



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS DE CATEGORÍA
M1, EQUIPADO CON EL DISPOSITIVO ECO OBD 2, CON Y SIN CONVERTIDOR
CATALÍTICO MEDIANTE PRUEBAS DINÁMICAS DENTRO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO**

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

AUTORES: NICOLAY ALEJANDRO MORALES FLORES
BYRON DANIEL TALAVERA FERNÁNDEZ

TUTOR: MARIO ALEXANDER PERALVO CLAVÓN

Quito - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Nicolay Alejandro Morales Flores con documento de identificación N° 1726587882 y Byron Daniel Talavera Fernández con documento de identificación N° 1726703901 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos 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, 31 de julio del año 2024

Atentamente,



Nicolay Alejandro Morales Flores
1726587882



Byron Daniel Talavera Fernández
1726703901

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

Nosotros, Nicolay Alejandro Morales Flores con documento de identificación No. 1726587882 y Byron Daniel Talavera Fernández con documento de identificación No. 1726703901, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Análisis de emisiones contaminantes en vehículos de categoría M1, equipado con el dispositivo ECO OBD 2, con y sin convertidor catalítico mediante pruebas dinámicas dentro del Distrito Metropolitano de Quito”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

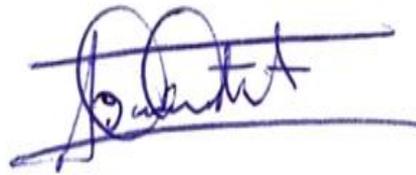
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 31 de julio del año 2024

Atentamente,



Nicolay Alejandro Morales Flores
1726587882



Byron Daniel Talavera Fernández
1726703901

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mario Alexander Peralvo Clavón con documento de identificación N°1718133448, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1, EQUIPADO CON EL DISPOSITIVO ECO OBD 2, CON Y SIN CONVERTIDOR CATALÍTICO MEDIANTE PRUEBAS DINÁMICAS DENTRO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, realizado por Nicolay Alejandro Morales Flores con documento de identificación N° 1726587882 y por Byron Daniel Talavera Fernández con documento de identificación N° 1726703901, 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, 31 de julio del año 2024

Atentamente,



Ing. Mario Alexander Peralvo Clavón, MSc.
1718133448

Análisis de Emisiones Contaminantes en Vehículos de Categoría M1, Equipado con el Dispositivo Eco Obd 2, Con y Sin Convertidor Catalítico Mediante Pruebas Dinámicas Dentro Del Distrito Metropolitano de Quito

Analysis of Pollutant Emissions in Category M1 Vehicles, Equipped with the Eco Obd 2 Device, With and Without Catalytic Converter Through Dynamic Tests Within the Metropolitan District of Quito

Nicolay Morales¹, Byron Talavera²

Resumen

El presente estudio lleva a cabo un análisis comparativo sobre las emisiones contaminantes en los vehículos de categoría M1, con y sin convertidor catalítico, equipados con un dispositivo reductor de emisiones contaminantes (ECO-OB2). La metodología de este estudio se realizó con la ayuda del analizador de gases portátil (KANE-EGA-5). Se utilizaron tres vehículos con motor de ciclo Otto y se les realizó un mantenimiento general para garantizar que todos los componentes estuvieran en condiciones óptimas y no afectaran la recopilación de datos. Se llevaron a cabo pruebas dinámicas en rutas urbanas y rurales dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

Los resultados de las pruebas se presentan en figuras y tablas para cada vehículo, evaluando el impacto del dispositivo sin convertidor catalítico. Este análisis se realizó debido al aumento de vehículos y a las elevadas emisiones de gases tóxicos, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e hidrocarburos (HC), que afectan la salud de las personas.

Palabras Clave: Eco-OBD2, Analizador portátil, Gases tóxicos, Catalizador, Pruebas dinámicas

Abstract

The present study carries out a comparative analysis of pollutant emissions in category M1 vehicles, with and without catalytic converter, equipped with a pollutant emissions reduction device (ECO-OB2). The methodology of this study was carried out with the help of the portable gas analyzer (KANE-EGA-5). Three Otto cycle engine vehicles were used, and general maintenance was performed to ensure that all components were in optimal condition and did not affect data collection. Dynamic tests were carried out on urban and rural routes within the Metropolitan District of Quito.

The test results are presented in figures and tables for each vehicle, evaluating the impact of the device without a catalytic converter. This analysis was carried out due to the increase in vehicles and high emissions of toxic gases, such as carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂) and hydrocarbons (HC), which affect people's health.

Keywords: Eco-OBD2, Portable analyzer, Toxic gases, Catalyst, dynamic tests

1. Introducción

Los vehículos son los mayores responsables de la calidad del aire, ya que causan un tercio de toda la contaminación atmosférica del país. La niebla tóxica, el monóxido de carbono y otras toxinas emitidas por los vehículos son especialmente preocupantes porque dejan los tubos de escape al nivel de la calle, donde los humanos inhalan el aire contaminado directamente hasta los pulmones, lo que puede convertir estas emisiones en un problema de salud. (Diario El Telégrafo) (2017). En 2016, la OMS identificó las ciudades del mundo que superan los niveles permitidos de contaminación, y la concentración media mundial de CO₂ aumentó con respecto al año anterior, llegando a 403.3 ppm. (Telégrafo, 21 de febrero de 2024).

