



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

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE UN DISPOSITIVO MINI CATALIZADOR
CONECTADO EN EL SENSOR DE OXÍGENO EN VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1
EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y ANÁLISIS DE EMISIONES
CONTAMINANTES E IMPACTO EN EL RENDIMIENTO DEL MOTOR**

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

**AUTORES: JOSÉ DAVID LUZURIAGA PAZ
MATHEO ALEXIS ZAPATA SALINAS**

TUTOR: MARIO ALEXANDER PERALVO CLAVON

Quito - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, José David Luzuriaga Paz con documento de identificación N°1726892654 y Matheo Alexis Zapata Salinas con documento de identificación N°1755693874 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, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,

José David Luzuriaga Paz
1726892654

Matheo Alexis Zapata Salinas
1755693874

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

Nosotros, José David Luzuriaga Paz con documento de identificación N°1726892654 y Matheo Alexis Zapata Salinas con documento de identificación N°1755693874, 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: “Evaluación de la efectividad de un dispositivo mini catalizador conectado en el sensor de oxígeno en vehículos de categoría M1 en el distrito metropolitano de Quito y análisis de emisiones contaminantes e impacto en el rendimiento del motor”, 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, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,

José David Luzuriaga Paz
1726892654

Matheo Alexis Zapata Salinas
1755693874

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: **EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE UN DISPOSITIVO MINI CATALIZADOR CONECTADO EN EL SENSOR DE OXÍGENO EN VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES E IMPACTO EN EL RENDIMIENTO DEL MOTOR**, realizado por José David Luzuriaga Paz con documento de identificación N°1726892654 y Matheo Alexis Zapata Salinas con documento de identificación N°1755693874, 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, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,



Ing. Mario Alexander Peralvo Clavon, MSc

1718133448

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi madre, cuyo amor y sabiduría siguen presentes en cada paso que doy, incluso después de su partida. Tu fortaleza y cariño siempre fueron y serán la base de la persona que soy. A mi padre, por ser mi apoyo condicional en todo mi proceso formativo como profesional, por su esfuerzo y dedicación, siempre guiándome con sabiduría y amor. A mis hermanos Darwin, Edwin y Fernando, por su apoyo constante, por estar siempre a mi lado, motivándome y brindándome su cariño.

José David Luzuriaga Paz

Este trabajo está dedicado a mi querida madre Lucia Salinas, cuya constante guía y amor incondicional han sido mi mayor fuente de fuerza y motivación para lograr llegar a estas instancias.

A mis amigos, que han estado conmigo a lo largo de este viaje académico y personal, gracias por las risas y el apoyo en los momentos difíciles. Ustedes han sido una parte esencial de este logro.

Finalmente, dedico este esfuerzo a todos los maestros y mentores que, con su paciencia y sabiduría, han dejado una huella imborrable en mi formación. Su influencia ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

Matheo Alexis Zapata Salinas

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi madre, cuyo recuerdo y enseñanzas continúan siendo mi mayor inspiración. Mi querida madre gracias por todo tu amor y comprensión, siempre agradezco por ser mi guía y mi luz en los momentos de oscuridad.

A mi padre, por su incansable dedicación, paciencia y sacrificio, por brindarme todas las herramientas necesarias para alcanzar mi metas. Agradezco profundamente su esfuerzo, que me impulsa a seguir adelante.

A mis hermanos por ser mi reflejo a seguir, teniendo un impacto invaluable en mi camino, y este trabajo es el reflejo de todo lo que hemos compartido como familia.

Finalmente, agradezco a mi tutor, por su guía, apoyo y paciencia durante todo este proceso. Su orientación ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo, además de mi crecimiento académico

José David Luzuriaga Paz

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, Ing. Mario Peralvo que, con su experiencia, paciencia y comprensión, fueron fundamentales para la realización de este trabajo. A mi familia, especialmente a mi madre Lucia, padre Julio, hermano Daniel y hermana Sofia que estuvieron desde un inicio para mí, estoy muy agradecido por su amor incondicional y apoyo constante. Su confianza en mí ha sido mi motivación para completar este viaje, gracias a mi abuelita Fanny, tía Mari, primos, mejor amiga Cynthia, que me alentaban a seguir adelante cuando se presentaban momentos difíciles. Sin ustedes este logro no sería posible. A Camila que fue la chica que me acompañó en este proceso de formación como profesional, estando en momentos difíciles con su apoyo incondicional para culminar lo que un día empezó como un sueño que se hace realidad. Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. A mis amigos que a lo largo de la carrera fui conociendo y compartimos buenos momentos, gracias por su presencia y apoyo en momentos de estrés y alegría. Cada uno de ustedes contribuye a que este proceso sea más duradero y significativo. Este documento es el resultado de un esfuerzo colectivo y su apoyo fue esencial para su finalización.

Matheo Alexis Zapata Salinas

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE UN DISPOSITIVO MINI CATALIZADOR CONECTADO EN EL SENSOR DE OXÍGENO EN VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES E IMPACTO EN EL RENDIMIENTO DEL MOTOR

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF A MINI CATALYTIC CONVERTER DEVICE CONNECTED TO THE OXYGEN SENSOR IN CATEGORY M1 VEHICLES IN THE METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO AND ANALYSIS OF POLLUTANT EMISSIONS AND IMPACT ON ENGINE PERFORMANCE

José Luzuriaga ¹, Alexis Zapata ²

Resumen

En el Distrito Metropolitano de Quito el transporte vehicular representa la principal fuente de contaminación ambiental, debido a diferentes aspectos como la baja calidad de combustible y el uso de tecnologías vehiculares desactualizadas, lo que genera un impacto negativo para el medio ambiente y la salud de la población.

En esta investigación se llevó a cabo un estudio para verificar la efectividad de un mini catalizador comercializado como un dispositivo capaz de ofrecer beneficios a los vehículos. Según el fabricante, este accesorio puede eliminar el indicador "check engine" cuando el sistema catalítico presenta fallas, mejorar el desempeño del motor y reducir las emisiones contaminantes, contribuyendo así a la protección del medio ambiente. Para evaluar su eficiencia, se utilizó un limpiador de sistema catalítico, conocido comercialmente bajo esa denominación, el cual se vende en conjunto con el mini catalizador como un paquete complementario, ambos comercializados bajo la misma marca. Las pruebas se realizaron utilizando equipos automotrices especializados, como un analizador de gases y un banco dinámico, registrando datos en diferentes

Abstract

In the Metropolitan District of Quito, vehicular transportation represents the main source of environmental pollution, due to different aspects such as low fuel quality and the use of outdated vehicle technologies, which generates a negative impact on the environment and the health of the population.

