



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3641>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la  
norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular*

*Comparative analysis of fuels between Colombia and Ecuador based on the INEN  
2203 standard used in the vehicle technical review*

*Análise comparativa de combustíveis entre Colômbia e Equador com base na  
norma INEN 2203 utilizada na revisão técnica veicular*

Juan Carlos Rubio-Terán<sup>I</sup>  
[jrubio@uide.edu.ec](mailto:jrubio@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5815-0154>

José Sebastián Campaña-Montalvo<sup>II</sup>  
[jocampanamo@uide.edu.ec](mailto:jocampanamo@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-1932-7621>

Pedro Manuel Carrasco-Contag<sup>III</sup>  
[pecarrascoco@uide.edu.ec](mailto:pecarrascoco@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0002-2908-8539>

**Correspondencia:** [jrubio@uide.edu.ec](mailto:jrubio@uide.edu.ec)

\***Recibido:** 29 de agosto de 2023 \***Aceptado:** 01 de septiembre de 2023 \* **Publicado:** 17 de octubre de 2023

- I. Ingeniero, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Estudiante, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- III. Estudiante, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

## Resumen

En el presente estudio se realizaron pruebas estáticas en un vehículo Renault Logan modelo 2008, cuyo objetivo es el de comprobar que el combustible expendido en el país cumpla con los estándares de calidad necesarios para superar las pruebas realizadas en la Revisión Técnica Vehicular (RTV). Para alcanzar los objetivos se realizaron seis distintas pruebas estáticas de emisiones, con tres combustibles distintos incluido Extra colombiano, bajo los parámetros de la norma NTE INEN 2203, los cuales indican que el motor debe trabajar a ralentí y a 2500 RPM para realizar las mediciones. Los resultados demostraron que los valores en emisiones de CO, CO<sub>2</sub> y HC difieren conforme la calidad del combustible, siendo el combustible Extra ecuatoriano el mayor generador de sustancias contaminantes, a su vez el combustible colombiano demostró que posee mejores características que reducen en gran manera la emisión de dichas partículas. A partir del análisis de los resultados arrojados por la investigación se puede determinar que el combustible ecuatoriano está afectando a los resultados obtenidos en la RTV. Además, Ecuador es de los pocos países que realizan pruebas estáticas, provocando que no se tome en cuenta la carga dentro de un vehículo, factor importante que se verá reflejado en los resultados, ya que, conforme esta se incremente el automotor generará mezcla rica, lo que genera más gases contaminantes, por lo que es de suma importancia que la institución replantee y comience a efectuar pruebas dinámicas en el país.

**Palabras Claves:** Hidrocarburos; Monóxido de carbono; Dióxido de carbono; INEN 2203; RTV.

## Abstract

In the present study, static tests were carried out on a 2008 model Renault Logan vehicle, the objective of which is to verify that the fuel sold in the country meets the quality standards necessary to pass the tests carried out in the Vehicle Technical Review (RTV). To achieve the objectives, six different static emissions tests were carried out, with three different fuels including Colombian Extra, under the parameters of the NTE INEN 2203 standard, which indicate that the engine must work at idle and at 2500 RPM to carry out the measurements. The results showed that the values of CO, CO<sub>2</sub> and HC emissions differ according to the quality of the fuel, with the Extra Ecuadorian fuel being the largest generator of polluting substances, in turn the Colombian fuel demonstrated that it has better characteristics that greatly reduce the emission of said particles. From the analysis of the results obtained by the investigation, it can be determined that the Ecuadorian fuel is affecting the results

## Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

obtained in the RTV. Furthermore, Ecuador is one of the few countries that carry out static tests, causing the load inside a vehicle to not be taken into account, an important factor that will be reflected in the results, since, as this increases, the vehicle will generate a rich mixture, which generates more polluting gases, so it is of utmost importance that the institution rethinks and begins to carry out dynamic tests in the country.