Las repercusiones en la salud debido a la contaminación son significativas. El material particulado PM_{2,5}, que es imperceptible para el ojo humano y proviene de las emisiones vehiculares, afecta a todos los órganos del cuerpo humano, así como a los animales y plantas. Debido a su tamaño diminuto, estas partículas pueden penetrar en los alvéolos pulmonares y llegar al torrente sanguíneo, e incluso afectar otros órganos del cuerpo. Por ejemplo, pueden provocar problemas cardíacos, cerebrales y, sobre todo, irritación en el sistema respiratorio, donde causan el mayor impacto en el cuerpo. (COMERCIO, 01 de abril de 2022).

En el presente estudio se medirá el desempeño del dispositivo Eco OBD2 al conectarlo a la interfaz OBD2 del vehículo. Se realizarán mediciones de los parámetros de emisión de gases contaminantes (CO₂, HC y CO) en condiciones dinámicas, considerando las siguientes pruebas: 1) sin el dispositivo implementado y con convertidor catalítico, y 2) con el dispositivo implementado y sin convertidor catalítico. Para estas mediciones, se utilizará un analizador de gases portátil Kane EGA-5 en pruebas realizadas en rutas urbanas y rurales. Se llevarán a cabo análisis comparativos y se obtendrán conclusiones sobre los parámetros característicos. (Alejandro). Se plantea una hipótesis previa que establece que el dispositivo Eco OBD2 reduce en un 15% los gases contaminantes de cualquier vehículo con

interfaz OBD2. Se espera que, al conectar el dispositivo y recorrer 200 kilómetros, este se adapte a las características del vehículo. Mediante esta investigación, se busca obtener una mejor comprensión de si se logra la reducción de las emisiones contaminantes.

1.1 Catalizador

El rol del catalizador en un vehículo es evitar la liberación al medio ambiente de ciertos gases generados durante la combustión del combustible. Los principales compuestos retenidos por este dispositivo son hidrocarburos, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno, lo que ayuda a reducir las emisiones de gases nocivos que pueden tener efectos adversos en la salud y contribuir a la formación de smog en la atmósfera. (Vélez., 2022).

El núcleo del catalizador consiste en una piedra mineral, con celdas cuadradas o hexagonales, revestido con una mezcla de paladio, platino y rodio. Su capa externa está formada por una pantalla metálica que previene el sobrecalentamiento de la estructura interna. La necesidad de reducir las emisiones de gases nocivos a la atmósfera ha impulsado su amplia adopción, llegando al punto en que todos los vehículos modernos con motores de combustión interna están equipados con un catalizador integrado en el sistema de escape. (MAPFRE, Jun 30, 2022).

El catalizador forma parte del sistema de escape del vehículo y se sitúa entre el motor y el silenciador. En su interior, se producen diversas reacciones de reducción y oxidación que ayudan a descomponer los gases tóxicos en compuestos menos perjudiciales para el entorno. De este modo, los hidrocarburos se convierten en agua y dióxido de carbono, el monóxido de carbono se transforma en dióxido de carbono, y el óxido de nitrógeno se divide en oxígeno y nitrógeno. (pasion, 3 Enero 2020 Actualizado 10 Febrero 2020,).

1.2 OBD II

La abreviatura OBD, que significa en inglés "On-Board Diagnostic" (Diagnóstico a Bordo), representa un sistema de autodiagnóstico que se encuentra presente en la mayoría de los

vehículos automotores actuales. (Santos, Recuperado el 01 de 09 de 2018). Con el fin de combatir la contaminación generada por las emisiones de combustión en los vehículos, los fabricantes europeos y americanos desarrollaron sistemas de diagnóstico de motores con control electrónico conocidos como On Board Diagnostics (OBD). (COLOMBIA., junio de 2015).

Materiales y Métodos

2.1 Dispositivo Eco Obd 2

Para el presente estudio, se utilizó el dispositivo ECO OBD2, el cual ofrece reducir las emisiones contaminantes generadas por los vehículos en un 15% y mejora la eficiencia y el consumo de combustible. (Pinto Cortez, 2019). Este dispositivo de uso comercial se conecta fácilmente al OBD II del vehículo respectivo, brindando una opción para aquellos que buscan un mejor rendimiento y una disminución de emisiones en su vehículo. Como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Dispositivo ECO OBD 2

2.2 Analizador de gases portátil Kane EGA-5

El equipo portátil de medición de gases utilizado en la presente investigación fue el modelo EGA-5 de la marca Kane. Este dispositivo permite analizar y medir los gases que son evacuados a través del sistema de escape de diversos vehículos. El analizador se utiliza comúnmente en los vehículos para medir las emisiones contaminantes, como NOx, CO2,

HC y CO, además de diagnosticar el consumo de combustible mediante el factor lambda y detectar posibles fallos en el escape y el catalizador. Proporciona información detallada y en tiempo real sobre las emisiones generadas por el vehículo en condiciones dinámicas, lo cual es crucial para el estudio y análisis en cuestión. Como se muestra en la figura 2. (kanetest.es, 2022).

Además de utilizar la aplicación KANE live que nos ha ayudado en la recolección de datos en tiempo real del dispositivo Kane, se destacó la capacidad de conectarlo fácilmente mediante Bluetooth tanto al celular como a la computadora. Esto permitió una eficaz toma de datos en cada prueba realizada y facilitó la exportación de datos sin restricciones. (play, 2024).