In this research, a study was conducted to verify the effectiveness of a mini catalytic converter marketed as a device capable of offering benefits to vehicles. According to the manufacturer, this accessory can eliminate the "check engine" indicator when the catalytic system fails, improve engine performance and reduce polluting emissions, thus contributing to environmental protection. To evaluate its efficiency, a catalytic system cleaner, commercially known under that name, was used, which is sold together with the mini catalytic converter as a complementary package, both marketed under the same brand. The tests were performed using specialized automotive equipment, such as a gas analyzer and a dynamometric bench, recording data under different conditions with the use of specialized equipment, taking maximum values and the median of the data obtained. This analysis made it possible to determine whether the mini catalytic

¹ Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador. Autor para correspondencia: jluzuriagap1@est.ups.edu.ec

² Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador. Autor para correspondencia: mzapata1@est.ups.edu.ec

condiciones con el uso de equipos especializados, tomando valores máximos y la mediana de los datos obtenidos. Este análisis permitió determinar si el mini catalizador es una solución efectiva y viable para mejorar el rendimiento vehicular.

Palabras Clave: mini catalizador, aditivo, banco dinamométrico, analizador de gases, torque y potencia

converter is an effective and viable solution for improving vehicle performance.

Keywords: mini catalytic converter, additive, dynamometric bench, gas analyzer, torque and horsepower

1. Introducción

El mini catalizador desempeña un papel crucial en la evaluación del funcionamiento del sistema catalítico en motores modernos. El dispositivo se coloca en el segundo sensor de oxígeno post catalizador, posición estratégica que permite realizar una comparación directa con las lecturas del primer sensor de oxígeno (Guasgua et al, 2016). El análisis de estas señales eléctricas es esencial para interpretar el estado de la conversión catalítica del sistema, asegurando que este opere de manera óptima. Enfocado en el análisis de emisiones en condiciones específicas y como una posible solución práctica para vehículos que requieren reducir sus emisiones sin necesidad de modificaciones mayores en el sistema de escape (Litardo Aroca & López Lugmania, 2023). Se analizaron y compararon los datos obtenidos mediante equipos de diagnóstico automotriz. Estas herramientas permitieron interpretar la eficiencia de la conversión catalítica del sistema de gases de escape y validar los datos obtenidos en la conjetura de la reducción de emisiones contaminantes y optimización del rendimiento general del sistema catalítico (Navarro-Espinoza et al., 2022).

2. Materiales y Métodos

2.1. Dispositivos utilizados

2.1.1. Dispositivo Mini catalizador

El dispositivo está diseñado para ser instalado en el sistema de escape de los vehículos, específicamente ubicado en el sensor de oxígeno post catalizador. Debido a sus diseños compactos, el mini catalizador se adapta a una amplia variedad de vehículos sin necesidad de modificaciones significativas en el sistema de escape (Collaguazo & Clavon, s. f.). Como se observa en la Figura 1 y 2.

Figura 1. Dispositivo mini catalizador



Tabla 1: Ficha técnica de mini catalizador 180°

Dimensiones del producto	
Tamaño de rosca	M18 x 1,5.
Longitud	58.1 mm
Medida hexagonal	21.88 mm (para herramienta de ajuste)
Material:	Acero inoxidable T-304
Peso del producto:	76.2 gramos
Estilo:	Mini de 180°
Color	Plateado
Usos específicos del producto:	Sensor de oxígeno automotriz

Figura 2: Dispositivo mini catalizador con diseño en ángulo de 90°



Tabla 2: Ficha técnica de mini catalizador 90°

Dimensiones del producto	
Tamaño de rosca	M18 x 1,5.
Longitud total	61 mm
Longitud conexión al sistema	52.6mm
Longitud de conexión del sensor o2	44mm
Medida hexagonal	24 mm (para herramienta de ajuste)
Material:	Acero inoxidable T-304
Peso del producto:	242 gramos
Estilo:	Mini de 90°
Color	Plateado
Usos específicos del producto:	Sensor de oxígeno automotriz

2.1.2. Limpiador de sistema catalítico

También se ocupó un limpiador de sistema catalítico como se observa en la Figura 3, para la comparación de las emisiones contaminantes generadas por los vehículos.

Figura 3. Limpiador de sistema catalítico



Tabla 3. Ficha técnica del limpiador de sistema catalítico

Contenido:	450 ml
Composición:	Acetona Isopropanol Xileno Hidrocarburos de cadena larga Parafina
Características:	No Contiene Iones Metálicos Limpia todo el tratamiento posterior de inyección y escape
Aplicación:	Uso preventivo como para la resolución de problemas Aplicable a motores a gasolina

2.2. Equipos automotrices

2.2.1. Analizador de gases automotriz

El analizador de gases de emisiones de KOENG, KEG-500, como se observa en la Figura 4, diseñado para medir los contaminantes presentes en los gases de escape emitidos por vehículos de combustión interna que operan con combustible a gasolina. Este equipo cuantifica CO (Monóxido de carbono), HC (Hidrocarburos no quemados) y O₂ (Oxígeno), los cuales son emitidos al medio ambiente como subproducto de la combustión. Además, el equipo de medición KEG-500 es capaz de medir parámetros como Lambda (indicador de la relación de aire-combustible), permitiendo evaluar la eficiencia del proceso de combustión y el desempeño del motor en términos de emisiones (Rocha-Hoyos et al., 2018).

Figura 4. Analizador de Gases Automotriz KEG-500 (4 GAS)



Tabla 4. Ficha técnica KEG -500

Parámetro	Descripción
Gases Medidos	CO, HC, CO ₂ , O ₂ , (tasa de aire excedente), AFR, NOX (opcional)
Método de Medición	CO, HC, CO ₂ : Infrarrojo No Dispersivo (NDIR) O ₂ , NOX: Célula Electroquímica
Rango de Medición (HC)	0 ~ 999 ppm

Rango de Medición (CO)	0.00 ~ 9.99 %
Rango de Medición (CO ₂)	0 ~ 20.0 %
Rango de Medición (O ₂)	0.00 ~ 25.00 %
Rango de Medición (NOX)	0 ~ 5,000 ppm (opcional)
Resolución	HC: 1 ppm CO: 0.01 % CO ₂ : 0.10 % O ₂ : 0.01 % NOX: 1 ppm
Precisión	Menos del 2 % FS
Tiempo de Respuesta	Dentro de 10 segundos (90 % del tiempo)
Tasa de Flujo	4 ~ 6 L/min
Temperatura de Operación	0 ~ 40 °C
Accesorios	Sonda, manguera de sonda, fusible de repuesto, tapa de prueba de fugas, filtro de repuesto, manual de funcionamiento, cable de alimentación, cable de tierra, boquilla del controlador de calibración, manguera de conexión de calibración

2.2.2. Banco dinamométrico

El banco dinamométrico, permite realizar pruebas y cálculos para medir la potencia y el par motor en diferentes rangos de revoluciones y velocidades, sin necesidad de desmontar el motor. Estos equipos miden la potencia directamente en las ruedas. Una de las principales ventajas de estos equipos es que posibilitan la realización de pruebas en un entorno controlado, como un taller lo que reduce los riesgos y complicaciones de realizar pruebas en condiciones de carretera (Castro & Arrieta, s. f.).

