria para poder culminar este trabajo de titulación.

Agradezco a mis grandiosos padres Inés y Alfredo por su incondicional apoyo desde mi niñez hasta la presente fecha, por sus sabios consejos y por la dedicación al formarme primeramente como persona y como ser humano. Sus bendiciones y motivaciones son las que me han impulsado a seguir adelante y a aprender a superar los obstáculos y cumplir mis metas y objetivos. Sin su apoyo no pudiese estar en el lugar que ahora me encuentro.

Agradezco a mis hermanos Luis y Danny por ser mis pilares y por ser un gran ejemplo para seguir como profesionales y como personas de bien. También por brindarme la confianza y el asesoramiento durante todo este largo trayecto a seguir para lograr cumplir mi meta.

Agradeciendo también a la Gloriosa Universidad Politécnica Salesiana una institución de alto valor y de aprendizaje, ya que cuenta con personal altamente capacitado y con equipamiento moderno para la formación de profesionales he podido culminar con mi trabajo de titulación.

Ingeniero Ángel Paucar director de carrera de la facultad de Ingeniería Automotriz, gracias por su dedicación y seguimiento académico de cada uno de los estudiantes de la carrera, su preocupación y ánimos me han inspirado a seguir adelante en mi camino como profesional.

Ingeniero Alexander Peralvo, agradeciéndole por su esfuerzo, su asesoramiento, y sus consejos avanzare a ser un gran profesional.

ESTUDIO COMPARATIVO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS CICLO DIÉSEL CON EL DISPOSITIVO PLUG & DRIVE ECO OBD2 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

A COMPARATIVE STUDY OF THE POLLUTANT EMISSIONS OF VEHICLES WITH A DIESEL CYCLE AND THE PLUG & DRIVE ECO OBD2 DEVICE IN THE METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO

Antony Guzmán¹

Resumen

En la investigación se evaluó la efectividad del dispositivo ECO OBD II en la reducción de emisiones contaminantes de vehículos diésel. Se analizaron las emisiones de CO, CO₂, O₂, NO_x y HC en tres vehículos: Hyundai HDL36 4x2, Chevrolet D-Max 4x2 y Toyota Fortuner 4x2, con y sin el uso del dispositivo. Los resultados mostraron que la instalación del ECO OBD II no mejoró sustancialmente las emisiones. Aunque se observó una disminución en CO y HC, el aumento en O₂ y la variabilidad en CO₂ y NO_x sugieren que el dispositivo no optimiza la combustión como se publicita. Las variaciones podrían deberse a las condiciones climáticas y al estilo de manejo, más que al dispositivo en sí. La efectividad del ECO OBD II es cuestionable, y factores como la precisión del equipo de medición influyen significativamente en los resultados. Es crucial que el vehículo alcance su temperatura ideal de trabajo para obtener mediciones precisas.

Palabras Clave: Emisiones, Diésel, ECO OBD II, Contaminantes.

Abstract

This project evaluated the effectiveness of the ECO OBD II device in reducing pollutant emissions from diesel vehicles. CO, CO₂, O₂, NO_x and HC emissions were analyzed in three vehicles: Hyundai HDL36 4x2, Chevrolet D-Max 4x2 and Toyota Fortuner 4x2, with and without the use of the device. The results showed that the installation of ECO OBD II did not significantly improve emissions. Although a decrease in CO and HC was observed, the increase in O₂ and variability in CO₂ and NO_x suggest that the device does not optimize combustion as advertised. Variations may be due to weather conditions and driving style rather than the device itself. The effectiveness of ECO OBD II is questionable, and factors such as the accuracy of the measurement equipment significantly affect the results. It is critical that the vehicle reach its ideal operating temperature to obtain accurate readings.

Keywords: Emissions, Diesel, ECO OBD II, Pollutants.

1. Introducción

El Distrito Metropolitano de Quito enfrenta persistentes desafíos de contaminación atmosférica, con una notable contribución proveniente del sector automotriz. Dentro de este sector, los vehículos diésel emergen como destacados emisores de gases nocivos, siendo responsables de la liberación de contaminantes tales como CO, O₂, CO₂, NO_x y HC, entre otros. Estos gases, cruciales en el proceso de combustión diésel, representan una amenaza significativa para el medio ambiente y la salud humana.

El aire contaminado en el Distrito Metropolitano de Quito, principalmente generado por vehículos, se agrava por la calidad muy baja en los combustibles y la altitud de la ciudad. En 2022, solo el 22% de los días cumplió con los estándares de calidad del aire, con 41 días menos con respecto al año anterior. Las áreas más afectadas son Carapungo y San Antonio de Pichincha. Aunque se han mejorado los combustibles, la exposición a la contaminación vehicular diaria, especialmente por vehículos diésel, sigue siendo alta. Se utilizará el dispositivo ECO OBD2 en vehículos diésel para recopilar datos sobre emisiones, permitiendo optimizar el rendimiento del motor y reducir la contaminación de manera inmediata (PLAN V, 2023; PetroEcuador, 2022).

Se destaca que el parque vehicular ecuatoriano está compuesto por diversas categorías de vehículos, principalmente gasolina y diésel, que emiten diferentes tipos de contaminantes. Además, se resalta la preocupación global por las emisiones contaminantes generadas por los vehículos diésel, especialmente NO_x, CO₂, CO, y HC, y se enfoca en los motores diésel los cuales funcionan con un exceso de aire, lo que reduce las emisiones de HC, CO y NO_x. También se describe el uso del puerto OBD II para recopilar la lectura de datos referentes al consumo de combustible y las emisiones de gases relevantes

para el estudio (Freire, 2021; Garcés & Chiquito, 2023).

El proceso de desarrollo consistirá en utilizar vehículos diésel tipo livianos Chevrolet Dmax 4x2, un Toyota Fortuner 2.4L y un camión Hyundai HD36L para realizar recorridos con y sin el dispositivo ECO OBD2 plug & drive instalado. Se empleará un analizador de gases Kane auto plus 4-2 para medir CO, CO₂, HC y NO_x durante los recorridos. Se realizará un trayecto de aproximadamente 30 kilómetros en el Distrito Metropolitano de Quito. Los datos recopilados se analizarán para detectar disparidades en las emisiones entre vehículos con y sin el dispositivo. Además, se evaluará la eficacia del dispositivo en la reducción de emisiones y se considerará la respectiva normativa. Los resultados serán útiles para comprender mejor el impacto del dispositivo en la reducción de la contaminación.

2. Metodología

A continuación, se presentó la metodología práctica del proyecto, en la cual se detalló los vehículos utilizados, los equipos y software empleados para la recolección de datos y la ruta planificada para el recorrido. Este apartado es fundamental para comprender los pasos específicos que se siguió para llevar a cabo el proyecto, asegurando así la precisión y el análisis de los datos recopilados.

2.1. Vehículos para el análisis del estudio.

En un estudio enfocado en vehículos diésel, se seleccionaron tres modelos para el mercado automotor en Ecuador: Chevrolet D-Max CRDI 4x2 2022, Hyundai HDL36 4X2 2019 y Toyota Fortuner 2.4L 4x2 2022. Estos vehículos fueron seleccionados por su relevancia y popularidad en el mercado, es posible valorar y evaluar de manera integral esta categoría.

Tabla 1. Chevrolet D-Max CRDI 4x2

Año	2022
Motor	2,5L Turbo Diésel CRDI
Potencia	130 HP
Torque	320 Nm
Alimentación	CRDI
Trasmisión	5 velocidades
Tracción	4x2



Figura 1. Chevrolet D-Max 4x2 (Chevrolet, 2022).

Tabla 2. Hyundai HDL36 4X2

Año	2019
Motor	2,5L Turbo Diésel
Potencia	128 HP
Torque	250 Nm
Alimentación	Diésel
Trasmisión	6 velocidades
Tracción	4x2



Figura 2 Hyundai HDL36 (Hyundai, 2022).