Figura 2. Analizador de gases portátil (Kane EGA-5)

2.3 Vehículos

Para realizar el presente análisis, se utilizaron tres vehículos. Se les realizó un mantenimiento general (ABC) con el objetivo de asegurar que todos estuvieran en las mismas condiciones y que esto no afectara la toma de datos. Como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características de vehículos

Vehículos	Modelo	Años	Cilindraje
1	Aveo	2014	1.2 c.c
Chevrolet			
2	Aveo	2018	1.2 c.c
Chevrolet			
3	Aveo	2016	1.2 c.c
Chevrolet			

2.4 Acople de catalizador

Se realizó un acople para sustituir al convertidor catalítico, el cual se elaboró con un tubo externo de 2 ½ pulgadas y un tubo interno de 2 pulgadas. Para la unión, se utilizaron bridas de 4 milímetros. Además, se realizaron orificios internamente y rellenarlos con virulana de acero, con el fin de evitar que el hollín generado por el motor no salga directamente. Como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Acople de catalizador.

2.5 Rutas

Para la presente investigación comprende de un ruta urbana y rural de 39 kilómetros la cual tiene su punto de inicio desde la Universidad Politécnica Salesiana Campus- Girón localizada en la Av. 12 de octubre y Alfredo Mena Caamaño hasta su punto final la Loma de Puengasi en la Av. Simón Bolívar. Como se muestra en la figura 4 y 5.

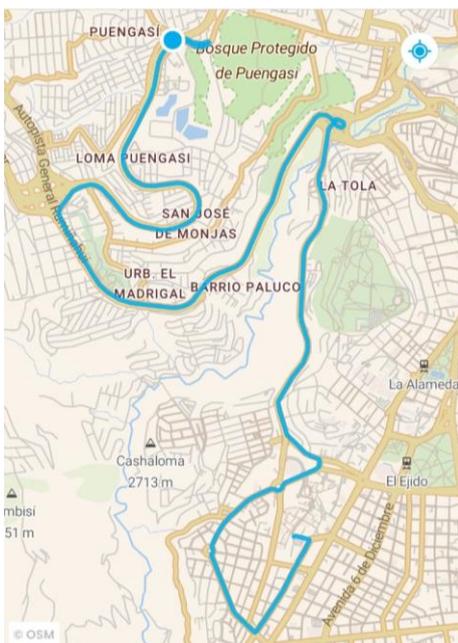


Figura 4. Primera ruta urbana y rural de prueba.

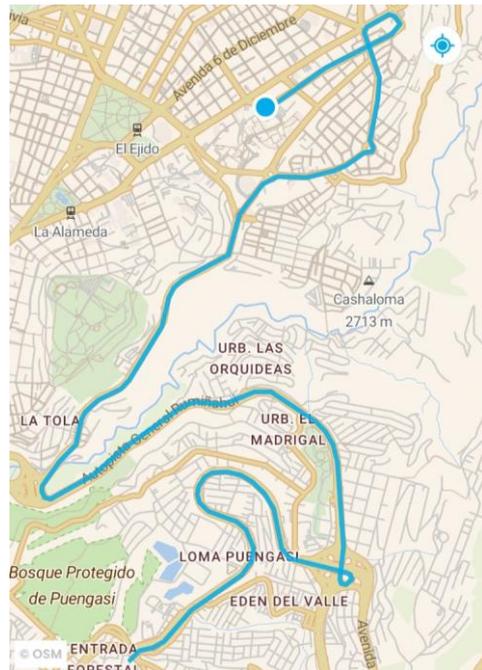


Figura 5. Segunda ruta urbana y rural de prueba (retorno).

2. Resultados y Discusión

Los resultados presentados a continuación reflejan las emisiones contaminantes generadas por diversos vehículos de prueba. Para ello, se realizaron pruebas en dos condiciones diferentes: con catalizador y con el dispositivo ECO-OB2 sin convertidor catalítico.

3.1 Datos obtenidos en el primer vehículo (Chevrolet Aveo 2014)

Resultados de prueba dinámicas en el primer vehículo en la ruta establecida durante el horario de 14:00 a 17:00 horas en el Distrito metropolitano de Quito.

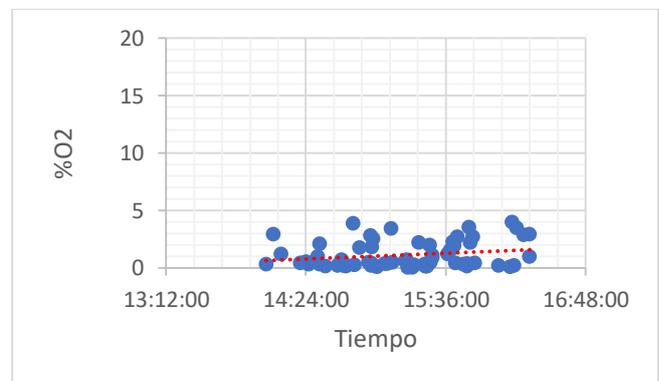


Figura 6. Porcentaje de oxígeno (O2) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OB2 en la ruta establecida.

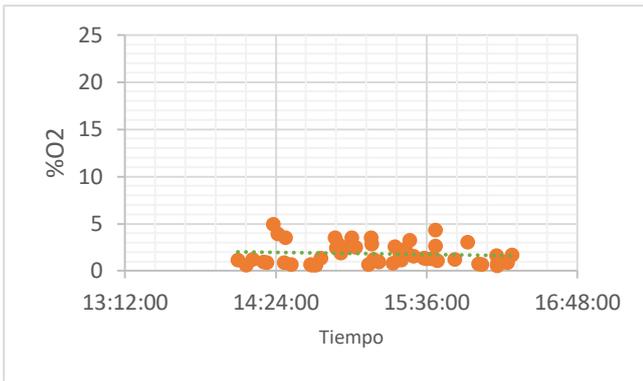


Figura 7. Porcentaje de oxígeno (O2) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBd2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 6 un rango de oxígeno del 0% al 6%, mostrando una distribución más concentrada cerca del 0% cuando está equipado con el catalizador. Por otro lado, en la figura 7 se obtiene un rango de 0% a 5% con una distribución más dispersa cuando no se utiliza el catalizador y se adapta el dispositivo ECO-OBd2. De esta manera, los rangos son casi equivalentes.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 8 un rango de dióxido de carbono del 3% al 10% equipado con el catalizador, mientras en la figura 9 se aprecia un rango de 10% a 14% sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OBd2. Esto indica una elevación más significativa en sus rangos y gases contaminantes.