El dinamómetro de rodillos se encuentra disponible en versión inercial, especialmente diseñado para vehículos con tracción en dos o una rueda. Su instalación es fácil, ya que solo requiere preparar un anclaje en el chasis del vehículo, lo que facilita su operación. Además, cuenta con un sistema avanzado de adquisición de datos lo que asegura alta precisión y repetibilidad en los resultados obtenidos, como se muestra en la Figura 5 (Agila & Leonel, s. f.).

Figura 5. Banco dinamométrico ep3 chip tuning



Tabla 5. Ficha técnica del banco dinamométrico

Dimensiones	
Dimensiones del bastidor	3.415 x 5.700 x 600 mm
Peso del bastidor	4.000 kg
Dimensiones de la consola	680 x 570 x 1.360 mm
Peso de la consola	120 kg
Carga máxima por eje:	4 Tn
Ancho de vía Max / min.	2.310 / 785 mm
Velocidad de prueba	0 – 3000 km/h
Escalón de medida	0,1 m.
Potencia medible	300 KW – 407 CV.
Sistema de bloqueo de rodillos	Neumático
Voltaje (trifásico)	400 v – 50 Hz
Longitud rodillos	752 mm
Diámetro rodillos	352 mm
Distancia entre ejes de rodillos	498 m.
Alimentación neumática	8 bares mín.
Conexión	RS232

2.3. Medios para realizar las pruebas

2.3.1. Vehículos de prueba

Como se observan en la Figura 6 y Figura 7, se presentan los vehículos utilizados en las pruebas, mientras que sus características se detallan en la Tablas 6 y Tabla 7.

Figura 6. Vehículo Great Wall Voleex C30



Tabla 6: Características del vehículo Great Wall Voleex C30

Marca:	Great Wall
Modelo:	Voleex c30
Año de fabricación:	2018
Cilindrada:	1,5 L
Combustible utilizado:	87 RON
Torque:	138 Nm
Potencia:	103 hp
Peso:	1.500 kg
Cilindros	4

Figura 7. Vehículo Kia Rio LX 2018



Tabla 7. Características del vehículo Kia Rio LX

Marca:	KIA
Modelo:	Rio LX
Año de fabricación:	2018
Cilindrada:	1,4 L
Combustible:	87 RON
Torque:	133 Nm
Potencia:	100 hp
Peso:	1.092 kg
Cilindros	4

Figura 8: Metodología



3. Resultados y discusión

En el presente estudio, se analizan los parámetros de emisiones vehiculares más relevantes, específicamente hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂), los cuales son evaluados durante la Revisión Técnica Vehicular (RTV) como indicadores clave del desempeño del sistema de combustión del motor y de su impacto ambiental. Además, un banco dinamométrico para medir el desempeño del motor en términos de potencia y torque. Para el tratamiento y análisis de la información, se emplearon herramientas estadísticas avanzadas mediante el software Minitab, lo que permitió organizar, reducir y comparar los datos de manera eficiente. A través de este programa, se puede mostrar datos estadísticos descriptivos como la media, error estándar de la media (EEM), desviación estándar, valores mínimos, máximos, primer cuartil (Q1), segundo cuartil (Q2) y mediana, se hizo énfasis en métricas como la mediana, los valores máximos y la variación porcentual, lo que facilitó una comparación clara y objetiva entre las diferentes condiciones de prueba (Alfaro, 1998).

3.1 Resultados de los análisis de emisiones del vehículo Kia Rio LX

En el vehículo Kia Rio antes de realizar las pruebas en los equipos automotrices, se muestra que el indicador de "Check Engine" se encuentra iluminado inicialmente y dándonos un código de error en el escáner P2096 (Sistema de compensación de combustible post catalizador demasiado rico). No obstante, después de instalar el mini catalizador en el sensor de oxígeno post catalizador y encender el vehículo, el indicador se apaga y los códigos de falla desaparecen, como se observa en la Figura 9.

Figura 9. Sin mini catalizador, check engine Encendido.



Esto valida que la primera prueba relacionada con la desactivación del Check Engine, ha sido verídica, de manera visual como se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Con mini catalizador, check engine apagado.



El análisis de emisiones contaminantes de los vehículos es un proceso esencial para evaluar el rendimiento ambiental de los sistemas de postcombustión. Se pretende comparar las emisiones bajo diferentes condiciones operativas del vehículo evaluando el impacto de diferentes tratamientos sobre el rendimiento del sistema catalítico y las emisiones generadas.

Mantenimiento preventivo: Se realizó un mantenimiento preventivo en ambos vehículos, incluyendo el reemplazo de bujías, filtros de aire y aceite, con el fin de garantizar resultados más precisos y representativos.

Alcance de temperatura: Se permitió que los vehículos alcanzaran una temperatura operativa adecuada antes de iniciar las pruebas para asegurar condiciones de funcionamiento realistas.

Prueba de rendimiento: Las pruebas consistieron en acelerar los vehículos hasta 2500 rpm, seguido de una estabilización a bajas revoluciones para simular diferentes condiciones de operación.

Condiciones estándar: En la primera prueba, los vehículos se mantuvieron en condiciones estándar, lo que hace referencia a su rendimiento sin modificaciones, para servir como referencia base.

Mediciones de gases: Se realizaron cinco mediciones consecutivas en cada vehículo utilizando un analizador de gases, abarcando tanto revoluciones altas como de ralentí.

Pruebas en el banco dinamométrico: El rango de 2000 rpm a 6500 rpm fue utilizado como intervalo estándar para ambas pruebas, permitiendo una evaluación general del rendimiento del motor en diversas condiciones de carga. Este rango no se ajustó específicamente a las características de cada motor, sino que se empleó para obtener una representación global de su desempeño. A través de esta metodología, se analizó cómo cada motor genera su potencia y torque de manera significativa a lo largo de un espectro amplio de revoluciones. Esta estrategia permitió comparar ambos motores en un rango de revoluciones que abarca desde la baja hasta la alta carga, proporcionando una visión integral del comportamiento de los motores en las cinco condiciones operativas.

Primera prueba: Se instaló el analizador de gases y se tomaron las mediciones en condiciones de funcionamiento estándar.

Segunda prueba: Instalación del mini catalizador, se colocó un dispositivo mini catalizador en el sensor de oxígeno y se repitieron las cinco mediciones para evaluar su impacto en las emisiones.

