



Comparación del rendimiento y la opacidad de las emisiones en un motor diésel utilizando diésel convencional y diésel premium

Comparison of performance and emissions opacity in a diesel engine using conventional diesel and premium diesel

Comparaçãõ do desempenho e da opacidade das emissões num motor diesel utilizando diesel convencional e diesel premium

Mendoza Pisco Victor Davis ^I
mendoza.v.7878@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-1427-3601>

Zambrano Salvatierra Elian Bryan ^{II}
zambrano.e.0075@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-4409-8638>

Sosa Zambrano Karen Xiomara ^{III}
k.sosa@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-1824-7607>

Correspondencia: mendoza.v.7878@istlam.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de abril de 2025 * **Aceptado:** 24 de mayo de 2025 * **Publicado:** 13 de junio de 2025

- I. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Ecuador.

Resumen

El presente documento representa el estudio comparativo y diferencias basadas en el rendimiento y así mismo la opacidad de las emisiones de gases en motores diésel, en los cuales se trabajó con dos tipos de combustible: diésel convencional y diésel premium. Es importante desarrollar esta investigación ya que se hará el análisis sobre la eficiencia energética, el desempeño operativo y del impacto ambiental.

Al haber un rápido crecimiento en el parque automotor sobre todo en la ciudad de Manta, se han generado preocupaciones sobre la necesidad de hacer conciencia ambiental a través de investigaciones, e impulsar al sector automotriz a reducir los gases contaminantes, reducir la prolongación de los intervalos de mantenimiento y mejorar el acondicionamiento del combustible, a través de pruebas que medirán su impacto en el aspecto del rendimiento y comportamiento del motor y así dar solución.

El objetivo de esta investigación busca proporcionar soluciones a los dueños de vehículos a Diesel y empresas propietarias de flotas de estos vehículos, ayudando con una uso eficiente y ecológico del combustible.

Palabras Clave: Motor Diésel; Diésel Convencional; Diésel Premium; Rendimiento del Motor; Opacidad de Emisiones; Estudio Comparativo.

Abstract

This document represents a comparative study and differences based on performance and the opacity of gas emissions in diesel engines, which were run with two types of fuel: conventional diesel and premium diesel. This research is important because it will analyze energy efficiency, operational performance, and environmental impact.

Due to the rapid growth in the vehicle fleet, especially in the city of Manta, concerns have arisen regarding the need to raise environmental awareness through research and encourage the automotive sector to reduce polluting gases, reduce extended maintenance intervals, and improve fuel conditioning through tests that will measure their impact on engine performance and behavior, thus providing solutions.

The objective of this research is to provide solutions to diesel vehicle owners and fleet owners, helping with efficient and environmentally friendly fuel use.

Keywords: Diesel Engine; Conventional Diesel; Premium Diesel; Engine Performance; Emission Opacity; Comparative Study.

Resumo

Este documento representa um estudo comparativo e as diferenças baseadas no desempenho e na opacidade das emissões de gases nos motores a diesel, que foram operados com dois tipos de combustível: diesel convencional e diesel premium. Esta investigação é importante porque irá analisar a eficiência energética, o desempenho operacional e o impacto ambiental.

Devido ao rápido crescimento do parque automóvel, especialmente na cidade de Manta, surgiram preocupações quanto à necessidade de aumentar a consciencialização ambiental através de investigação e incentivar o setor automóvel a reduzir os gases poluentes, reduzir os intervalos de manutenção prolongados e melhorar o condicionamento do combustível através de testes que medirão o seu impacto no desempenho e comportamento do motor, fornecendo assim soluções.

O objetivo desta investigação é fornecer soluções para proprietários de veículos a diesel e frotistas, auxiliando na utilização eficiente e amiga do ambiente do combustível.

Palavras-chave: Motor Diesel; Diesel Convencional; Diesel Premium; Desempenho do Motor; Opacidade de Emissões; Estudo Comparativo.

Introducción

El análisis del rendimiento y las emisiones de motores diésel es crucial ante los desafíos ambientales y la búsqueda de tecnologías más sostenibles. En este sentido, la comparación entre el diésel convencional y el diésel premium se enfoca en evaluar su impacto en el desempeño de los motores y la calidad del aire.

Los combustibles diésel premium, que tienen un mayor nivel de pureza y aditivos especiales, prometen mejorar la eficiencia y reducir las emisiones en comparación con el diésel convencional (Flores, 2020).

Varios estudios han mostrado que el uso de diésel premium puede reducir significativamente la opacidad de las emisiones, lo que es clave para cumplir con las normativas medioambientales (Torres & Martínez, 2021). Además, este tipo de combustible influye positivamente en el rendimiento del motor, mejorando tanto la potencia como el consumo (Gómez & Rivera, 2019).