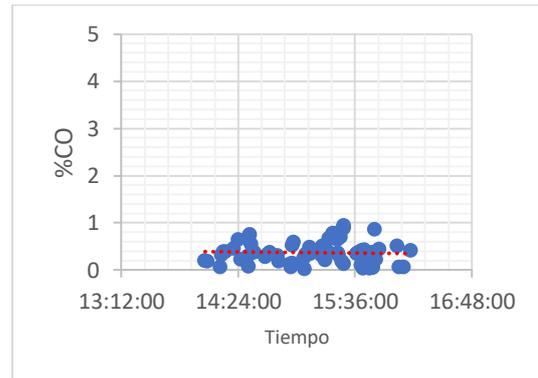


Figura 10. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBd2 en la ruta establecida.

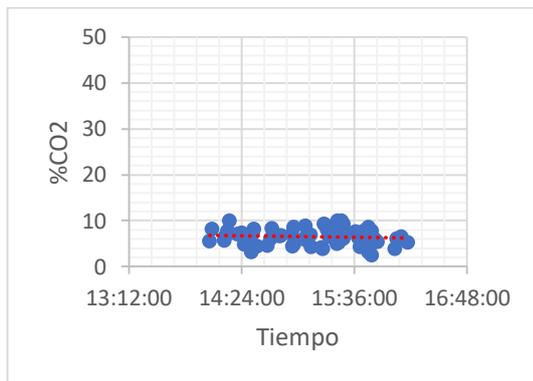


Figura 8. Porcentaje de dióxido de carbono (CO2) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBd2 en la ruta establecida.

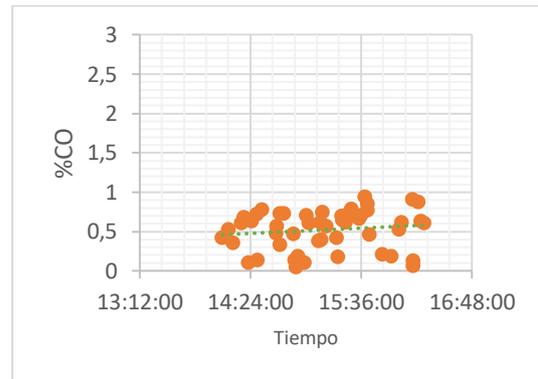


Figura 11. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBd2 en ruta la establecida.

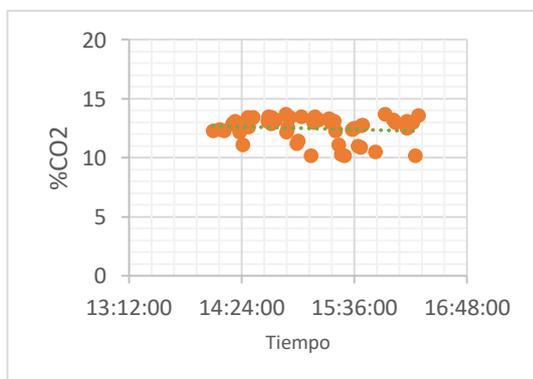


Figura 9. Porcentaje de dióxido de carbono (CO2) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBd2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 10 un rango de monóxido de carbono del 0,1% al 1% observando una distribución más concentrada alrededor del 0,5% equipado con el catalizador. Por otro lado, en la figura 11 se obtiene un rango de 0,2 % a 1% con una distribución más dispersa sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OBd2. Esto indica que sus rangos son casi equivalentes.

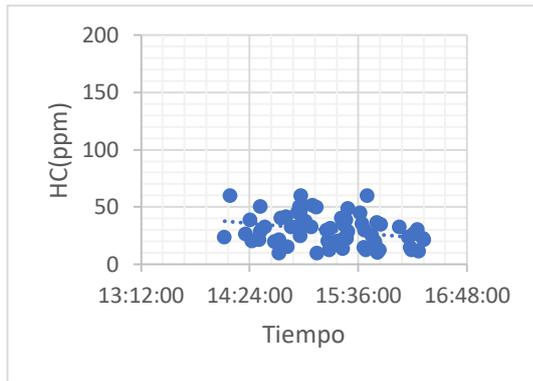


Figura 12. Rango de hidrocarburos (HC) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBD2 en la ruta establecida.

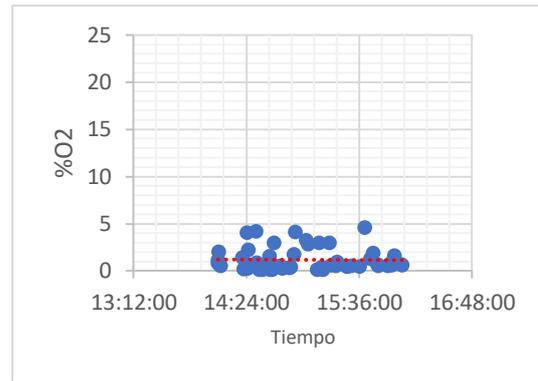


Figura 14. Porcentaje de oxígeno (O2) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBD2 en la ruta establecida.