Tercera prueba: Aplicación de suero limpiador, se retiró el mini catalizador y se aplicó suero limpiador de catalizadores y se realizaron nuevamente las cinco mediciones.

Última prueba: combinación de dispositivos, finalmente se combinó el mini catalizador y el suero limpiador, y se repitió el conjunto de cinco mediciones para obtener los resultados finales. Se llevarán a cabo cinco pruebas para cada uno de los escenarios mencionados.

Posteriormente, los datos obtenidos se procesaron utilizando la ecuación estadística (1), la mediana, para obtener un valor representativo del comportamiento de cada configuración. Esta metodología permite una evaluación objetiva de cómo los diferentes tratamientos afectan las emisiones y facilita la comparación entre las diversas condiciones experimentales.

Cuando n es impar

$$Me = \frac{X_n + 1}{2} \quad (1)$$

Las pruebas en el analizador de gases a 2500 rpm y en ralentí evalúan el rendimiento del motor en bajas y medias revoluciones. En ralentí, se detectan problemas en la mezcla, encendido y emisiones de HC, CO y O₂. A 2500 rpm, se verifica la eficiencia del sistema de postcombustión y la reducción de estos contaminantes, asegurando un análisis integral.

3.1.1 Sin dispositivo mini catalizador

En la Tabla 8 y Tabla 9, se muestran los resultados obtenidos del vehículo Kia Rio sin mini catalizador a condiciones normales.

Tabla 8: Datos registrados del vehículo Kia Rio LX sin mini catalizador en ralentí.

Ralentí			
N° Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	118	0	0,21
2	119	0	0,33
3	117	0	0,24
4	114	0	0,1
5	117	0	0,15

Tabla 9: Datos registrados del vehículo Kia Rio LX sin mini catalizador a 2500 rpm.

A 2500 rpm			
N° Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	95	0	0,00
2	100	0	0,00
3	114	0	0,00
4	117	0	0,08
5	120	0	0,10

Tabla 10: Estadísticas descriptivas de emisiones de HC, CO y O₂ en Ralentí y a 2500 rpm, sin mini catalizador.

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	114,00	117,00	117,00	118,00	119,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (Ralentí)	5	0,10	0,15	0,21	0,24	0,33
HC ppm (2500 rpm)	5	95,00	100,00	114,00	117,00	120,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,08	0,10

Tabla 11: La mediana sin mini catalizador vehículo Kia Rio en ralentí

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
117	0.0	0.24

Tabla 12: La mediana sin mini catalizador vehículo Kia Rio a 2500rpm

A 2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
114	0.0	0,00

3.1.2 Con dispositivo mini catalizador

En las Tablas 13 y 14, se muestra los resultados obtenidos para el vehículo de prueba con el dispositivo mini catalizador.

Tabla 13: Datos registrados del vehículo Kia Rio LX con mini catalizador en ralentí.

Ralentí			
N° Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	145	0	0,00
2	150	0	0,00
3	154	0	0,00
4	160	0,1	0,1
5	175	0	0,2

Tabla 14: Datos registrados del vehículo Kia Rio LX con mini catalizador a 2500 rpm.

A 2500 rpm			
N° Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	110	0	0,03
2	122	0	0,02
3	138	0	0,05
4	140	0	0,06
5	145	0	0,07

Tabla 15: Estadísticas descriptivas de emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, con mini catalizador.

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	145,0	147,5	154,00	167,5	175,0
CO % (Ralentí)	5	0,0	0,0	0,00	0,1	0,1
O ₂ % (Ralentí)	5	0,0	0,0	0,00	0,2	0,2
HC ppm (2500 rpm)	5	110,0	122,0	138,00	140,0	145,0
CO % (2500 rpm)	5	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,02	0,03	0,05	0,07	0,2

Tabla 16: La mediana con mini catalizador en ralentí, vehículo Kia Rio LX

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
154	0.0	0.0

Tabla 17: La mediana con mini catalizador a 2500 rpm, vehículo Kia Rio LX

A 2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
138	0.0	0,05

3.1.3 Sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico.

En las siguientes Tablas 18 y 19, se muestra los resultados obtenidos para el vehículo de prueba sin el dispositivo mini catalizador y realizado la limpieza del sistema de escape con el aditivo correspondiente.

Tabla 18: Datos registrados del vehículo Kia Rio sin mini catalizador y limpiador de sistema catalítico en ralentí.

Ralentí			
N° Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	44	0	0,03
2	85	0,08	0,92
3	99	0,09	0,13
4	117	0,16	0,13
5	123	0,16	0,15

Tabla 19: Datos registrados del vehículo Kia Rio sin mini catalizador y limpiador de sistema catalítico a 2500 rpm

A 25000 rpm			
N° Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	23	0	1,78
2	69	0	0,69
3	85	0,07	1,63
4	88	0,01	1,8
5	89	0,05	1,44

Tabla 20: Estadísticas descriptivas de emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, con mini catalizador

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	44,00	85,0	99,00	117,00	123,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,08	0,09	0,16	0,16
O ₂ % (Ralentí)	5	0,03	0,13	0,13	0,15	0,92
HC ppm (2500 rpm)	5	23,00	69,00	85,00	88,50	89,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,01	0,06	0,07
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,69	1,44	1,63	1,78	1,8

Tabla 21: La mediana sin mini catalizador y limpiador de sistema catalítico en ralentí del vehículo Kia Rio

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
99	0.09	0.13

Tabla 22: La mediana sin mini catalizador y limpiador de sistema catalítico a 2500 rpm del vehículo Kia Rio

A 2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
85	0.01	1.63

3.1.4 Con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

En las siguientes Tablas 23 y 24 se muestra los resultados obtenidos para el vehículo de prueba con el dispositivo mini catalizador y realizado la limpieza del sistema catalítico con el aditivo correspondiente.

Tabla 23: Datos registrados del vehículo Kia Rio con dispositivo mini catalizador y limpiador de sistema catalítico en ralentí

Ralentí			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	100	0	0,08
2	104	0	0,09
3	106	0	0,09
4	108	0	0,12
5	110	0	0,11

Tabla 24: Datos registrados del vehículo Kia Rio con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico a 2500rpm

25000 rpm			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	95	0	0,12
2	100	0	0,09
3	102	0	0,10
4	110	0	0,08
5	120	0	0,10

Tabla 25: Estadísticas Descriptivas de Emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	100,00	102,00	106,00	109	110,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (Ralentí)	5	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12
HC ppm (2500 rpm)	5	95,00	97,50	102,00	115,0	120,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,08	0,08	0,10	0,11	0,12

Tabla 26: La mediana con dispositivo mini catalizador y el limpiador de sistema catalítico en ralentí

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
106	0.0	0,09

Tabla 27: La mediana con dispositivo mini catalizador y el limpiador de sistema catalítico a 2500 rpm

2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
102	0.0	0,10

3.2 Resultados de los análisis de emisiones del vehículo Great Wall Voleex C30

3.2.1 Sin mini catalizado

En las tablas 28 y 29, se muestran los resultados obtenidos del vehículo Great Wall

Voleex C30 sin mini catalizador a condiciones normales sin dispositivos.