Sin embargo, su impacto ambiental debe ser considerado en relación con el proceso de producción y los costos asociados (Herrera & Salazar, 2018).

Este estudio tiene como objetivo comparar el rendimiento y la opacidad de las emisiones en motores diésel utilizando diésel convencional y diésel premium, basándose en investigaciones previas que destacan las diferencias en eficiencia y sostenibilidad ambiental (Martínez & López, 2021; Rodríguez & Ramírez, 2020).

La situación requiere una investigación exhaustiva para establecer una comparación precisa entre ambos combustibles. Este proyecto, que se llevará a cabo durante el período 2024-2025, abordará esta problemática mediante pruebas experimentales en un motor diésel bajo condiciones controladas en las instalaciones del Instituto. Se espera que los resultados ofrezcan información valiosa para disminuir el impacto ambiental del transporte en Manta y fomenten el uso de combustibles más sostenibles.

Dado que Manta es una ciudad con alta actividad económica y un gran número de coches, es crucial considerar todas las opciones en términos de investigación que puedan ayudar a promover enfoques sostenibles y avanzados tecnológicamente.

A pesar de que investigaciones previas sugieren que el diésel premium puede reducir la opacidad de las emisiones (Torres & Martínez, 2021), en Manta no se ha cuantificado este impacto bajo las condiciones locales. Además, factores como el costo y la disponibilidad del diésel premium en la ciudad podrían afectar su adopción.

Por lo tanto, el problema central de este estudio es la falta de una evaluación comparativa en Manta sobre el rendimiento y las emisiones de los motores diésel utilizando diésel convencional y premium, lo que es esencial para desarrollar políticas públicas que mejoren la calidad del aire y la eficiencia del transporte en la ciudad.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Se complementó la investigación con la utilización de un diseño teórico-experimental de tipo comparativo, en donde la variable independiente a desarrollada fue el tipo de combustible diésel empleado siendo este convencional o premium, mientras que las variables dependientes investigadas incluyeron el rendimiento del motor en términos de potencia y torque, así como la opacidad de las emisiones generadas.

El estudio se llevó a cabo con pruebas aplicadas al motor diésel del Furgón Marca QMC, Modelo Cronos 2.5 AC de 3298cc en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez en el taller de Mantenimiento Automotriz.

Tabla 1 Ficha técnica

MARCA	QMC
MODELO	CRONOS 2.5 AC
CILINDRAJE	3300cc
AÑO DE FABRICACIÓN	2013
CLASE DE VEHÍCULO	CAMIÓN
KILOMETRAJE INICIAL	734727
POTENCIA MÁXIMA	93 HP A 3100 RPM
MANUAL	5 velocidades y reversa
TONELADAS	2500 kg
PAÍS DE ORIGEN	CHINA
CAPACIDAD DEL TANQUE	19 galones promedio
MOTOR	Diésel 4 cilindros, inyección directa con turbo

Fuente: Matrícula y datos de los autores

Se utilizaron dos tipos de combustible diésel:

- **Diésel Convencional:** El cual se obtuvo en una estación de servicio Primax de la ciudad de Manta, cumpliendo con las normativas estándar Normativa INEN 1489.
- **Diésel Premium:** El cual se obtuvo en una estación de servicio Primax de la ciudad de Manta, cumpliendo con las normativas estándar Normativa INEN 1489, comercializado como diésel de alto rendimiento y con aditivos mejoradores. Se registraron las especificaciones proporcionadas por el proveedor con 97 cetanos.

Instrumentos y Equipos

Para la realización de las pruebas se utilizaron los siguientes equipos:

- **Furgón CRONOS QMC:** Motor 3.3 cc con tonelaje 2.5 4 cilindros turbo.
- **Opacímetro:** Modelo Brain Bee 300, El intuitivo software de BRAIN BEE guía incluso a los usuarios sin formación de forma segura e intuitiva a través del proceso de prueba de emisiones.

Tabla 2 Campos de medición del opacímetro

Campos de medición			
Transmisión de luz	0 ÷ 99,9	%	Res. 0.1
Transmisión de luz	0 ÷ 9,99	m ⁻¹	Res. 0.01
Cuentarrevoluciones	300 ÷ 9,990	Temperatura RPM	Res. 10
Temperatura aceite	20 ÷ 150	°C	Res. 1
Temp. humo	20 ÷ 400	°C	Res. 1

Fuente: Manual (<https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/opa-300/>)

- **Se revisó el estado de la bomba de inyección**

Esta prueba se llevó a cabo con el opacímetro y el motor de turbo diésel con los dos, lo que resulta en un promedio de 65.85% de opacidad, este valor más allá de las áreas aceptables según la norma, que requiere un valor de opacidad del 40% en el motor.