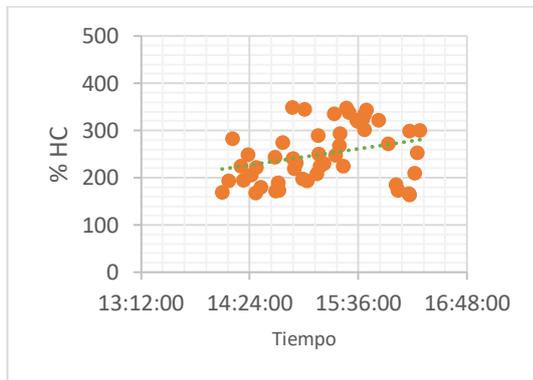


Figura 13. Rango de hidrocarburos (HC) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBD2 en ruta la establecida.

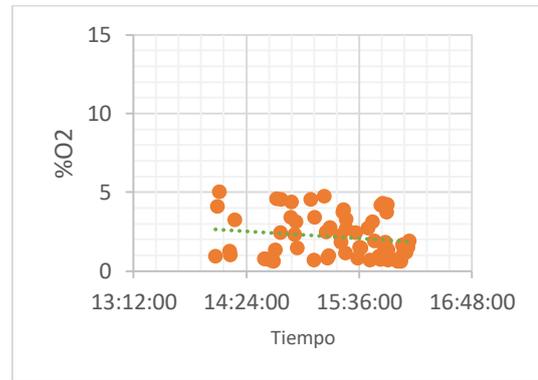


Figura 15. Porcentaje de oxígeno (O2) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBD2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 12 un rango de las partículas por millón de los hidrocarburos de 10 ppm a 60 ppm equipado con el catalizador, mientras que en la figura 13 se obtiene un rango de 150 ppm a 350 ppm sin el catalizador y con el dispositivo ECO-OBD2 adaptado, lo que muestra una elevación notoria de los hidrocarburos mal combustionados.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 14 un rango de oxígeno del 0,1% al 5% con una distribución más concentrada alrededor del 5% equipado con el catalizador. Por otro lado, en la figura 15 se obtiene un rango de 0,2 % a 5% con una distribución más dispersa sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OBD2. Esto indica que sus rangos son casi equivalentes en ambos casos.

3.2. Datos obtenidos en el segundo vehículo (Chevrolet Aveo 2018)

Resultados de prueba dinámicas en el segundo vehículo en la ruta establecida durante el horario de 14:00 a 17:00 horas en el Distrito metropolitano de Quito.

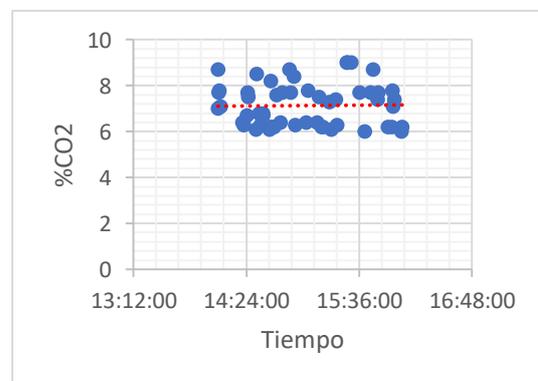


Figura 16. Porcentaje de dióxido de carbono (CO2) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBD2 en la ruta establecida.

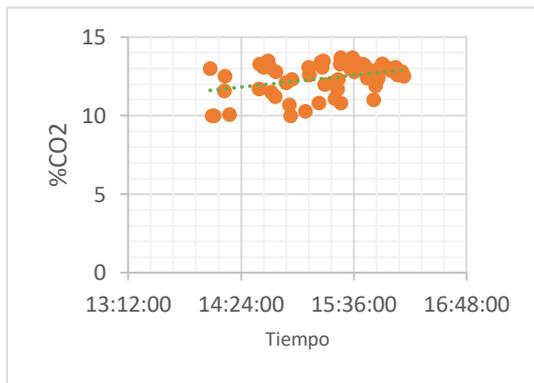


Figura 17. Porcentaje de dióxido de carbono (CO₂) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBd2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 16 un rango de dióxido de carbono del 6% al 9% equipado con el catalizador, mientras que en la figura 17 se aprecia un rango de 10% a 14% sin el catalizador y con el dispositivo ECO-OBd2 adaptado. Lo que muestra una elevación más notoria de sus rangos y gases contaminantes.

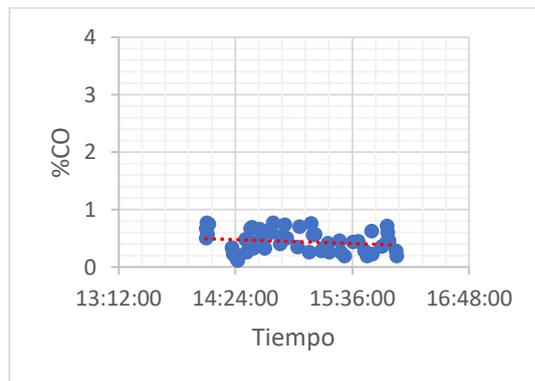


Figura 18. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBd2 en la ruta establecida.