Tabla 28: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30, en ralentí sin mini catalizador

Ralentí			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	35	0	0,03
2	79	0	0,19
3	79	0	0,7
4	96	0,02	0,8
5	116	0	3,56

Tabla 29: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30, a 2500 rpm sin mini catalizado

A 25000 rpm			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	40	0	0,03
2	38	0	0,03
3	70	0	0,63
4	153	0	2,11
5	129	0	0,9

Tabla 30: Descriptivas de Emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, sin mini catalizador

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	35,00	57,00	79,00	106,0	116,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
O ₂ % (Ralentí)	5	0,03	0,11	0,70	2,18	3,56
HC ppm (2500 rpm)	5	38,00	39,00	70,00	141,0	153,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,03	0,03	0,63	1,51	2,11

Tabla 31: La mediana en ralentí sin mini catalizador en vehículo Great Wall Voleex C30

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
79	0.0	0.70

Tabla 32: La mediana a 2500 rpm sin mini catalizador en vehículo Great Wall Voleex C30

A 2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
70	0.0	0,63

3.2.2 Con dispositivo mini catalizador

En las tablas 33 y 34, se muestra los resultados obtenidos para el vehículo de prueba con el dispositivo mini catalizador.

Tabla 33: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30 con mini catalizador en ralentí.

Ralentí			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	126	0	0,31
2	124	0	0,24
3	121	0	0,26
4	119	0	0,28
5	105	0	0,23

Tabla 34: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30 con mini catalizador a 2500rpm

A 2500 rpm			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	114	0,0	0,28
2	118	0,0	0,13
3	119	0,0	0,15
4	124	0,2	0,10
5	132	0,0	0,28

Tabla 35: Estadística descriptiva de emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, con mini catalizador

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	105,00	112,00	121,00	125,00	126,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (Ralentí)	5	0,23	0,24	0,26	0,30	0,31
HC ppm (2500 rpm)	5	114,00	116,00	119,00	128,00	132,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,10	0,12	0,15	0,28	0,28

Tabla 36: La mediana en ralentí con mini catalizador del vehículo Great Wall Voleex C30

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
121	0.0	0.26

Tabla 37: La mediana a 2500rpm con mini catalizador del vehículo Great Wall Voleex C30

A 2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
119	0,00	0,15

3.2.3 Sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

En las siguientes tablas 38 y 39, se muestra los resultados obtenidos para el vehículo de prueba sin el dispositivo mini catalizador y realizado la limpieza del sistema de escape con el aditivo correspondiente.

Tabla 38: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30 en ralentí, sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

Ralentí			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	34	0,00	0,00
2	38	0,00	0,05
3	67	0,00	0,02
4	92	0,00	0,11
5	98	0,00	0,13

Tabla 39: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30 a 2500rpm, sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

A 25000 rpm			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	99	0,00	1,06
2	77	0,14	0,14
3	62	0,00	0,00
4	44	0,00	0,00
5	42	0,00	0,00

Tabla 40: Estadísticas descriptivas de emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	34,00	36,00	67,00	95,00	98,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,02	0,12	0,13
HC ppm (2500 rpm)	5	42,00	43,00	62,00	88,00	99,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,60	1,06

Tabla 41: La mediana en ralentí sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico vehículo Great Wall Voleex C30

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
67	0.0	0.02

Tabla 42: La mediana a 2500rpm sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico vehículo Great Wall Voleex C30

A 2500 rpm		
------------	--	--

HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
62	0.0	0,0

3.1.4 Con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

En las siguientes Tablas 43 y 44, se muestra los resultados obtenidos para el vehículo de prueba con el dispositivo mini catalizador y realizado la limpieza del sistema de escape con el aditivo correspondiente.

Tabla 43: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30, con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico en ralentí.

Ralentí			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	111	0	1,28
2	99	0	1,27
3	94	0	0,11
4	88	0,1	0,11
5	49	0	0,00

Tabla 44: Datos registrados del vehículo Great Wall Voleex C30, con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico a 2500rpm

A 2500 rpm			
Nº Prueba	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	79	0	0,15
2	77	0	0,11
3	72	0	0,11
4	79	0	0,19
5	98	0	0,1

Tabla 45: Estadísticas descriptivas de emisiones de HC, CO y O₂ en ralentí y a 2500 rpm, con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico

VARIABLE	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
HC ppm (Ralentí)	5	49,00	68,50	94,00	105,00	111,00
CO % (Ralentí)	5	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10
O ₂ % (Ralentí)	5	0,00	0,06	0,11	1,28	1,28
HC ppm (2500 rpm)	5	72,00	74,50	79,00	88,50	98,00
CO % (2500 rpm)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂ % (2500 rpm)	5	0,10	0,11	0,11	0,17	0,19

Tabla 46.La mediana sin dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico del vehículo Great Wall Voleex C30 en ralentí

Ralentí		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
94	0.0	0,11

Tabla 47.La mediana con dispositivo mini catalizador y Limpiador de sistema catalítico del vehículo Great Wall Voleex C30 a 2500rpm

A 2500 rpm		
HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
79	0.0	0,11

En el vehículo Kia Rio LX, se registraron niveles más elevados de hidrocarburos (HC) en comparación con el Great Wall Voleex C30. Sin embargo, los niveles de monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂) se mantuvieron dentro de rangos similares. Estos resultados corresponden a la mediana de cinco mediciones realizadas en condiciones de ralentí y a 2500 rpm, calculada estadísticamente para asegurar una representación precisa de las emisiones. Los datos correspondientes al Kia Rio LX y Great Wall Voleex C30 se presentan en las tablas que incluyen los valores de la mediana bajo cada una de las condiciones evaluadas. La instalación del mini catalizador provocó un aumento en los niveles de hidrocarburos, lo que indica una reducción en la eficiencia de la combustión. Este fenómeno puede ser atribuido a la alteración de la mezcla aire-combustible, generando una mezcla más pobre. La separación del sensor de oxígeno, debido a la ubicación del mini catalizador, impide que el sensor detecte con precisión la concentración de oxígeno en los gases de escape, por tanto, la unidad de control electrónico (ECU) interpreta que la mezcla es pobre y, como mecanismo de compensación, incrementa la inyección de combustible, lo que resulta en un aumento de las emisiones de hidrocarburos. Es fundamental destacar que la correcta ubicación y funcionamiento del sensor de oxígeno son esenciales para el monitoreo preciso de la mezcla aire-combustible. Cualquier alteración en la posición del sensor puede comprometer la capacidad de la ECU para ajustar adecuadamente la mezcla, lo que puede ocasionar un incremento en las emisiones y una reducción en el rendimiento del motor. Por otro lado, el uso del aditivo limpiador del sistema de postcombustión demostró ser efectivo en la reducción de las emisiones contaminantes. Este dispositivo actúa mediante la eliminación de los residuos carbonizados en el sistema, lo que mejora la eficiencia del

proceso de combustión y reduce las emisiones de gases nocivos en estos vehículos de prueba usado para este estudio.