Tabla 3. Toyota Fortuner 2.4L 4x2

Año	2022
Motor	2,4L DOHC Turbo Diésel
Potencia	148 HP
Torque	400 Nm
Alimentación	Diésel
Trasmisión	6 velocidades
Tracción	4x2



Figura 3. Toyota Fortuner (Toyota, 2022).

2.2. Equipos y Software

Kane EGA5

Para la toma de datos se utilizó el analizador de gases Kane EGA5, un dispositivo avanzado capaz de medir con precisión los gases CO, CO₂, HC, NO_x y O₂. Entre sus características más destacadas se incluyen un tiempo de calentamiento rápido menor a 2 minutos, lo que permite una pronta puesta en marcha. Además, cuenta con opciones de comunicación a PC y dispositivos Android a través de Bluetooth y RS-232, facilitando la transferencia de datos. Su memoria tiene capacidad para almacenar hasta 500 pruebas, y su diseño está pensado para un mantenimiento sencillo, esto lo convierte en una herramienta eficiente y fácil de usar en el análisis de emisiones (GlobalTech, 2024).



Figura 4. Kane EGA5.. Kane EGA5 (2024).

ECO OBD2 plug & drive

El ECO OBD2 Plug & Drive es un dispositivo de ajuste de chips para vehículos diésel que se

conecta al puerto OBD2, fácil de instalar y compatible con todos los automóviles desde 1996. Funciona reasignando la Unidad de Control del Motor (ECU) basándose en los protocolos OBD2 y se ajusta a los hábitos del conductor, con la finalidad de minimizar el consumo de combustible y de emisiones, mejorando así la economía y el rendimiento del motor (EcoOBD2, 2024).



Figura 5. *Eco OB2 II* (EcoOBD2, 2024).

Software Excel

Excel tiene la capacidad de representar datos de manera eficiente y visualmente atractiva, lo cual es ideal para manejar los datos obtenidos por el analizador de gases. Utilizando sus herramientas de gráficos y tablas, Excel permite organizar, analizar y presentar los valores medidos de CO, CO₂, HC, NO_x y O₂ de forma clara y comprensible. Esto facilita la identificación de patrones, tendencias y discrepancias en las emisiones (Excel, 2024).



Figura 6. *Microsoft Excel*. Excel (2024).

2.3. Ruta

Para el análisis de datos se ha definido una ruta de 18 kilómetros para la realización de pruebas de emisión de gases en el Distrito Metropolitano de Quito. El recorrido se extiende en dirección Sur-Norte, iniciando en la Avenida Simón Bolívar, cerca de la Vía del Oleoducto, y finalizando en el barrio de las Casas. Esta ruta ha sido seleccionada estratégicamente para abarcar una variedad de condiciones de tránsito y características geográficas que representan el entorno urbano típico de la ciudad. La duración estimada del trayecto es de 27 minutos, lo cual permite una evaluación completa y representativa de las emisiones vehiculares. A lo largo de este recorrido, se recopilarán datos esenciales para analizar los niveles de contaminantes y evaluar la eficiencia de las medidas de control de emisiones implementadas en la ciudad.

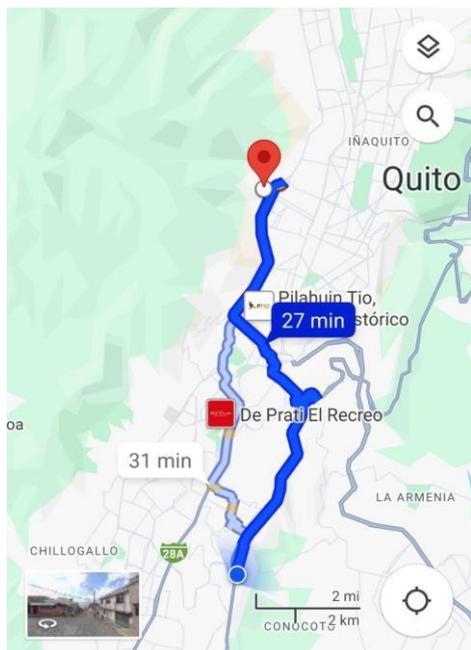


Figura 7. Ruta. Google Maps (2024)

2.4. Normativa de revisión técnica Vehicular

Normativa NTE INEN 2207:2002

La norma NTE INEN 2207:2002 de Ecuador establece límites permisibles para las emisiones de los vehículos diésel. La norma se aplica a los vehículos terrestres móviles con más de tres ruedas y motor a diésel. Sin embargo, la directiva no se aplica a vehículos que no sean diésel o motores de pistón libre, estacionarios, a diésel, de locomotoras, aviones, de maquinaria agrícola, y equipos utilizados en aplicaciones industriales y de construcción (INEN, 2002).

Tabla 4. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de diésel a partir del año modelo 2000

Categoría	Vehículos Livianos	Vehículos Medianos	Vehículos pesados
Peso bruto del vehículo kg	Todos	≤ 3860	> 3860

Peso del vehículo cargado kg	Todos	≤ 1700	Todos
CO (g/km)	2,10	6,2	15,5
HC (g/km)	0,25	0,5	1,3
Partículas (g/km)	0,62	0,75 – 1,1	0,16 – 0,28
NO _x (g/km)	0,12	0,16 – 0,28	0,10

2.5. Catalizador y Sensor de Oxígeno

Catalizador

A partir de 1975, tras la exigencia de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de reducir la contaminación en un 75%, los fabricantes estadounidenses comenzaron a incluir estos convertidores en los vehículos. Este dispositivo se encuentra cerca del colector de escape del motor y está compuesto por un sustrato cerámico monolítico con una estructura de panel, impregnado con metales nobles como platino (Pt), paladio (Pd) y rodio (Rh). Estos metales aceleran las reacciones químicas sin participar en ellas: Pt y Pd permiten la oxidación, mientras que Rh reduce gases nocivos. Para soportar las altas temperaturas, el convertidor está aislado térmicamente. Los convertidores catalíticos son ampliamente utilizados en diversos tipos de transporte debido a su eficacia en la reducción de contaminantes (Marin & Saldarriaga, 2023).

Sensor de Oxígeno

El sensor de oxígeno (O₂) es uno de los sensores clave del vehículo, junto con los de temperatura de entrada de aire (IAT), flujo másico de aire (MAF), temperatura del refrigerante del motor (ECT), posición del cigüeñal (CKP), posición del árbol de levas (CMP), posición de la mariposa de aceleración (TPS) y presión del múltiple de

admisión (MAP). Una falla en el sensor O2 puede provocar problemas como consumo excesivo de combustible, aumento de emisiones contaminantes, daño en las partes internas del motor y daño al convertidor catalítico. Su trabajo es medir la cantidad de oxígeno en los gases de escape y proporcionar información a la ECU sobre la mezcla de combustible-aire, permitiendo ajustes que optimizan el rendimiento del motor y reducen las emisiones (Coral & Farinango, 2023).

2.6 Cálculo del Valor Porcentual Para determinar el valor porcentual, se utilizará la siguiente fórmula:

$$V. Porcentual = \frac{|V. final - V. Inicial|}{V. inicial} * 100$$

2.7. Procedimiento de Pruebas

Preparación de Equipos y Vehículos

- Verificar que los vehículos diésel (Chevrolet D-Max CRDI 4x2, Hyundai HDL36 4x2, y Toyota Fortuner 2.4L 4x2) se encuentren en buenas condiciones mecánicas y con niveles de combustible adecuados.

Calibración del Analizador de Gases

- Encender el analizador de gases Kane Auto Plus 4.2 y dejar que se caliente durante al menos de 2 minutos.
- Revisar que el analizador esté correctamente calibrado y listo para medir los gases CO, CO₂, HC, NO_x y O₂.

Ruta de Prueba

- Recorrer la ruta desde el Sur hasta el Norte del Distrito Metropolitano de Quito.