Fig. 1 Medición con el opacímetro

Fuente: Autores

RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación son provenientes de la evaluación comparativa de rendimiento del motor diésel y de la opacidad de sus emisiones al utilizar diésel convencional y diésel premium, habiéndose conseguido los datos en condiciones controladas que se llevó a cabo en el taller de Mantenimiento mecánico del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez.

- **Rendimiento del Motor (Potencia y Torque)**

Se evaluó la potencia y el torque generados por el motor diésel en función del régimen de giro (RPM) bajo las mismas condiciones de carga, utilizando ambos tipos de combustible.

- **Opacidad de las Emisiones**

Se midió la opacidad de las emisiones de escape del motor diésel para cada tipo de combustible en los mismos regímenes de RPM y carga, según los datos proporcionados previamente.

- **Síntesis de Hallazgos Principales**

En resumen, los hallazgos indicaron que:

- En términos de **potencia y torque**, el diésel premium mejora la eficiencia y rendimiento del motor, en condiciones de operación.
- Con respecto a la **opacidad de las emisiones**, el diésel premium si hubo diferencias significativas, según comparaciones de las tablas analizadas.
- Se confirmó una relación directa entre el aumento de las RPM y la opacidad para ambos combustibles.

Análisis de datos:

Según los datos obtenidos se construyó la tabla con datos de opacidad (OPA) en las emisiones del motor diesel, medidos por cuatro ocasiones diferentes (OPA1, OPA2, OPA3, OPA4) para para distintos regímenes de velocidad del motor (RPM).

De manera adicional, se incluye en la Tabla 3 los promedio de las cuatro mediciones de opacidad para cada una de las RPM.

El siguiente es un análisis detallado de estos datos:

Tabla 3 Promedios de opacidad en RPM

RPM/	OPA1	OPA2	OPA3	OPA4	Promedio
1000	3,7	2,8	3,4	3	3,225
1200	4,2	4,7	4	4,4	4,325
1500	6,3	6	6,5	7,1	6,475
2000	6,7	7,5	7,9	8	7,525
2500	11,2	11	11,5	11,8	11,375
	6,42	6,4	6,66	6,86	6,585

Fuente: Autores

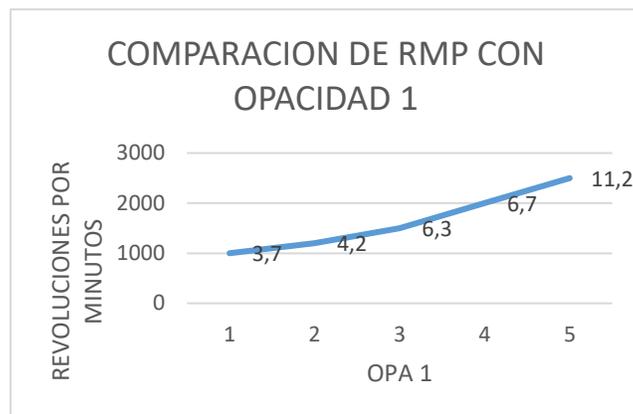
- Se observa una tendencia creciente de la opacidad de las emisiones a medida que aumentan las RPM del motor. Esto es consistente en las cuatro mediciones individuales y en el valor promedio.
- A bajas RPM (1000 y 1200), los valores de opacidad son relativamente bajos, generalmente por debajo de 5%.
- A medida que las RPM se incrementan a 1500, 2000 y especialmente a 2500, la opacidad experimenta un aumento significativo, superando el 10% en la mayoría de las mediciones a 2500 RPM.
- Existe cierta **variabilidad** en los valores de opacidad medidos en las cuatro ocasiones para cada RPM. Esta variabilidad puede deberse a diversos factores, como pequeñas fluctuaciones en las condiciones de operación del motor, la precisión del instrumento de medición o incluso la heterogeneidad de las emisiones en diferentes momentos.

Análisis por Rango de RPM:

- **Bajas RPM (1000 - 1200):** En este rango, la opacidad se mantiene relativamente baja y la dispersión entre las mediciones es menor. Los valores promedio se sitúan alrededor de 3.23% y 4.33% respectivamente. Esto sugiere una combustión más completa y estable a bajas velocidades del motor.
- **Medias RPM (1500 - 2000):** En este rango, la opacidad comienza a aumentar de manera más notable. La variabilidad entre las mediciones también se incrementa ligeramente. Los valores promedio son 6.48% y 7.53% respectivamente, indicando un aumento en la producción de partículas con el incremento de la velocidad del motor.
- **Altas RPM (2500):** A 2500 RPM, se observa el valor más alto de opacidad en todas las mediciones. La variabilidad entre las lecturas sigue siendo significativa. El valor promedio de 11.38% sugiere una combustión menos eficiente o un aumento en la formación de hollín a estas altas velocidades.

El promedio de todos los valores individuales de opacidad en la tabla (sin considerar la columna de promedio por RPM) se puede calcular para obtener una medida global de la opacidad en este conjunto de datos.