3.3 Pruebas en el Banco Dinamométrico

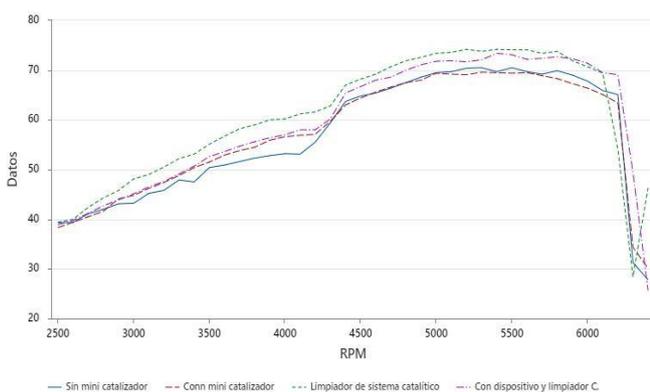
3.3.1 Vehículo de prueba Kia Rio LX

En el presente análisis, se evaluaron los valores de potencia generados en diferentes pruebas realizadas en un banco dinamométrico con un total de 40 datos registrados entre 2500 rpm y 6400 rpm como se observa en la Figura 11. Las pruebas se llevaron a cabo bajo cuatro condiciones: Sin mini catalizador (condición base o normal). Con mini catalizador, con limpiador de sistema catalítico y con mini catalizador más limpiador de sistema catalítico. El valor de potencia máxima en la condición base (sin mini catalizador) fue de 70.50 HP. Se observa los datos registrados de potencia en la Tabla 48.

Tabla 48: Valores máximos de potencia del vehículo Kia Rio LX

Potencia Máxima	
Sin dispositivo mini catalizador	Con dispositivo mini catalizador
70.50 (Hp)	69.60(Hp)
Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico
74.20 (Hp)	73.40 (Hp)

Figura 11: Curvas de potencia vehículo Kia Rio LX



Para obtener resultados más precisos de las variables de interés, se aplicó la ecuación de variación porcentual, referida como la ecuación (2). El valor base corresponde a las condiciones normales del vehículo, es decir, sin la presencia del mini catalizador. Este enfoque permite obtener resultados independientes y establecer

una referencia para el análisis de parámetros antes de la implementación de otros dispositivos o limpiadores del sistema, como se muestra los valores en las tablas de variación porcentual de la potencia y torque.

$$\text{Variación (\%)} = \frac{\text{Valor actual} - \text{Valor normal}}{\text{Valor normal}} \times 100 \quad (2)$$

Tabla 49: Variación porcentual de la potencia máximo después de instalar el mini catalizador

Con dispositivo mini catalizador	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
69.60 (hp)	70.5 (hp)	-1.28 %

Tabla 50: Variación porcentual de la potencia máximo después de aplicar el limpiador de sistema catalítico

Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual (%)
74.20 (hp)	70.5 (hp)	5.25 %

Tabla 51: Variación porcentual de la potencia máximo después de aplicar el limpiador de sistema catalítico e instalar del mini catalizador

Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual (%)
73.40 (hp)	70.5 (hp)	4.11%

Los resultados evidenciaron que la implementación del dispositivo mini catalizador de forma individual provoca una ligera disminución en la potencia máxima del motor, con una variación negativa de potencia del 1.28% respecto al valor base. En contraste, el uso del limpiador de sistema catalítico sin el mini catalizador resulta ser más efectivo, logrando una variación porcentual al incremento de potencia del 5.25%.

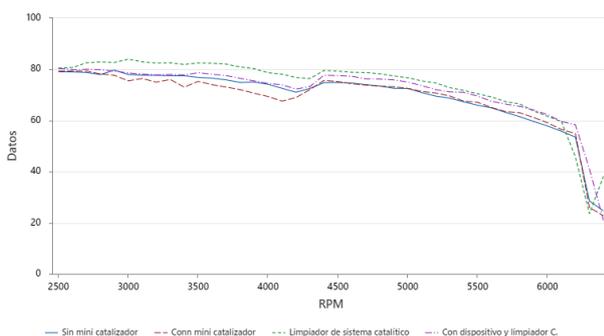
La combinación del mini catalizador y el limpiador genera un incremento de potencia del 4.11%, mostrando que, aunque ambos dispositivos pueden actuar de manera complementaria, el limpiador por sí solo tiene un impacto más significativo en la mejora del rendimiento del sistema.

En las pruebas realizadas, se determinó el valor máximo de torque, el cual fue de: 79.70 lb-pie como se observa en la Tabla 52. A partir de este valor, se procedió a realizar la comparación, aplicando el mismo método en todas las pruebas, permitiendo evaluar el impacto de cada dispositivo sobre el rendimiento del torque máximo calculado sobre un registro de 40 datos a partir de 2500 rpm a 6400 rpm como se puede observar en la Figura 12.

Tabla 52: Valores máximos de torque del vehículo Kia Rio LX

Torque Máximo	
Sin dispositivos mini catalizador	Con dispositivo mini catalizador
79.70 (lb - pie)	79.36 (lb - pie)
Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico
82.78 (lb - pie)	80.42 (lb - pie)

Figura 12: Curvas de torque, vehículo Kia Rio LX



En el cálculo de la variación porcentual, se observa que, al igual que en el caso de la potencia, el uso del dispositivo mini catalizador genera una pérdida de 0.43% en el rendimiento del torque. Sin embargo, cuando se utiliza el limpiador de sistema catalítico, se obtiene una mejora significativa de torque de 3.87 %.