Primera Fase de Pruebas (Sin ECO OBD2)

- **Chevrolet D-Max CRDI 4x2**
 1. Conectar el analizador de gases al vehículo.
 2. Iniciar el recorrido definido desde el Sur hasta el Norte de Quito.
 3. Registrar las lecturas de gases (CO, CO₂, HC, NO_x y O₂) al inicio, durante y al final del recorrido.
- **Hyundai HDL36 4x2**
 1. Repetir el mismo procedimiento de conexión y recorrido.
 2. Registrar las lecturas de gases de la misma manera.
- **Toyota Fortuner 2.4L 4x2**
 1. Repetir el procedimiento de conexión y recorrido.
 2. Registra las lecturas de gases de la misma manera.

Instalación del ECO OBD2 Plug & Drive

- Conectar el ECO OBD2 Plug & Drive diésel en cada uno de los tres vehículos.
- Hay que asegurar que cada dispositivo esté correctamente instalado y en funcionamiento.

Segunda Fase de Pruebas (Con ECO OBD2)

- **Chevrolet D-Max CRDI 4x2**
 1. Conectar de nuevo el analizador de gases al vehículo.
 2. Realizar el mismo recorrido definido.

3. Registrar las lecturas de gases al inicio, durante y al final del recorrido.
- **Hyundai HDL36 4x2**
 1. Repetir el mismo procedimiento de conexión y recorrido.
 2. Registra las lecturas de gases de la misma manera.
 - **Toyota Fortuner 2.4L 4x2**
 1. Repetir el procedimiento de conexión y recorrido.
 2. Registrar las lecturas de gases de la misma manera.

Análisis de Datos

- Transferir los datos obtenidos del analizador de gases a Excel.
- Organizar los datos en tablas y gráficos para cada vehículo, comparando las lecturas de gases antes y después de la instalación del ECO OBD II.

Evaluación de Resultados

- Analizar la diferencia de emisiones de gases de cada vehículo con y sin ECO OBD II.
- Determinar si el Diesel ECO OBD II Plug & Drive es eficaz para reducir las emisiones.

2.8. Gráficas de emisiones de gases obtenidos por el analizador de gases Kane EGA5 sin el uso de ECO-OBD II Diésel

Para el análisis de datos se opto por realizar dos tipos de gráficas. La primera a la izquierda que permite una mejor visualización de las emisiones de cada uno de los gases. La cual se encuentra representada por un eje X horizontal que simboliza el número de iteraciones o datos recibidos por el analizador y el eje Y que representa en valor de las emisiones obtenidas. Por su parte a lado derecho un segundo gráfico conocido como Bigotes de Gato para el análisis de datos debido a que permite comprender mejor la tendencia de los datos.

Chevrolet D-Max 4x2

CO

La gráfica 8 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 0,10% y 0,16%, con una mediana de 0,13%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. Los valores atípicos, aunque presentes, no son extremos, lo que sugiere una distribución bastante consistente y centrada en torno a la mediana.

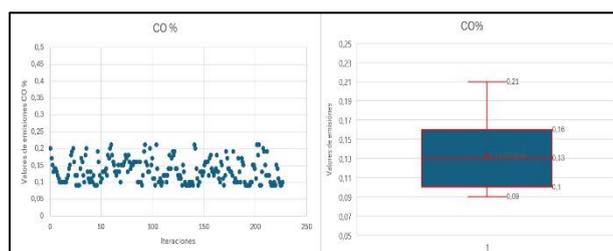


Figura 8. Gráfica de emisiones del gas Óxido de Carbono

CO₂

El gráfico 9 indica que la mayoría de las mediciones de CO₂ están concentradas entre 2,7% y 3,9%, con una mediana de 3,3%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. Los valores extremos, aunque presentes, no se alejan mucho del rango intercuartílico, lo que sugiere una distribución relativamente equilibrada y centrada en torno a la mediana.

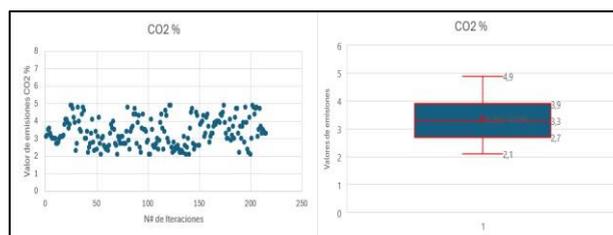


Figura 9. Gráfica de emisiones del gas Dióxido de Carbono

O₂

Este gráfico 10 indica que la mayoría de las mediciones de O₂ están concentradas entre 15,04% y 16,87%, con una mediana de 15,93%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. El valor de la mediana se acerca a los valores superiores por lo que se establece que los valores son más cercanos al valor del rango medio más alto.

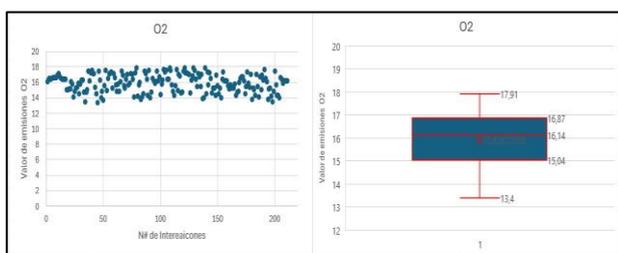


Figura 10. Gráfica de emisiones del oxígeno

HC

El gráfico 11 indica que la mayoría de las mediciones de HC están concentradas entre 2,7 (ppm) y 3,9 (ppm), con una mediana de 3,3 (ppm). Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. Los valores se acercan al valor de la mediana por lo que se interpreta que los valores tienden a un valor de 3,3 ((ppm)).

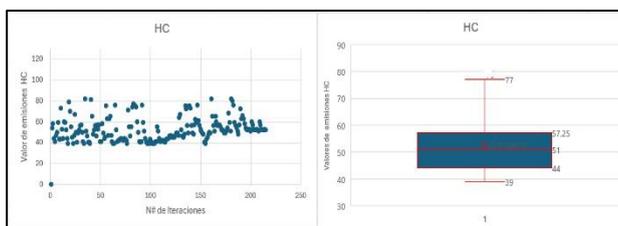


Figura 11. Gráfica de emisiones de Hidrocarburos

NO_x

La gráfica 12 de NO_x muestra una estabilidad predominante en el nivel más bajo de emisiones 1, con algunos picos que duplican el valor 2. Este comportamiento puede indicar un buen control de las emisiones en la mayoría de las situaciones, con incrementos ocasionales posiblemente debido a variaciones en las condiciones de operación del vehículo o el funcionamiento del sistema de control de emisiones

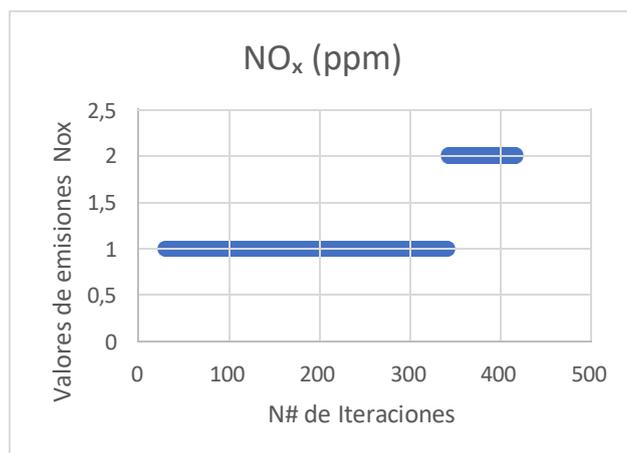


Figura 12. Gráfica de emisiones del gas óxidos de Nitrógeno

Toyota Fortuner 4x2 2.4 L

CO

La gráfica 13 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 0,1% y 0,16%, con una mediana de 0,13%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. Los valores presentes, no son extremos, lo que sugiere una distribución dentro de una tendencia y centrada en torno a la mediana.