**Keywords:** Hydrocarbons; Carbon monoxide; Carbon dioxide; INEN 2203; RTV.

### Resumo

No presente estudo foram realizados testes estáticos em um veículo Renault Logan modelo 2008, cujo objetivo é verificar se o combustível comercializado no país atende aos padrões de qualidade necessários para passar nos testes realizados no Vehicle Technical Review (RTV). Para atingir os objetivos foram realizados seis diferentes testes de emissões estáticas, com três combustíveis diferentes incluindo Colombian Extra, sob os parâmetros da norma NTE INEN 2203, que indicam que o motor deve funcionar em marcha lenta e a 2500 RPM para realizar as medições. Os resultados mostraram que os valores das emissões de CO, CO<sub>2</sub> e HC diferem de acordo com a qualidade do combustível, sendo o combustível Extra Equatoriano o maior gerador de substâncias poluentes, por sua vez o combustível Colombiano demonstrou que possui melhores características que muito reduzir a emissão das referidas partículas. A partir da análise dos resultados obtidos pela investigação, pode-se constatar que o combustível equatoriano está afetando os resultados obtidos no RTV. Além disso, o Equador é um dos poucos países que realizam testes estáticos, fazendo com que a carga dentro de um veículo não seja levada em consideração, fator importante que se refletirá nos resultados, pois, à medida que aumenta, o veículo irá gerar um mistura rica, que gera gases mais poluentes, por isso é de extrema importância que a instituição repense e comece a realizar testes dinâmicos no país.

**Palavras-chave:** Hidrocarbonetos; Monóxido de carbono; Dióxido de carbono; INEN 2203; RTV.

### Introducción

Uno de los problemas más grandes existentes en el planeta es la contaminación del aire, provocado por emisiones de gases emanadas por la industria y vehículos de uso cotidiano, especialmente en zonas urbanas, causantes de 6.7 millones de muertes prematuras a nivel mundial cada año (OMS, 2022). Además, los combustibles fósiles representan el 19% del consumo global de energía y son causantes del 22% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el planeta (Querol et al., 2001). Estos gases

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la  
revisión técnica vehicular

---

contaminantes se encuentran conformados principalmente por hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), material particulado (MP) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), generados por la combustión de combustibles fósiles. Por esta razón, distintas marcas a nivel mundial se han enfocado en reducir la contaminación, tanto por las emisiones contaminantes producidas por los gases de escape, al igual que la contaminación producida por la fabricación de piezas.

Volvo invirtió en la tecnología HYBRIT, caracterizada por la eliminación del carbono en el proceso de extracción de oxígeno del hierro, reemplazándola por hidrógeno verde producido por procesos de electrólisis con energía eólica (Infobae, 2021). En cuanto a las emisiones, las soluciones que se han tomado por parte de la industria es la inclusión de motores de menor tamaño compensados por un turbocompresor, que no le resta potencia y vuelve más eficientes a los motores, además del cambio hacia autos híbridos recargables y eléctricos los cuales están ocupando cada vez más terreno dentro del parque automotor a nivel mundial.

En el caso del país en el último año hubo un incremento del 66% en ventas de autos híbridos, que pasaron de 3.919 unidades vendidas a 6.511 en 2022, gracias a la eliminación del impuesto ICE (Impuesto a los Consumos Especiales) para vehículos híbridos y eléctricos (Tapia, 2023); debido a esta medida, en el país cada vez más personas prefieren adquirir este tipo de vehículos, ya que, se ven beneficiados tanto económicamente como en temas de movilización como es el caso de la capital donde estos vehículos no se rigen al "pico y placa", y son libres de circulación dentro de la ciudad.

La alta contaminación ha alarmado a los países latinoamericanos, es por esta razón que en el caso de Ecuador se instauró el Plan Nacional de Calidad del Aire que tiene como objetivo "alcanzar una calidad ambiental adecuada de este recurso, contribuyendo a mejorar la vida de la población ecuatoriana" (Ambiente, S.f). Otra de las medidas de protección del medio ambiente en el país, fue la creación de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) y su antecesor CORPAIRE (Corporación para el Mejoramiento del Aire en Quito), organismo controlado por el municipio de cada cantón cuya finalidad es garantizar las condiciones mínimas de seguridad de un vehículo, comprobar el cumplimiento de las normas técnicas y jurídicas del país (Portal Único de Trámites Ciudadanos, 2022). Además, otro de los puntos más importantes que se busca evaluar en la RTV, son los gases nocivos para la población y el medio ambiente que son producidos por los automóviles.