Tabla 53: Variación porcentual del torque máximo después de instalar el mini catalizador

Con dispositivo mini catalizador	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
79.36 (lb - pie)	79.70 (lb - pie)	-0.43 %

Tabla 54: Variación porcentual del torque máximo después de aplicar el limpiador de sistema catalítico

Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual (%)
82.78 (lb - pie)	79.70 (lb - pie)	3.87 %

Tabla 55: Variación porcentual del torque máximo después de aplicar el limpiador de sistema catalítico e instalar del mini catalizador

Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
80.42 (lb - pie)	79.70 (lb - pie)	0.90 %

3.4 Great Wall Voleex C30

En este análisis, se evaluaron los valores de potencia y torque generados en un banco dinamométrico, registrando un total de 43 datos entre 2000 rpm y 6200 rpm como se muestran en las Figuras 13 y 14. Las pruebas se realizaron bajo cuatro condiciones: sin mini catalizador (condición base), con mini catalizador, con limpiador de sistema catalítico y con mini catalizador más limpiador de sistema catalítico en el vehículo Great Wall Voleex C30 como se muestra en las Tablas 56 y 60.

Tabla 56: Valores máximos de potencia del vehículo Great Wall Voleex C30

Potencia Máxima	
Sin dispositivos mini catalizador	Con dispositivo mini catalizador
65.60 (Hp)	64.30 (Hp)
Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico
67.15 (Hp)	66.35 (Hp)

Figura 13: Curvas de potencia de Wall Voleex C30

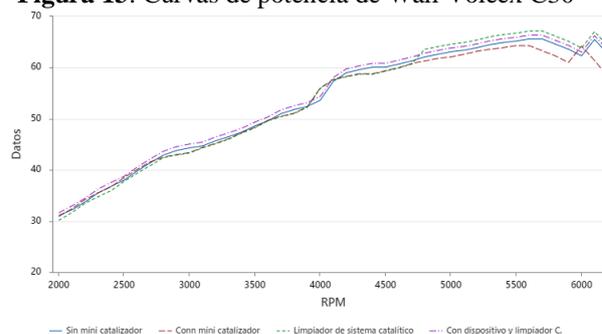


Tabla 57: Variación porcentual de la potencia máximo después de instalar el mini catalizador

Con dispositivo mini catalizador	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
64.30 (hp)	65.60 (hp)	-1.98 %

Tabla 58: Variación porcentual de la potencia después de aplicar el limpiador de sistema catalítico

Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
67.15 (hp)	65.60 (hp)	2.36 %

Tabla 59: Variación porcentual de la potencia máxima después de aplicar el limpiador de sistema catalítico e instalar del mini catalizador

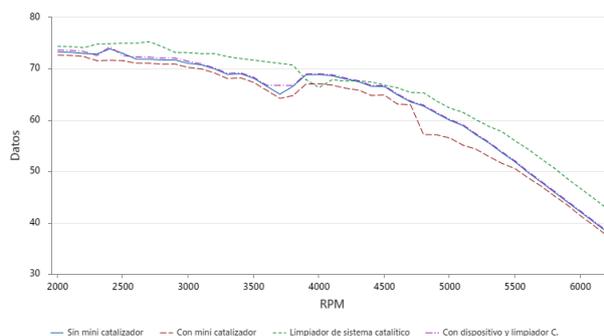
Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
66.35 (hp)	65.60 (hp)	1.14 %

El análisis técnico revela que el uso del mini catalizador genera una ligera disminución en la potencia del motor, mientras que el limpiador de sistema catalítico muestra una mejora relativa las emisiones contaminantes del motor. La combinación de ambos dispositivos presenta una ligera variación de los datos obtenidos, como se muestra en las siguientes tablas de variación porcentual.

Tabla 60: Valores máximos de torque del vehículo Great Wall Voleex C30

Torque Máxima	
Sin dispositivos mini catalizador	Con dispositivo mini catalizador
73.90 (lb - pie)	72.67 (lb - pie)
Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico
75.31 (lb - pie)	74.29 (lb - pie)

Figura 14: Curvas de torque, Wall Voleex C3



El análisis realizado evidencia que el uso del limpiador del sistema catalítico incrementa el

torque del vehículo en un 1.91%, como se observa en la Figura 62, mostrando una mayor efectividad en comparación con el dispositivo mini catalizador. Este último provoca una disminución del torque en un 1.66%, tal como se detalla en la Tabla 61. Además, en la Tabla 63 se registra un incremento del torque cuando se combina el limpiador del sistema catalítico con el mini catalizador; sin embargo, este aumento es mínimo, indicando que el principal efecto positivo se atribuye al limpiador del sistema catalítico.

Tabla 61: Variación porcentual del torque máximo después de instalar el mini catalizador

Con dispositivo mini catalizador	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
72.67 (lb - pie)	73.90 (lb - pie)	-1.66 %

Tabla 62: Variación porcentual del torque máximo después de aplicar el limpiador de sistema catalítico

Sin dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
75.31 (lb - pie)	73.90 (lb - pie)	1.91 %

Tabla 63: Variación porcentual del torque máximo después de aplicar el limpiador de sistema catalítico e instalar del mini catalizador

Con dispositivo y limpiador de sistema catalítico	Sin dispositivos mini catalizador	Variación porcentual
74.29 (lb - pie)	73.90 (lb - pie)	0.53 %

4. Conclusiones

El análisis de las emisiones y el rendimiento de los vehículos Kia Rio y Great Wall Voleex C30, tanto sin dispositivos como con mini catalizador y limpiador de sistema catalítico, reveló diferentes efectos sobre las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂) a diversas revoluciones del motor. En el caso del Kia Rio, sin el mini catalizador, los valores de HC fueron de 117 ppm en ralentí y 114 ppm a 2500 rpm. Tras la instalación del mini catalizador, se observó un incremento en las emisiones de HC, alcanzando hasta 154 ppm en ralentí y 138 ppm

a 2500 rpm, lo que indica que el mini catalizador aumenta las emisiones de HC en comparación con la condición sin dispositivo, lo que a su vez genera un mayor consumo de combustible, no necesariamente por el simple aumento de los HC. Sin embargo, el sistema de inyección del vehículo podría estar respondiendo de manera que afecte el rendimiento del motor, y esto podría estar detrás de la causa. Cuando se instala un mini catalizador, este dispositivo podría generar una mayor resistencia al flujo de los gases de escape, lo que puede modificar la forma en que el motor gestiona la mezcla de aire-combustible. Si el mini catalizador está interfiriendo con los sensores de oxígeno o con el flujo de los gases de escape, el sistema de inyección podría estar inyectando más combustible para mantener la proporción adecuada de mezcla de aire-combustible. Esto podría resultar en un consumo mayor de combustible.