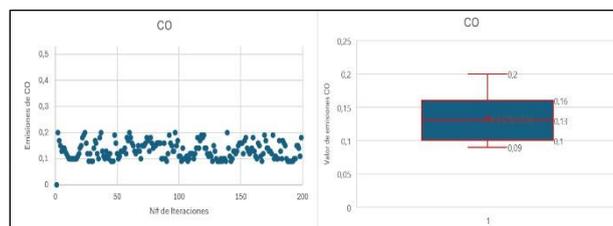


Figura 13. Gráfica de emisiones del gas Óxido de Carbono

CO₂

La gráfica 14 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 2,6% y 4,7%, con una mediana de 3,1%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra cercana al valor bajo por lo que se puede determinar que los valores se acercan más a ese valor.

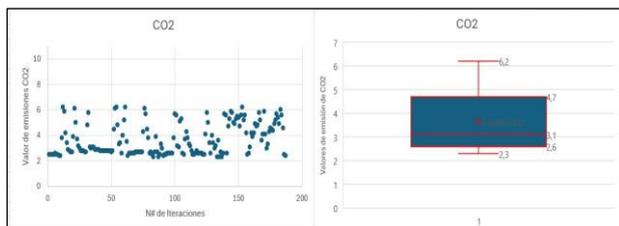


Figura 14. Gráfica de emisiones del Dióxido de Carbono

O₂

Este gráfico 15 indica que la mayoría de las mediciones de O₂ están concentradas entre 14,255% y 16,9%, con una mediana de 16,47%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra dentro de valores altos por lo que sugiere que la tendencia se acerca más a esos valores.

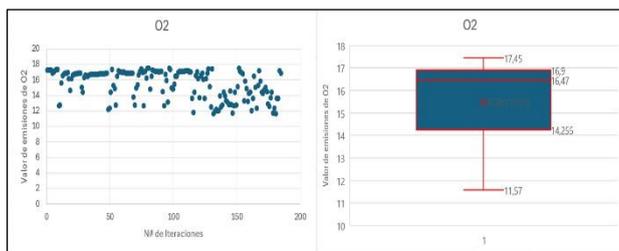


Figura 15. Gráfica de emisiones del gas oxígeno

HC

El gráfico 16 indica que la mayoría de las mediciones de HC están concentradas entre 27(ppm) y 67(ppm), con una mediana de 39,5. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. lo que sugiere una distribución relativamente equilibrada pero más encaminada al valor mínimo.

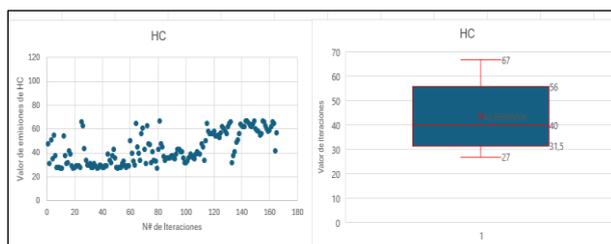


Figura 16. Gráfica de emisiones del gas Hidrocarburos

NO_x

La gráfica 17 de NO_x muestra una estabilidad predominante en el nivel más bajo de emisiones 1, con algunos picos que duplican el valor 2. Este comportamiento puede indicar un buen control de las emisiones en la mayoría de las situaciones, con incrementos ocasionales posiblemente debido a variaciones en las condiciones de operación del vehículo o el funcionamiento del sistema de control de emisiones

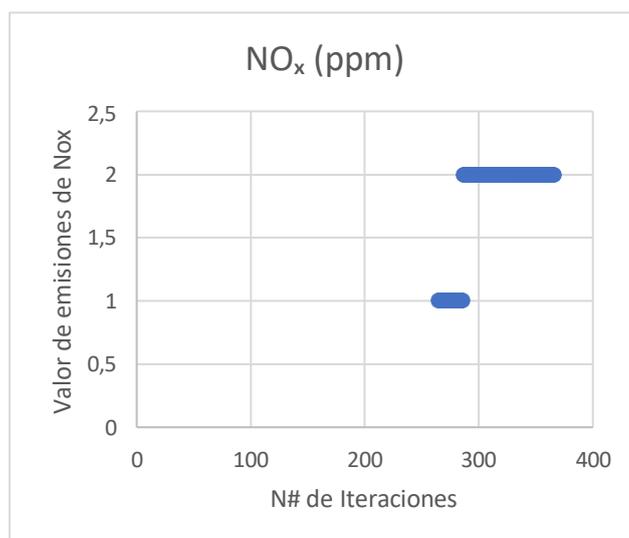


Figura 17. Gráfica de emisiones del gas óxidos de Nitrógeno

Hyundai HDL36 4X2

CO

La gráfica 18 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 0,04% y 0,07%, con una mediana de 0,05%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

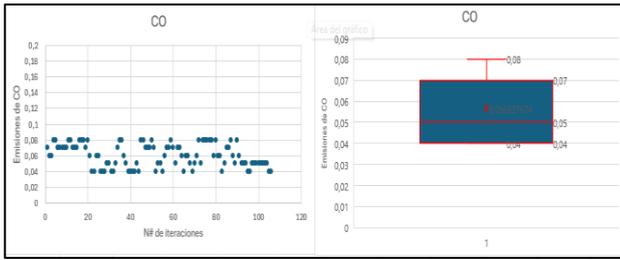


Figura 18. Gráfica de emisiones del gas óxido de Carbono

CO₂

La gráfica 19 indica que la mayoría de los datos de CO₂ están concentrados entre 2,2% y 2,6%, con una mediana de 2,3%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra cercana al valor bajo por lo que se puede determinar que los valores se acercan más al valor mínimo.

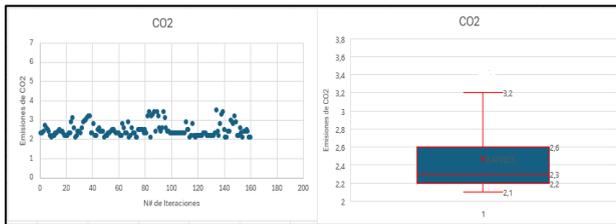


Figura 19. Gráfica de emisiones del gas Dióxido de Carbono

O₂

Este gráfico 20 indica que la mayoría de las mediciones de O₂ están concentradas entre 16,56% y 17,6%, con una mediana de 17,32%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra más cerca del valor superior por lo que se interpreta que los datos son de valores cercanos.

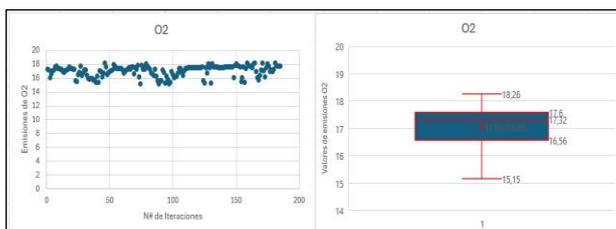


Figura 20. Gráfica de emisiones del oxígeno

HC

El gráfico 21 indica que la mayoría de las mediciones de HC están concentradas entre 1 (ppm) y 3 (ppm), con una mediana de 1 (ppm). Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

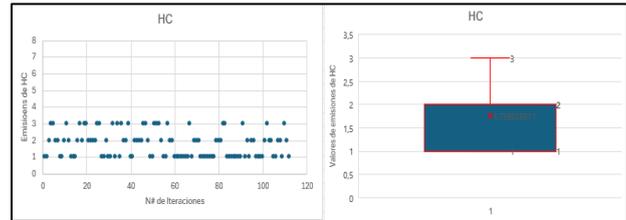


Figura 21. Gráfica de emisiones de Hidrocarburos

NO_x

La gráfica 22 de NO_x muestra una estabilidad predominante en el nivel más bajo de emisiones 1, con algunos picos que duplican el valor 4. Este comportamiento puede indicar un buen control de las emisiones en la mayoría de las situaciones.