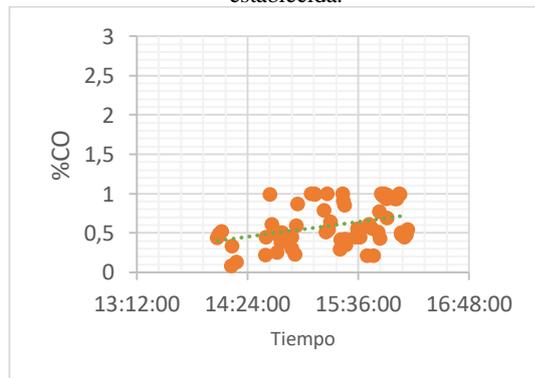


Figura 19. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBd2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 18 un rango de monóxido de carbono del 0,1% al 0,9% observando una distribución más

conjunta centrada al 0,5% equipado con el catalizador, mientras que en la figura 19 se obtiene un rango de 0,2 % a 1% con una distribución más dispersa y niveles elevados por encima del 0,5 sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OBd2.

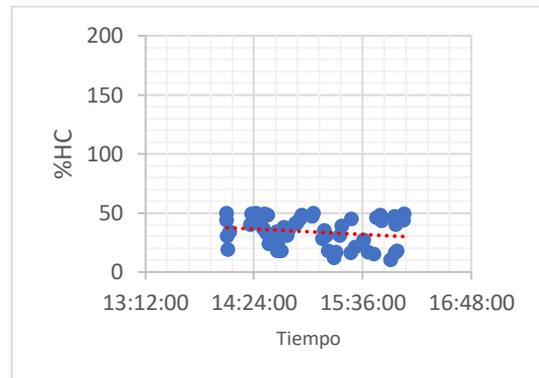


Figura 20. Rango de hidrocarburos (HC) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBd2 en la ruta establecida.

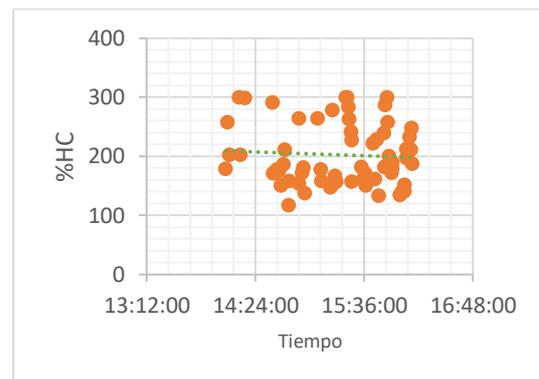


Figura 21. Rango de hidrocarburos (HC) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBd2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 20 un rango de las partículas por millón de los hidrocarburos de 10 ppm a 50 ppm equipado con el catalizador. Por otro lado, en la figura 21 se obtiene un rango de 110 ppm a 300 ppm sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OBd2 apreciando una elevación notoria de los hidrocarburos mal combustiónados.

3.3 Datos obtenidos en el tercer vehículo (Chevrolet Aveo 2016)

Resultados de prueba dinámicas en el tercer vehículo en la ruta establecida durante el horario de 14:00 a 17:00 horas en el Distrito metropolitano de Quito.

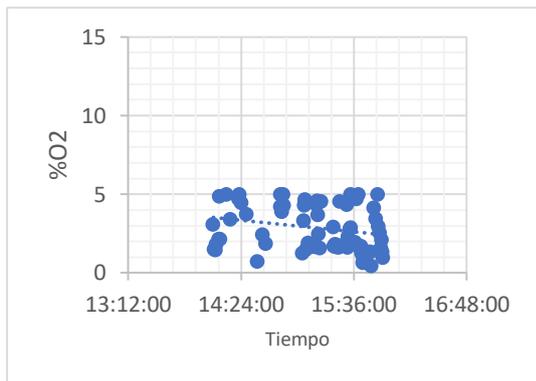


Figura 22. Porcentaje de oxígeno (O2) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OB2 en la ruta establecida.

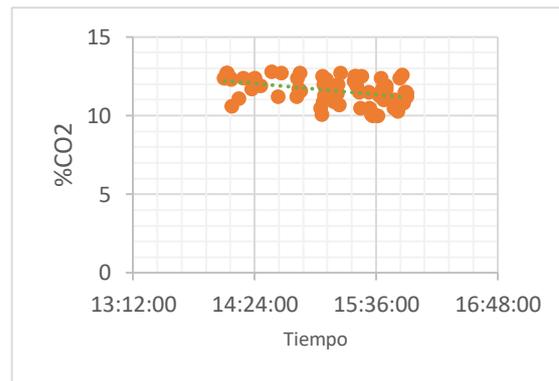


Figura 25. Porcentaje de dióxido de carbono (CO2) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OB2 en ruta la establecida.

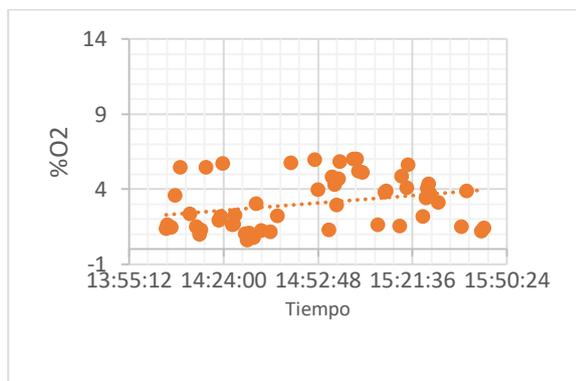


Figura 23. Porcentaje de oxígeno (O2) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OB2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 24 un rango de dióxido de carbono del 8,5% al 11% equipado con el catalizador, mientras que en la figura 25 se aprecia un rango de 9,5% a 13% sin el catalizador y con el dispositivo ECO-OB2 adaptado. Demostrado una elevación más notoria de sus rangos y gases contaminantes en ausencia del catalizador.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 22 un rango de oxígeno del 0,1% al 5% observando una distribución más conjunta centrada al 5% equipado con el catalizador. Por otro lado, en la figura 23 se obtiene un rango de 0,2 % a 6% con una distribución más dispersa y un aumento mínima del 1 % sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OB2. De esta manera, se puede decir que los rangos son casi equivalentes.