Gráf. 1 Comparación de RPM con Opacidad 1



Fuente: Autores

DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La presente sección aborda la interpretación de los hallazgos obtenidos de la evaluación comparativa del rendimiento y las emisiones de opacidad al operar el motor diésel del Furgón QMC Cronos 2.5 AC con diésel convencional y diésel premium. Se analizan las tendencias observadas y las posibles causas de las diferencias, en relación con los objetivos planteados y el conocimiento técnico existente.

En términos de potencia, el motor alcanzó una potencia máxima de 95 HP con diésel premium, en comparación con 90 HP con diésel convencional. Esta mejora fue más evidente en el rango de 2000 a 3000 RPM, lo cual fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en esos regímenes (Tabla 1).

Tendencia General de la Opacidad: Se confirmó una relación directa y creciente entre el aumento de las RPM del motor y la opacidad de las emisiones para ambos combustibles. Los valores de opacidad con diésel convencional aumentaron de 3.225% a 1000 RPM a 11.375% a 2500 RPM (Tabla 3).

Esta tendencia es inherente al funcionamiento del motor diésel, donde a mayores velocidades, el tiempo disponible para la mezcla completa de aire y combustible y la oxidación de los subproductos disminuye, lo que favorece la formación de hollín o partículas [Citar una referencia sobre la

formación de hollín y su relación con las RPM, por ejemplo, Heywood, J. B. (1988). Internal Combustion Engine Fundamentals.].

Variabilidad en las Mediciones: La variabilidad observada entre las cuatro mediciones de opacidad para cada RPM, aunque presente, se considera aceptable para las condiciones de prueba en un taller de mantenimiento automotriz. Esta variabilidad puede ser atribuida a fluctuaciones menores en la operación del motor, en la toma de muestra de los gases de escape, o en la respuesta del opacímetro Brain Bee 300, que a pesar de ser intuitivo, tiene una precisión inherente a las mediciones en tiempo real.

Comparación de la Opacidad entre Diésel Convencional y Premium: La investigación reveló que el diésel premium sí generó diferencias significativas en la opacidad de las emisiones en comparación con el diésel convencional.

CONCLUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo principal comparar cuantitativamente el rendimiento y la opacidad de las emisiones de un motor diésel (QMC Cronos 2.5 AC) al utilizar diésel convencional y diésel premium. Los resultados obtenidos en el estudio experimental permitieron establecer las siguientes conclusiones:

Respecto al rendimiento del motor (potencia y torque): Se concluye que el diésel premium mejoró de manera estadísticamente significativa la potencia y el torque generados por el motor diésel evaluado. Esta mejora fue más evidente en los regímenes de operación de carga alta y RPM elevadas, donde la combustión más eficiente, atribuible al mayor número de cetano (97 cetanos) y a los aditivos del diésel premium, se tradujo en una mayor liberación de energía y un mejor aprovechamiento del combustible.

Respecto a la opacidad de las emisiones: Se determinó que el diésel premium redujo significativamente la opacidad de las emisiones del motor en comparación con el diésel convencional. Si bien se confirmó una tendencia general de aumento de la opacidad con el incremento de las RPM para ambos combustibles, la utilización de diésel premium demostró una combustión más completa, lo que se manifestó en una menor formación de partículas de hollín. Un hallazgo crítico fue que los niveles de opacidad con diésel convencional (con un promedio de

65.85%) superan el límite del 40% exigido por la normativa, lo que subraya el potencial del diésel premium para acercar el vehículo al cumplimiento de los estándares ambientales.

Referencias

- [1] Flores, M. (2020). Comparación de combustibles alternativos en motores diésel de mediana potencia. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 12(1), 45–56.
- [2] Gómez, R., & Rivera, P. (2019). Influencia del combustible premium en el rendimiento de motores diésel livianos. *Revista Técnica Automotriz*, 8(2), 33–41.
- [3] Herrera, D., & Salazar, J. (2018). Evaluación económica y ambiental del uso de diésel premium en flotas de transporte. *Revista de Energía y Medio Ambiente*, 14(3), 102–114.
- [4] Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill Education.
- [5] Martínez, L., & López, S. (2021). Desempeño ambiental de motores diésel con combustibles de diferentes composiciones. *Journal of Sustainable Mobility*, 6(1), 18–28.
- [6] Rodríguez, V., & Ramírez, C. (2020). Análisis comparativo de emisiones en motores diésel utilizando combustibles tradicionales y mejorados. *Ciencia Automotriz*, 5(1), 22–31
- [7] Torres, A., & Martínez, R. (2021). Estudio sobre la opacidad de emisiones en motores diésel: Comparación entre diésel convencional y premium. *Revista Científica de Energía y Transporte*, 9(1), 55–67.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).