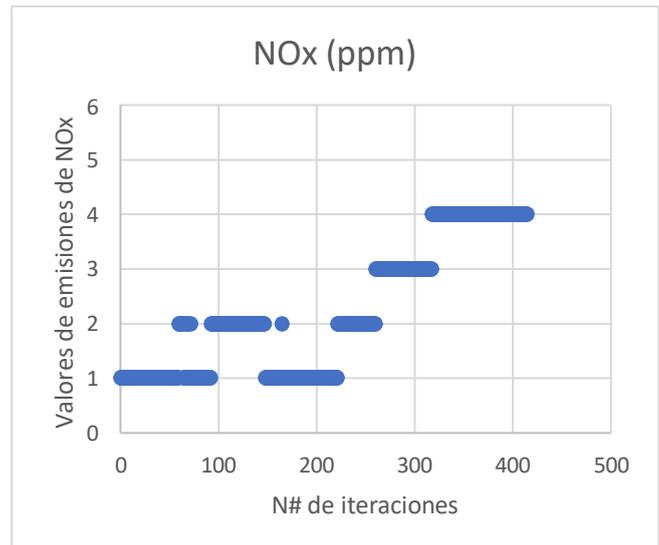


Figura 22. Gráfica de emisiones del gas óxido de Nitrógeno

2.9. Gráficas de emisiones de gases obtenidos por el analizador de gases Kane EGA5 con el uso de ECO-OBd II Diésel
Para el análisis de datos utilizando el ECO OBD-II de igual manera se optó por realizar dos tipos

de gráficas. La primera a la izquierda que permite una mejor visualización de las emisiones de cada uno de los gases. La cual se encuentra representada por un eje X horizontal que simboliza el número de iteraciones o datos recibidos por el analizador y el eje Y que representa en valor de las emisiones obtenidas. Por su parte a lado derecho un segundo gráfico conocido como Bigotes de Gato para el análisis de datos debido a que permite comprender mejor la tendencia de los datos.

Chevrolet D-Max 4x2

CO

La gráfica 23 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 0,06% y 0,13%, con una mediana de 0,09%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

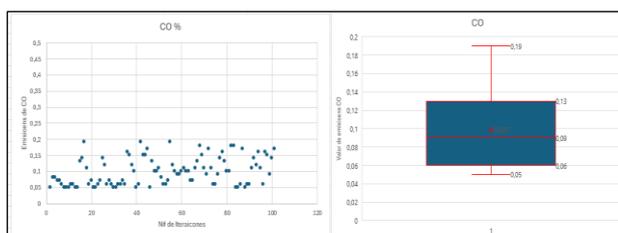


Figura 23. Gráfica de emisiones del gas Oxido de Carbono

CO₂

La gráfica 24 indica que la mayoría de los datos de CO₂ están concentrados entre 2,3% y 3,5%, con una mediana de 2,6%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra cercana al valor menor por lo que se puede determinar que los valores se acercan más al valor mínimo.

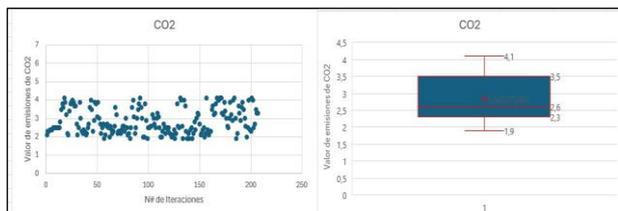


Figura 24. Gráfica de emisiones del gas Dióxido de Carbono

O₂

Este gráfico 25 indica que la mayoría de las mediciones de O₂ están concentradas entre

16,05% y 17,90%, con una mediana de 17,12%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra más cerca del valor superior por lo que se interpreta que los datos son de valores similares.

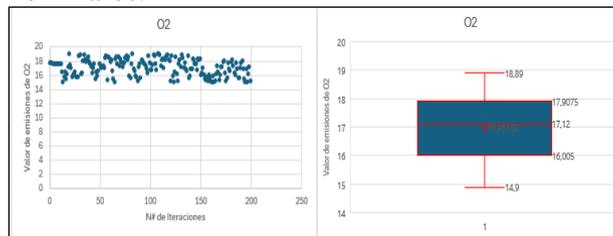


Figura 25 Gráfica de emisiones del oxígeno

HC

El gráfico 26 indica que la mayoría de las mediciones de HC están concentradas entre 2 (ppm) y 4 (ppm), con una mediana de 3 (ppm). Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

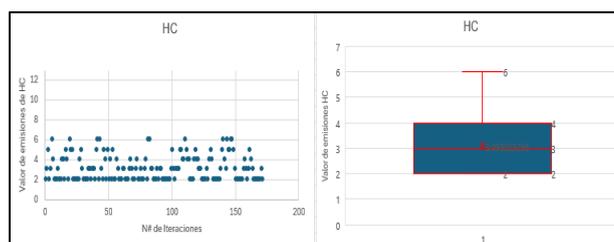


Figura 26 Gráfica de emisiones del Hidrocarburos

NO_x

La gráfica 27 de NO_x muestra una estabilidad predominante de emisiones 1, valor que se mantiene durante la prueba.

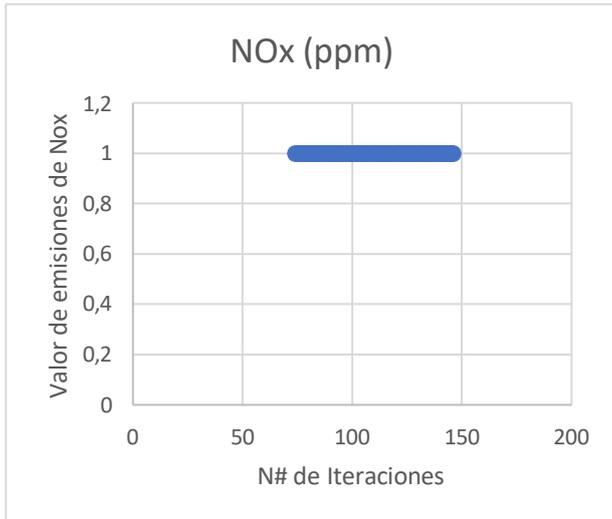


Figura 27 Gráfica de emisiones del gas óxidos de Nitrógeno

Toyota Fortuner 4x2 2.4 L

CO

La gráfica 28 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 0,06% y 0,16%, con una mediana de 0,1%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. Los valores atípicos, aunque presentes, no son extremos, lo que sugiere una distribución bastante consistente pero más encaminada al valor central.

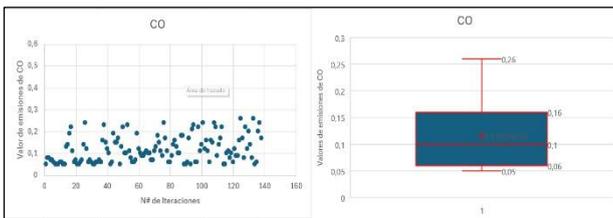


Figura 28 Gráfica de emisiones del gas Óxido de Carbono

CO₂

La gráfica 29 indica que la mayoría de los datos de CO₂ están concentrados entre 2,5% y 3,7%, con una mediana de 2,6%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra cercana al valor menor por lo que se puede determinar que los valores se acercan más al valor mínimo.

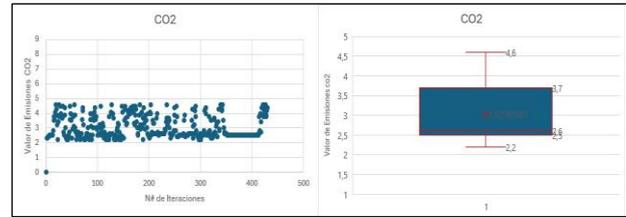


Figura 29 Gráfica de emisiones del Dióxido de Carbono

O₂

Este gráfico 30 indica que la mayoría de las mediciones de O₂ están concentradas entre 15,98% y 17,90%, con una mediana de 17,44%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra más cerca del valor superior por lo que se interpreta que los datos son de valores similares.