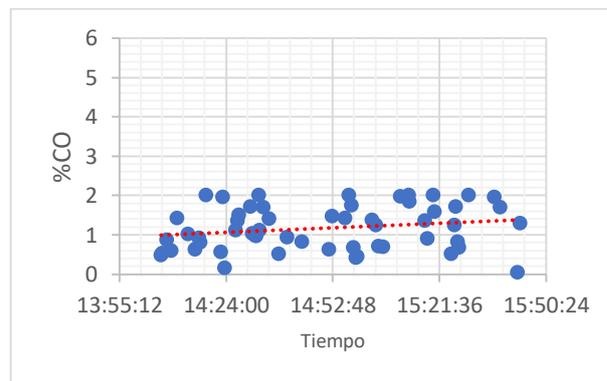


Figura 26. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) con convertidor y sin dispositivo ECO-OB2 en la ruta establecida.

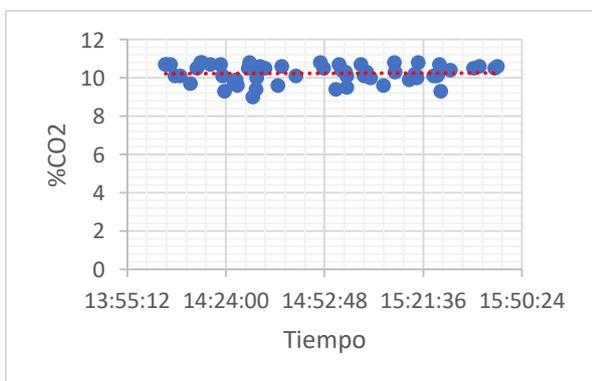


Figura 24. Porcentaje de dióxido de carbono (CO2) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OB2 en la ruta establecida.

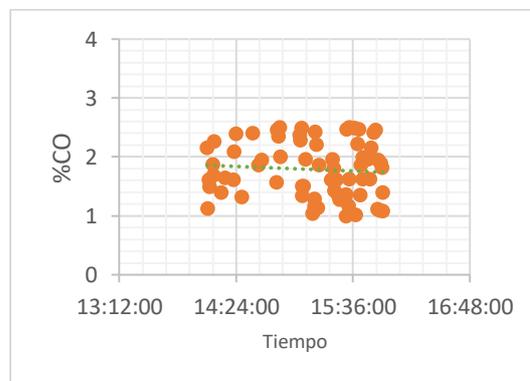


Figura 27. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OB2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 26 un rango de monóxido de carbono del 0,1% al 2% equipado con el catalizador, mientras que en la figura 27 se obtiene un rango de 1 % a 2,5% con una distribución más concentrada y niveles elevados que comienzan desde 1%, sin el catalizador y con el dispositivo ECO-OBD2 adaptado.

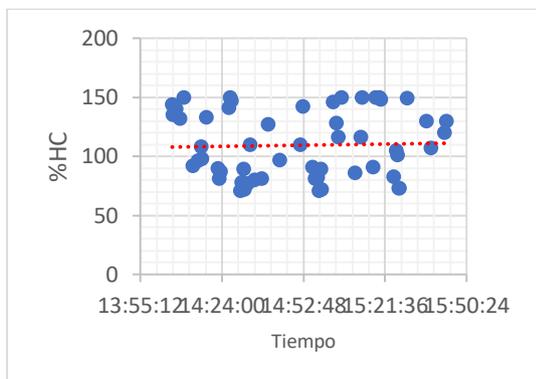


Figura 28. Rango de hidrocarburos (HC) con convertidor catalítico y sin dispositivo ECO-OBD2 en la ruta establecida.

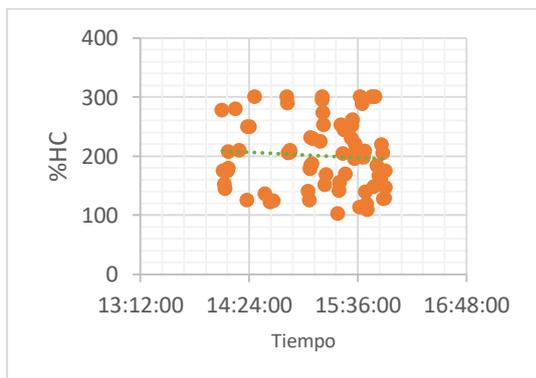


Figura 29. Rango de hidrocarburos (HC) sin convertidor catalítico incorporado el dispositivo ECO-OBD2 en ruta la establecida.

En los datos obtenidos, se observa en la figura 28 un rango de las partículas por millón de los hidrocarburos de 60 ppm a 150 ppm equipado con el catalizador. Por otro lado, en la figura 29 se obtiene un rango de 100 ppm a 300 ppm sin el catalizador y adaptado el dispositivo ECO-OBD2, apreciando una elevación notoria de los hidrocarburos mal combustiónados.

A partir de los datos obtenidos en las pruebas de ruta, se elaboraron las tablas 2 y 3 con el fin de comparar los promedios y medias de los compuestos derivados por el catalizador en pruebas dinámicas.

Tabla 2. Promedio y mediana de los datos obtenidos en el primer vehículo con convertidor catalítico.