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

La RTV utiliza las normas NTE INEN 2349, 2207, 2205, 2204 y 2203, para la evaluación de los vehículos que circulan en el país, siendo la norma NTE INEN 2203 la que es utilizada para evaluar a vehículos a gasolina mediante pruebas estáticas, donde se miden gases tales como: partículas de oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos. Esta norma posee tablas donde se toman en cuenta factores como la antigüedad del automóvil, cilindrada del motor, entre otros, que sirven para limitar las cantidades de los elementos tóxicos mencionados (INEN, Normalización.gob, 1998). La RTV realiza únicamente pruebas estáticas donde igualmente se hace una revisión de otros componentes como suspensión, frenos y estado general del vehículo. Cabe mencionar que la RTV basa sus mediciones dinámicas en la norma EURO III, la cual es una norma anticuada, ya que fue creada antes del 2000 y actualmente en países europeos y ciertos países de Latinoamérica ya rige la norma EURO VI.

El presente estudio tendrá como delimitación geográfica la ciudad de Quito ubicada a 2850 m.s.n.m, en esta se realizarán pruebas estáticas utilizando el combustible ecuatoriano Super Premium de 95 octanos, Extra de 89 octanos y Extra de 98 octanos expendido en Colombia, a diferencia de que en este país la norma vigente en el territorio es la EURO V. El objetivo de este estudio es realizar una prueba estática entre los combustibles de los países mencionados, tomando en cuenta un modelo de automóvil cuyos resultados en la RTV cumplan con falta T2 o T3 para que, mediante el uso de un medidor de gases de escape para motores a gasolina, comprobar los valores de partículas de hidrocarburos, oxígeno y monóxido de carbono arrojados al utilizar estos dos combustibles. Además, se buscará demostrar si existe una afectación por parte del Estado hacia la población ya que, el problema no radica en que los motores tienen problemas ocasionando los valores altos en emisiones tóxicas, sino que el causante de estos valores altos es el combustible que se comercializa en el país. El estudio se realizará en un vehículo Renault Logan del año 2008, el cual se rige a la normativa de emisiones de gases EURO 4 sin embargo, a este modelo para cumplir con las regulaciones ambientales del país y se adapte a la calidad del combustible expendido en el país fue homologado a la norma EURO 3. Para la evaluación se utilizará el instrumento de medición de gases “Automotive Emission Analyzer QGA6000”, el cual reflejará los resultados de gases como O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC, CO<sub>2</sub> y CO, dentro de las seis pruebas a realizar en el equipo las cuales se desarrollarán de la siguiente manera; tres pruebas con régimen de motor a ralentí y tres pruebas a 2500 rpm, con las respectivas tres muestras de combustibles.

## Fundamento Teórico

Los hidrocarburos son compuestos de origen orgánicos los cuales se presentan en la naturaleza en diferentes estados líquido, gaseoso y sólido. Estos pueden ser petróleo, gas natural o hidratos de metano (Cornejo Arteaga, 2014). El diésel, es un combustible ocupado principalmente en motores de compresión interna que funcionen a base de la ignición de combustible en temperaturas altas por compresión (Payri Gonzáles & Fernández, 2011). Los motores ciclo diésel se diferencian de los motores ciclo Otto en su manera de entrar en funcionamiento ya que, en un motor diésel ingresa una gran cantidad de aire en el cilindro y a su vez el combustible es inyectado de manera directa dentro de la cámara de combustión al momento de la compresión del aire donde se alcanzan altas temperaturas que provocan la ignición del combustible de manera inmediata (Gía, 2020), la cual es la principal diferencia entre dichos motores.