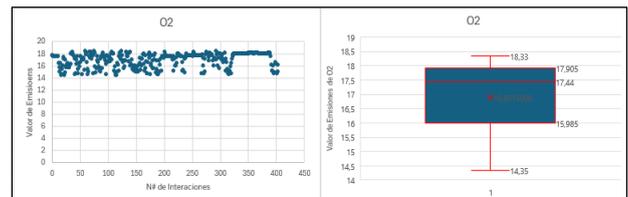


Figura 30 Gráfica de emisiones del oxígeno

HC

El gráfico 31 indica que la mayoría de las mediciones de HC están concentradas entre 2 (ppm) y 5 (ppm), con una mediana de 3 (ppm). Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

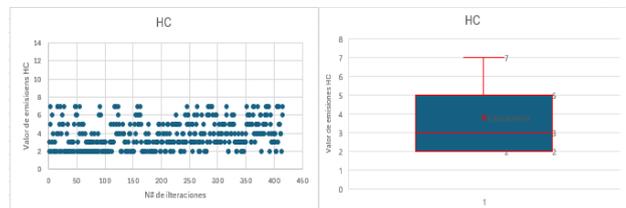


Figura 31 Gráfica de emisiones del gas Hidrocarburos

NO_x

La gráfica 32 de NO_x muestra una estabilidad predominante en el nivel más bajo de emisiones 1, con algunos picos que duplican el valor 4. Este comportamiento puede indicar un buen control de las emisiones en la mayoría de las situaciones.

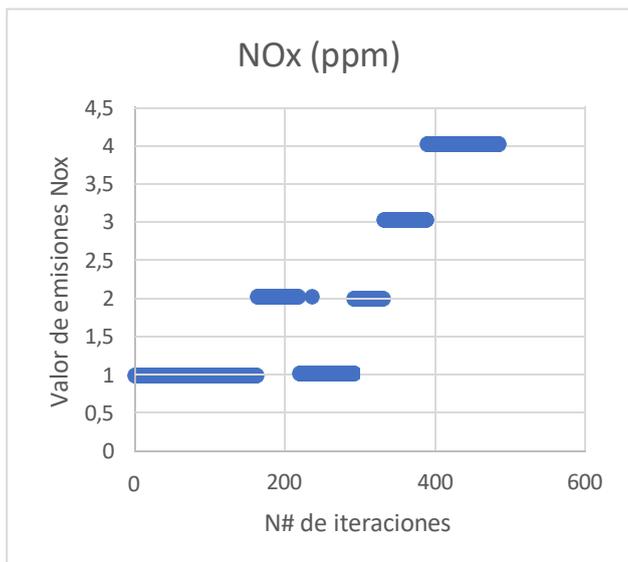


Figura 32 Gráfica de emisiones del gas óxidos de Nitrógeno

Hyundai HDL36 4X2

CO

La gráfica 33 indica que la mayoría de los datos de CO están concentrados entre 0,04% y 0,06%, con una mediana de 0,1%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

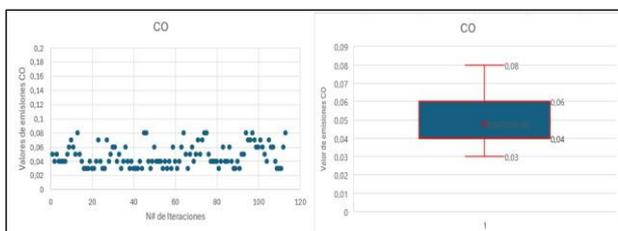


Figura 33 Gráfica de emisiones del gas óxido de Carbono

CO₂

La gráfica 34 indica que la mayoría de los datos de CO₂ están concentrados entre 2,4% y 4,7%, con una mediana de 3,2%, lo que significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra cercana al valor menor por lo que se puede determinar que los valores se acercan más al valor mínimo.

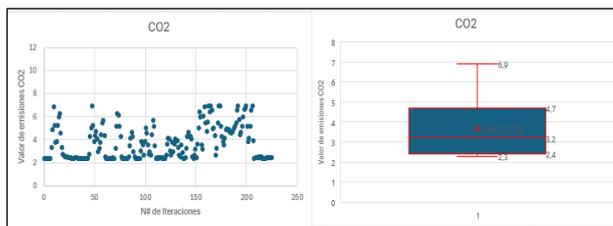


Figura 34 Gráfica de emisiones del gas Dióxido de Carbono

O₂

Este gráfico 35 indica que la mayoría de las mediciones de O₂ están concentradas entre 14,17% y 17,94%, con una mediana de 16,75%. Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor. La mediana se encuentra más cerca del valor superior por lo que se interpreta que los datos son de valores similares.

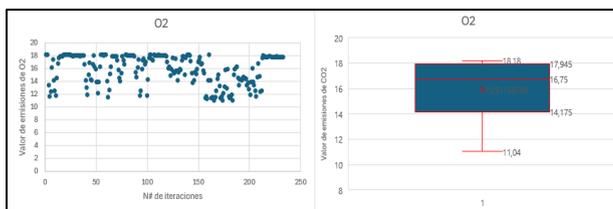


Figura 35 Gráfica de emisiones del oxígeno

HC

El gráfico 36 indica que la mayoría de las mediciones de HC están concentradas entre 2 (ppm) y 4 (ppm), con una mediana de 3 (ppm). Esto significa que la mitad de las mediciones están por debajo de este valor.

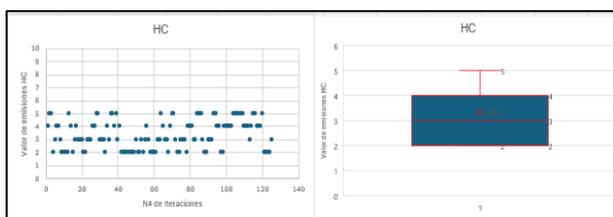


Figura 36 Gráfica de emisiones de Hidrocarburos

NOx

La gráfica 37 de NOx muestra una estabilidad predominante en el nivel más bajo de emisiones 1, con algunos picos que duplican el valor 3. Este

comportamiento puede indicar un buen control de las emisiones en la mayoría de las situaciones.

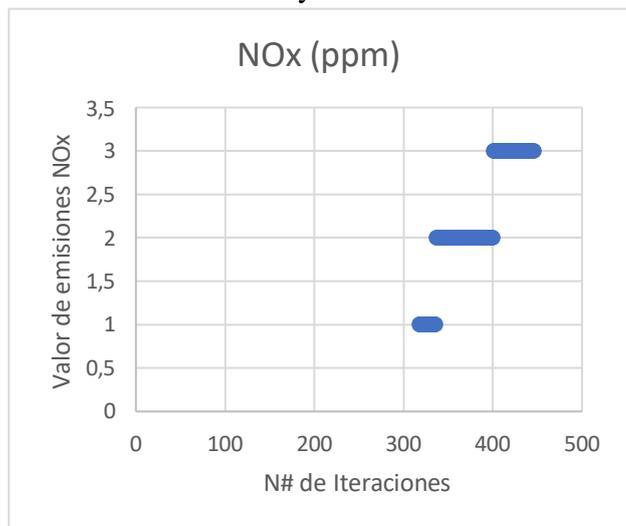


Figura 37 Gráfica de emisiones del gas óxido de Nitrógeno

notables en las emisiones. El CO mostró una variación más contenida, alcanzando un pico de 0.21% y manteniendo una mediana de 0.13%. Los niveles de CO₂ se centraron en 3.3%, fluctuando entre 2.1% y 4.9%, lo que evidencia una mayor consistencia en el rendimiento de la combustión. La presencia de O₂ en el escape fue sustancial, con una mediana de 16.14% y un rango de 13.4% a 17.91%, sugiriendo un excedente significativo de aire no combustionado. Se detectaron cantidades elevadas de HC, con un máximo de 77 (ppm) y una mediana de 51 ((ppm)), indicativo de una combustión que sigue siendo deficiente. Los NO_x se manifestaron en concentraciones de hasta 2 (ppm), reflejando la emisión de estos agentes contaminantes.