Por otro lado, al introducir el limpiador de sistema catalítico sin el mini catalizador, las emisiones de HC disminuyeron significativamente, con 99 ppm en ralentí y 85 ppm a 2500 rpm. La combinación de ambos dispositivos mini catalizador y limpiador de sistema catalítico resultó en una reducción de las emisiones de HC, con 106 ppm en ralentí y 102 ppm a 2500 rpm, mostrando un impacto positivo en la reducción de las emisiones de HC por efecto del limpiador de sistema catalítico. En cuanto al Great Wall Voleex C30, los valores de HC sin el mini catalizador existe valores de 79 ppm en ralentí, y 70 ppm a 2500 rpm. Con la instalación del mini catalizador, las emisiones de HC aumentaron a 121 ppm en ralentí y una disminución de 119 ppm a 2500 rpm, teniendo un comportamiento similar al observado en el vehículo Kia Rio. Al utilizar el limpiador de sistema catalítico sin el mini catalizador, la concentración de hidrocarburos no quemados (HC) experimentó una reducción notable, con un rango de 67 ppm en ralentí y 62 ppm a 2500 rpm. Finalmente, la combinación de ambos dispositivos (limpiador catalítico y dispositivo mini catalizador) redujo las emisiones de HC a 94 ppm en ralentí y 79 ppm a 2500 rpm, con una mejora similar a la observada en el Kia Rio. Los resultados mostraron que el mini catalizador generalmente incrementa las emisiones de HC,

mientras que el limpiador de sistema catalítico tiene un efecto positivo en la reducción de las emisiones tanto en ralentí como a 2500 rpm. Respecto al rendimiento del motor, el análisis de la potencia y el torque a distintas revoluciones reveló que el mini catalizador provocó una ligera disminución en la potencia y el torque de ambos vehículos, mientras que el limpiador de sistema catalítico mostró mejoras notables en ambos parámetros, como en el Kia Rio, el limpiador aumentó la potencia en un 5.25% y el torque en un 3.87%, ya que elimina parcialmente impurezas del sistema catalizador permitiendo que los gases de escape salgan con mayor facilidad lo que provoca un aumento parcial en el torque y potencia.

En el caso del Vehículo Great Wall Voleex C30, el limpiador incrementó la potencia en un 2.36% y el torque en un 1.91%. La combinación de ambos dispositivos dio como resultado una mínima mejora en ambos vehículos, aunque su impacto fue menor en comparación con los efectos del limpiador de sistema catalítico por sí solo. Es decir que los resultados sugieren que el mini catalizador tiene un efecto negativo en las emisiones y el rendimiento de los vehículos, mientras que el limpiador de sistema catalítico se presenta como una mejor opción posible para la reducción de emisiones como para el aumento de rendimiento del motor.

La combinación de ambos dispositivos mostró una mejora despreciable, pero el limpiador de sistema catalítico por sí solo brindó los mejores resultados en términos de reducción de emisiones y aumento de la potencia y el torque. El mini catalizador puede tener algún impacto en la reducción de ciertas emisiones, pero en general, su uso no contribuye de manera efectiva a la mejora del rendimiento o la reducción significativa de las emisiones en los vehículos analizados.

Referencias

- Agila, F., & Leonel, M. (s. f.). Adecuación del banco dinamométrico marca Armfield CM11 para el acoplamiento de diferentes motores ciclo Otto.
- Alfaro, M. del R. (1998). Contaminación del aire: Emisiones vehiculares, situación actual y alternativas. EUNED.
- Arichávala Alvarracin, A. M., & Jerez Guamán, C. G. (2017). Diseño e implementación de un

- software para adquisición y visualización de parámetros funcionales del banco dinamométrico marca Armfield modelo CM11 (Bachelor's thesis).
- Castro, C. J. L., & Arrieta, E. E. R. (s. f.). Desarrollo de un prototipo de un banco de pruebas para diagnosticar fallos en sensores vehiculares de oxígeno (O2).
- Calderón, A. (2012). Optimización de la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno.
- Collaguazo, A. F. S., & Clavon, M. A. P. (s. f.). 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.
- Corma, A., Palomares Gimeno, A. E., Díaz Cabañas, M. J., & Martínez Triguero, J. (2004). Un sistema catalítico para disminuir emisiones de compuestos orgánicos volátiles en gases de combustión.
- Guasgua, J. F. A., Campaña, G. G. R., Paredes, M. E. G., Guasgua, J. F. A., Campaña, G. G. R., & Paredes, M. E. G. (2016). Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1, utilizando gasolina de la Comunidad Andina. *Enfoque UTE*, 7(3), 110-119. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.109>
- Litardo Aroca, K. E., & López Lugmania, D. A. (2023). Análisis para el reacondicionamiento de catalizadores de 3 vías en los vehículos con motor a gasolina [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25852>
- Landeros Muñoz, J. (2018). Instrumentación de un sensor de oxígeno para la industria automotriz (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de la Ciudad de México: Colegio de Ciencia y Tecnología: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Electrónicos Industriales).
- Lombardo, E. A., Miro, E. E., Camji, D., & Vassallo, J. (2016). Desarrollo y certificación ambiental de catalizadores para emisiones de escape de automóviles.
- Naranjo, J. I. G., Maila, J. E. G., Gutierrez, C. A. T., & Agila, C. A. V. (2021). Caracterización tecnológica de los sistemas de emisiones contaminantes de los motores de encendido en vehículos automotrices. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9), 942-962.
- Navarro-Espinoza, S., Meza-Figueroa, D., Pedroza-Montero, M., Soto-Puebla, D., Navarro-Espinoza, S., Meza-Figueroa, D., Pedroza-Montero, M., & Soto-Puebla, D. (2022). Catalizadores de tres vías: Historia, funcionamiento y ventajas ambientales. *Epistemus (Sonora)*, 16(33), 99-105. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.240>
- Ordoñez Jarrin, K. A., & Cabrera Durán, H. A. (2024). Implementación de un sistema de carga de esfuerzo motor para el análisis y simulación de la potencia, fuerza de arrastre y par motor de los bancos Yesa-3111 del Laboratorio de motores de la Carrera de Ingeniería Automotriz-Sede Quito (Bachelor's thesis).
- Rocha-Hoyos, J. C., Zambrano, D., Portilla, Á., Erazo, G., Torres, G., & Llanes-Cedeño, E. (2018). Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas. //Analysis of Gases of the Engine of a Vehicle through Static and Dynamic Tests. *Ciencia Unemi*, 11(28), 97-108.
- Rocha-Hoyos, J. C., Zambrano, D., Portilla, Á., Erazo, G., Torres, G., & Llanes-Cedeño, E. (2018). Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas. //Analysis of Gases of the Engine of a Vehicle through Static and Dynamic Tests. *CIENCIA UNEMI*, 11(28), Article 28. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp97-108p>
- Rodríguez Pretelt, J. J. (2014). Análisis del sistema catalítico de la resina de poliéster insaturado para laminación.
- Rojas Reinoso, E. V., Romero Hidalgo, V. J., & Pancha Ramos, J. M. (2020). Análisis del comportamiento de las emisiones de CO₂, CO y del factor lambda de un vehículo con sistema de inyección convencional con catalizador y sin catalizador. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (23), 23-29