	Vehículo 1	
	Promedio	Mediana
%O2	1.13	0.5
%CO2	6.47	6.5
%CO	0.36	0.35
HC (ppm)	29.64	27

Tabla 3. Promedio y mediana de los datos obtenidos en el primer vehículo sin convertidor catalítico y con el dispositivo ECO-OBD2.

	Vehículo 1	
	Promedio	Mediana
%O2	1.8	1.2
%CO2	12.48	12.85
%CO	0.52	0.61
HC (ppm)	249.38	242.5

Las tablas 2 y 3 muestran un incremento en los parámetros en comparación con la prueba inicial durante la ruta establecida, donde se observa una variación numérica, es decir, los valores obtenidos superan los valores iniciales.

Tabla 4. Promedio y mediana de los datos obtenidos en el segundo vehículo con convertidor catalítico.

	Vehículo 2	
	Promedio	Mediana
%O2	1.19	0.63
%CO2	12.87	13
%CO	0.46	0.42
HC (ppm)	34.04	34.5

Tabla 5. Promedio y mediana de los datos obtenidos en el segundo vehículo sin convertidor catalítico y con el dispositivo ECO-OBD2.

	Vehículo 2	
	Promedio	Mediana
%O2	2.15	1.67
%CO2	12.41	12.7
%CO	0.6	0.51
HC (ppm)	201.77	187

Las tablas 4 y 5 evidencian un incremento en los parámetros comparados con la prueba inicial realizada en la ruta establecida. Se observa una variación numérica significativa, indicando que los valores obtenidos superan los valores iniciales.

Tabla 6. Promedio y mediana de los datos obtenidos en tercer vehículo con convertidor catalítico.

	Vehículo 3	
	Promedio	Mediana
%O2	3.04	2.67
%CO2	12.2	12.35
%CO	1.17	1.11
HC (ppm)	109.34	106

Tabla 7. Promedio y mediana de los datos obtenidos en el tercer vehículo sin convertidor catalítico y con el dispositivo ECO-OBD2.

	Vehículo 3	
	Promedio	Mediana
%O2	2.88	2.53
%CO2	11.58	11.65
%CO	1.79	1.81
HC (ppm)	200.29	201

Las tablas 6 y 7 presentan un aumento en los parámetros respecto a la prueba inicial realizada en la ruta establecida, donde se nota una variación numérica que indica que los valores obtenidos son superiores a los valores iniciales.

3. Conclusiones

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la ruta establecida en los tres vehículos reflejan una variación en las emisiones contaminantes. El primer vehículo presenta un rango de variación promedio con relación al oxígeno (O2) 0,67%, mientras que el dióxido de carbono (CO2) presenta una variación promedio de 6,01%, mientras que en el monóxido de carbono (CO) presenta una variación promedio de 0,16 siendo sus resultados más notorios en los hidrocarburos (HC) mal combustionados que presenta una variación promedio de una elevación de 29,64 a las 249,38 partículas por millón (ppm). El segundo vehículo presenta un rango de variación promedio con relación al oxígeno (O2) 0,96%, mientras que el dióxido de carbono (CO2) presenta una variación promedio de 0,46%, mientras que en el monóxido de carbono (CO) presenta una variación promedio de 0,14 siendo sus resultados más notorios en los hidrocarburos (HC) mal combustionados que presenta una variación promedio de una elevación de 34,4 a las 201,77 partículas por millón (ppm). El tercer vehículo presenta un rango de variación promedio con relación al oxígeno (O2) 0,16%, mientras que el dióxido de carbono (CO2) presenta una variación promedio de 0,62%, mientras que en el monóxido de carbono (CO) presenta una variación promedio de 0,62 siendo sus resultados más notorios en los hidrocarburos (HC) mal combustionados que presenta una variación promedio de una

elevación de 109, 34 a las 200,29 partículas por millón (ppm).

Los datos obtenidos en la prueba de ruta confirman la existencia de variaciones en los promedios. Siendo que sus valores tienen una dispersión, pero en el caso de los hidrocarburos mal combustionados en los tres vehículos se elevan notoriamente esto es debido a que el dispositivo ECO-OBD2 no está funcionando de manera óptima a como indica el fabricante.

Los rangos obtenidos de los vehículos con catalizador representan datos óptimos de funcionamiento, los cuales sirven como referencia para evaluar el desempeño del dispositivo ECO-OBD2 en las pruebas realizadas. Con base en estos datos, se determinó que el dispositivo ECO-OBD2 no opera de manera óptima en las condiciones de prueba.

Referencias

- Alejandro, P. C. (s.f.). Implementación de los parámetros característicos de desempeño del motor de combustión interna EFI al utilizar la interfaz eco obd2.
- COMERCIO, E. (01 de abril de 2022). Emisiones de combustible de mala calidad afectan el ambiente y salud de las personas. Quito: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/combustible-mala-calidad-contaminacion-quito.html>.
- COLOMBIA., C. d. (junio de 2015). Auto Crash. Recuperado el 25 de septiembre de 2018,). Auto Crash. Colombia: Evolución de los sistemas de inyección de combustible: [Htp://www.revistaautocrash.com/wp-content/uploads/2016/01/Edicion-32.pdf](http://www.revistaautocrash.com/wp-content/uploads/2016/01/Edicion-32.pdf).
- kanetest.es. (2022). *kane-ega-5*. internacional : <https://www.kanetest.es/productos/kane-ega-5>.
- MAPFRE. (Jun 30, 2022). EL catalizador en los vehículos. México: <https://www.mapfre.com.mx/particulares/seguros-auto/noticias/para-que-sirve-el-catalizador-de-un->