3. Resultados y Discusión

Chevrolet D-Max 4X2

Tabla 5. Emisiones Sin uso de ECO OBD II

GAS	VMin	VMa x	RM D	MED
CO %	0,09	0,21	0,1 0,16	0,13
CO ₂ %	2,1	4,9	2,7 3,9	3,3
O ₂ %	13,4	17,91	15,0 4 16,8	16,14
HC (ppm)	39	77	7 44 57,2 5	51
NO _x (pmm)	1	2	—	—

RMD: Rango Medio

MED: Mediana

Al evaluar el vehículo Chevrolet D-Max 4X2 sin el ECO OBD II, se observaron fluctuaciones

Tabla 6 . Uso de ECO OBD II

GAS	VMin	VMax	RMD	MED
CO %	0,05	0,19	0,06 0,13	0,09
CO ₂ %	1,9	4,1	2,3 3,5	2,6
O ₂ %	14,9	18,89	16,0 17,90	17,12
HC (ppm)	1	6	2 4	3
NO _x (pmm)	1	1	—	—

RMD: Rango Medio

MED: Mediana

Al implementar el dispositivo ECO OBD II en el vehículo Chevrolet D-Max 4X2 se observaron los siguientes resultados. Las emanaciones de CO disminuyeron, evidenciado por una mediana de 0.09% y un intervalo más acotado, lo que podemos identificar como el resultado una conducción más eficiente con menos paradas y arranques y una conducción a una velocidad constante. Se observó una leve reducción en los niveles de CO₂, con una mediana de 2.6%, posiblemente por la aceleración gradual y cambio de marchas adecuado, ya que la diferencia no es muy notoria con respecto a el análisis sin el ECO OBD II. El O₂ en el escape fluctuó entre 14.9% y

18.89%, con una mediana de 17.12%, incrementando sus valores con respecto al análisis anterior. Se registró una disminución en las emisiones de HC, con un máximo de 6 ((ppm)) y una mediana de 3 (ppm), lo que implicaría que el motor está trabajando en una temperatura optima.

Los niveles de NOx se mantuvieron constantes, no superando 1 ((ppm)).

Tabla 7. Comparativa de Emisiones

Contaminantes

GAS	Valor sin ECO OBD II (Mediana)	Valor con ECO OBD II (Mediana)	Valor P %
CO %	0.13	0.09	23.08%
CO2 %	3.3	2.6	21.21%
O2 %	16.14	17.12	6.06%
HC (ppm))	51	3	94.12%
NOx (ppm))	2	1	50.00%

Valor P: Valor Porcentual

El análisis comparativo de las emisiones del vehículo Chevrolet D-Max 4X2, con y sin el ECO OBD II, revela una leve diferencia entre las mediciones. Las emanaciones de CO tuvieron una disminución del 23.08%, lo que podría deberse que el convertidor catalítico se encontraba en una temperatura óptima para quemar adecuadamente estos gases. En cuanto a la medición del CO2 se redujeron en un 21.01% respectivamente, lo que podría deberse al hábito de conducción más eficiente sin revolucionar demasiado al motor. La disminución del 94.12% en las emisiones de HC, evidenciadas se deben a que el vehículo anteriormente alcanzo su temperatura optima de funcionamiento en comparación con la prueba sin el dispositivo ECO OBD II. Los NOx también experimentaron una pequeña variación manteniéndose estáticos en el 50.00% de la primera medición. No obstante, se registró un leve aumento del 6.06% en la concentración de

O2 en el escape, posiblemente indicando una mezcla más pobre con exceso de aire no combustionado.

Hyundai HDL36 4X2

Tabla 8. Emisiones sin uso de ECO OBD II

GAS	VMin	VMax	RMD	MED
			0,04	
CO %	0,04	0,08	0,07	0,05
			2,2	
CO2 %	2,1	3,2	2,6	2,3
			16,56	
O2 %	15,15	18,26	17,6	17,32
HC (ppm))	1	3	1 2	2
NOx (pmm)	1	4	—	—

RMD: Rango Medio

MED: Mediana

El análisis de emisiones del Hyundai HDL36 4X2 sin ECO OBD II revela diversos patrones. Las emisiones de CO fluctúan moderadamente, con un pico de 0.08% y una mediana de 0.05%. El CO2 muestra una oscilación más pronunciada, alcanzando un máximo de 3.2% y una mediana de 2.3%, lo que sugiere variaciones notables en la eficacia de la combustión. La presencia de O2 en el escape es considerable, oscilando entre 15.15% y 18.26%, con una mediana elevada de 17.32%, indicativo de un excedente significativo de aire no combustionado. Los niveles de HC son relativamente bajos, con un máximo de 3 (ppm) y una mediana de 2 (ppm). Por su parte, los NOx se detectan en concentraciones de hasta 4 (ppm), evidenciando la emisión de estos agentes contaminante.

Tabla 9. Uso de ECO OBD II

GAS	VMin	VMax	RMD	MED
			0,04	
CO %	0,03	0,08	0,06	0,04

CO2 %	2,3	6,9	2,4 4,7	3,2
O2 %	11,04	18,18	14,17 17,94	16,75
HC ((ppm))	2	5	2 4	3
NOx (pmm)	1	3	—	—

RMD: Rango Medio

MED: Mediana

La implementación del ECO OBD II en el Hyundai HDL36 4X2. Las emanaciones de CO tuvieron una variación, del 0.04% un intervalo estrecho, lo que indica que el dispositivo reductor de gases no influye en la variación de medición de este gas. Los niveles de CO2 mostraron un incremento, alcanzando un máximo de 6.9% y una mediana de 3.2%, indicando de igual manera un aumento en la emisión de este gas, se puede demostrar con estas mediciones obtenidas que el dispositivo reductor no está cumpliendo su función. El O2 en el escape fluctuó con valores entre 11.04% y 18.18%, con una mediana de 16.75%, demostrando una estrecha diferencia en los resultados obtenidos. Las emisiones de HC se redujeron ligeramente, con un máximo de 5 (ppm) y una mediana de 3 (ppm). Los niveles de NOx se mantuvieron bajos, no superando los 3 (ppm). Estos resultados demuestran que el ECO OBD II no logra cumplir con una reducción considerable de los gases acorde a los valores obtenidos con el empleo del dispositivo en el vehículo diésel.

Tabla 10 . Comparativa de Emisiones Contaminantes

GAS	Valor sin ECO OBD II	Valor con ECO OBD II	Valor P %
CO % (Mediana)	0.05	0.04	20%

CO2 % (Mediana)	2.3	3.2	39.13%
O2 % (Mediana)	17.32	16.70	3.58%
HC ((ppm)) (Mediana)	2	3	50.00%
NOx ((ppm)) (Máximo)	4	3	25.00%

Valor P: Valor Porcentual

El análisis comparativo del Hyundai HDL36 4X2 revela que el ECO OBD II no influye considerablemente en las comparaciones de los gases, ya que realizando las comparativas de los gases las diferencias son muy estrechas, en el caso del CO, se llega a concluir que disminuye solo un 20% del valor inicial, lo que podría deberse a una diferencia en cuanto a un estilo de conducción más estable. En comparación del CO2 se tiene un incremento del 39.13% en la emanación de este gas demostrando que el dispositivo ECO OBD II, no cumple con su función de reducir dichos gases. En el caso del O2 hay una reducción del 3.58% lo que podría evidenciarse por una mezcla rica provocando que el O2 disminuya. Los HC tienen un valor porcentual del 50%, que podrían deberse al sistema catalítico del vehículo esté funcionando correctamente, debido a que no se demuestra una diferencia considerable en cuanto a los resultados obtenidos con, y sin el dispositivo.

Toyota Fortuner 4x2 2.4 L

Tabla 11. Emisiones sin uso de ECO OBD II

GAS	VMin	Va	RMD	MED
CO %	0,09	0,2	0,16 0,1	0,13
CO2 %	2,3	6,2	2,6 4,7	3,1
O2 %	11,57	17,45	14,25 16,9	16,47

HC (ppm)	27	67	31,5 56	39,5
NOx (pmm)	1	2	—	—

RMD: Rango Medio

MED: Mediana

Las emisiones de CO oscilan moderadamente, con un pico de 0.2% y una mediana de 0.13%. El CO2 muestra una fluctuación notable, con una mediana de 3.1% y un intervalo medio de 2.6% a 4.7%, indicando variaciones en la eficacia de la combustión. La presencia de O2 en el escape es significativa, variando entre 11.57% y 17.45%, con una mediana alta de 16.47%, lo que sugiere un excedente considerable de aire no combustionado. Los niveles de HC son relativamente altos, alcanzando un máximo de 67 (ppm) y una mediana de 39.5 (ppm), evidenciando una combustión incompleta. Por su parte, los NOx se detectan en concentraciones de hasta 2 (ppm), señalando la emisión de estos agentes contaminantes.

Tabla 12 . Emisiones con el uso de ECO OBD II

GAS	VMin	Vmax	RMD	MED
CO %	0,05	0,26	0,06 0,16	0,1
CO2 %	2,2	4,6	2,5 3,7	2,6
O2 %	14,35	18,33	15,98 17,90	17,44
HC (ppm)	2	7	2 6	3
NOx (pmm)	1	4	—	—

RMD: Rango Medio

MED: Mediana

La implementación del ECO OBD II en la Toyota Fortuner 4x2 2.4L generó una variación en sus emisiones. Las emanaciones de CO disminuyeron levemente, con una mediana de 0.1% y un intervalo más acotado. Se observó una ligera reducción en los niveles de CO2, con una mediana de 2.6%, posiblemente indicando el resultado de una ruta eficiente, sin mucha

presencia de tráfico. El O2 en el escape fluctuó entre 14.35% y 18.33%, con una mediana de 17.44%, sugiriendo una mezcla más pobre de aire y combustible. Se registró una disminución significativa en las emisiones de HC, con un máximo de 7 (ppm) y una mediana de 3 (ppm), lo que implica una combustión adecuada. Los niveles de NOx, no superaron los 4 (ppm).

Tabla 13 . Comparativa de Emisiones Contaminantes

GAS	Valor sin ECO OBD II (Mediana)	Valor con ECO OBD II (Mediana)	Valor P %
CO %	0.13	0.11	15.38%
CO2 %	3.1	2.6	16.13%
O2 %	16.45	17.44	6.02%
HC (ppm)	39.5	4	89.87%
NOx (ppm)	2	4	100%

Valor P: Valor Porcentual

El análisis comparativo de las emisiones de la Toyota Fortuner 4x2 2.4L, con y sin el ECO OBD II, revela que. Las emisiones de CO y CO2 tuvieron una variación del 15.38% y 16.13% respectivamente, sugiriendo una optimización en el proceso de combustión debido a una conducción constante causa de la ausencia de tráfico, evidenciamos la disminución del 89.87% en las emisiones de HC.

No obstante, los NOx experimentaron un aumento del 100%, posiblemente debido a mayores temperaturas pico durante la combustión, lo que favorece la formación de estos compuestos. Además, se registró un leve incremento del 6.02% en la concentración de O2 en el escape, indicando probablemente una mezcla más pobre con exceso de aire no combustionado. Obteniendo como resultado una variación negativa en cuanto a la disminución de todos estos gases, evidenciamos una vez más que el dispositivo ECO OBD II no logro cumplir las

expectativas de disminuir las emisiones emitidas por el escape.

4. Conclusiones

La instalación del dispositivo ECO OBD II no resultó en una mejora sustancial de las emisiones de gases contaminantes. Si bien se observó una disminución en las emisiones de CO y HC, el incremento en los niveles de O₂ y la variabilidad en las emisiones de CO₂ y NO_x sugieren que el ECO OBD II no optimiza la combustión de manera efectiva como lo comercializa el producto. La variación de dichos valores se puede deber a las condiciones climáticas y al estilo de manejo de cada prueba, ya que es muy influyente el cambio de marchas adecuado y la conducción a una velocidad estable, en lugar de atribuir estos cambios al dispositivo ECO OBD II en sí.

Comparando ambos escenarios, se evidencia que el ECO OBD II no cumple con las expectativas de reducción significativa en las emisiones de gases contaminantes en vehículos en los que se realizaron las pruebas. La reducción observada en ciertos gases como el CO y HC no compensa los incrementos en otros como el O₂ y la variabilidad en CO₂ y NO_x. Esto sugiere que, mientras que el dispositivo podría tener un impacto despreciable, factores como la precisión y sensibilidad del equipo de medición (Analizador de Gases Kane) juegan un papel crucial en la interpretación de los resultados. En resumen, la efectividad del ECO OBD II en la reducción de emisiones es cuestionable y se debe considerar la influencia de las técnicas y equipos de medición en los resultados obtenidos.

Es importante recalcar que el vehículo debe alcanzar primero su temperatura ideal de trabajo para poder observar una medición de resultados más certero. Debido a que, si no logra alcanzar

el nivel de grados adecuados antes de realizar las mediciones de los gases, estos van a variar significativamente. Al presenciar más calor obtenemos una combustión más eficiente su punto de ignición será ideal en comparación de la expulsión de estos gases a bajas temperaturas.

Bibliografía

- Chevrolet. (2022). *Chevrolet D-Max CD 4X2 Diésel*. Obtenido de <https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/pickups-and-trucks/2019-dmax/02-pdfs/ficha-tecnica-d-max-cd-4x2.pdf>
- Coral, L., & Farinango, P. (2023). *Diagnóstico De Fallas De Señales Producidas Por Sensor De Oxígeno Y Temperatura Del Refrigerante De Un Motor De Encendido Provocado*. Obtenido de UTA: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14304/2/04%20MAUT%20242%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- EcoOBD2. (11 de Junio de 2024). *EcoOBD2 Plug and Drive Economy Chip Tuning Box for Diesel*. Obtenido de OBDdiagnostic: <https://obddiagnostic.co.uk/product/eco-obd2-plug-and-drive-economy/>
- Excel. (12 de Junio de 2024). *Microsoft Excel*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/excel>
- Freire, M. (2021). *Análisis comparativo entre COPERT (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) e IVE (International Vehicle Emissions Model) sobre la producción de emisiones automovilísticas emitidas en el Ecuador*. Obtenido de UPM: <https://oa.upm.es/69716/>
- Garcés, V., & Chiquito, K. (2023). *Análisis de los parámetros relevantes que inciden en el consumo de combustible en la ciudad de Quito, Ecuador. Mediante la aplicación de la metodología del ciclo*

de emisiones reales. Obtenido de UPS:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25887>

GlobalTech. (12 de Junio de 2024). *Analizador de gases Portatil Kane Autoplus*.

Obtenido de Equipos Auomotrices:
<https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-portatil-kane-autoplus-4-2/>

Hyundai. (2022). *Ficha Técnica Hyundai HDL36*. Obtenido de

https://hyundaicr.com/pdf/especificaciones/2022/HD36L_2020.pdf

INEN. (11 de Junio de 2002). *Instituto ecuatoriana de normalización*.

Obtenido de <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/2207-1.pdf>

Marin, H., & Saldarriaga, J. (2023). *Plan de mantenimiento orientado a incrementar la vida útil del catalizador en vehículos*. Obtenido de IUPB:

https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/2108/1/Rep_IUPB_Ing_Mec_Plan_Mantenimiento.pdf#page=6&zoom=100,90,913

Novik, M. (12 de Junio de 2024). *Estas son las zonas con la peor calidad de aire en Quito*. Obtenido de Plan V:

<https://www.planv.com.ec/historias/pla-n-verde/estas-son-zonas-con-la-peor-calidad-aire-quito>

OBDII. (20 de Junio de 2024). *ECO OBD II*.

Obtenido de <https://obddiagnostic.co.uk/product/eco-obd2-plug-and-drive-economy>

PetroEcuador. (18 de Marzo de 2022).

PetroEcuador despacha combustible con menos contenido de azufre de lo que establece la normativa ecuatoriana. Obtenido de

<https://www.eppetroecuador.ec/?p=12484>

Toyota. (2022). *Ficha Técnica Toyota Fortuner*. Obtenido de

<https://www.toyota.com.co/vehiculo/fortuner/fortuner-2-4-diesel-sc/>