El octanaje es la característica más importante dentro de los combustibles ya que, esta es la encargada de determinar la calidad y la capacidad de consumo en la gasolina (Antamba, et al., 2016) , “indica la presión y la temperatura a la cual un combustible debe someterse para ser carburado, o mezclado con aire, antes de llegar a auto detonarse al alcanzar la temperatura de autoignición; a mayor octanaje son mejores las características antidetonantes de las gasolinas” (Bosch, 2005). El número octano es la medida de las características antidetonantes de las gasolinas, el cual es el volumen porcentual de iso-octano, en una mezcla del mismo con n-heptano que tengan las mismas características antidetonantes de la gasolina que se está ensayando en un motor mono cilíndrico estándar (INEN, 1998). Esta última característica es una de las más importantes ya que, dentro de un motor de ciclo Otto es muy importante que no existan detonaciones porque estas podrían producir cascabeleos y movimientos inusuales del pistón que con el tiempo llegan a dañar componentes internos del motor. En el caso de esta investigación se utilizará un motor ciclo Otto de cuatro tiempos como objeto de prueba, cuyas características principales de estos motores son que el proceso ocurre bajo 4 tiempos admisión, compresión, expansión y escape, además la combustión producida en dichos motores consiste en la quema del combustible para que se libere energía, transformándola en trabajo lo cual genera el movimiento del vehículo (Llanes et al., 2018). Cabe mencionar que este tipo de motor fue creado por el ingeniero alemán Nicolaus Otto en colaboración del ingeniero Eugen Langen los cuales en 1864 fundaron la compañía Gasmotorenfabrik Deutz AG, donde una década más tarde en 1874 patentarían el modelo del motor Otto (Payri Gonzáles & Fernández, 2011). Además, estos motores se caracterizan por poseer un sistema de inyectores y bujías, estas últimas situadas en la parte superior

## Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

de la cámara las cuales a diferencia de motores diésel donde son utilizadas como parte del precalentamiento, en motores ciclo Otto estas liberan una chispa que causa que exista la combustión del combustible dentro de los cilindros.

En la RTV dentro del territorio ecuatoriano únicamente se realizan pruebas estáticas, que son regidas por la norma NTE INEN 2203, donde se detallan los procesos que se deben seguir para realizar las mediciones tales como la calibración del equipo de medición, el calentamiento del motor del vehículo hasta temperatura de funcionamiento, además de no poseer accesorios extras que puedan alterar la lectura de las emisiones (INEN, Normalización.gob, 1998). En Ecuador actualmente se rige la normativa NTE INEN 2204 basada en la norma EURO III encargada de controlar las emisiones de gases contaminantes en la Unión Europea desde el año 2000 hasta el 2005, misma que establece los parámetros permitidos de emisiones contaminantes producidas por vehículos que emplean gasolina, sin embargo, en el territorio no se realizan pruebas de este tipo al momento de la revisión de un automotor liviano ya que, estas normas dictan que las evaluaciones que se realicen a un vehículo deben ser de carácter dinámico, razón por la cual solamente vehículos pesados son evaluados bajo estos parámetros (Gía, 2020). Provocando que vehículos de uso cotidiano no sean evaluados bajo ciertos factores como la carga dentro del mismo, que claramente provocarían una alteración en cuanto a las emisiones provocadas por el automotor.

La norma INEN 2203 y 2204, establecida en 1998, proporciona los lineamientos y criterios de evaluación utilizados en la Revisión Técnica Vehicular de Ecuador. Estas regulaciones determinan los límites aceptables para las emisiones producidas por vehículos a gasolina, centrándose en gases altamente contaminantes como el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos. Estos contaminantes tienden a formarse cuando la relación de combustible es elevada y hay una cantidad insuficiente de oxígeno para una completa.

Según información de Petroecuador, la gasolina Super vendida en el país cumplió con la norma EURO III (WWFCH/Sexta edición), con un contenido promedio de azufre de 56 partes por millón (ppm), en contraste con el límite establecido por la norma de 450 ppm. Asimismo, la gasolina Extra presentó un contenido de azufre de 218 ppm, en comparación con el límite de 650 ppm establecido por la norma. En Ecuador, se comercializan tres tipos de gasolina: la super premium con un octanaje de 95, la super de 92 y la extra y eco país de 89 octanos (Petroecuador, 2022). Cabe destacar que la gasolina eco país tiene el mismo octanaje que la extra, pero contiene un 5% de contenido de etanol.



Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la  
revisión técnica vehicular

---

Las pruebas estáticas no son suficientes para medir con precisión las emisiones de los vehículos debido a que no reflejan las condiciones reales de conducción. Las pruebas dinámicas son más efectivas para medir las emisiones en condiciones reales de conducción. Un estudio realizado por la Comisión Europea concluyó que las pruebas dinámicas son más efectivas para medir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes de los vehículos que las pruebas estáticas (Comisión Europea, 2017). Además, la Comisión Europea ha recomendado la implementación de pruebas dinámicas para medir las emisiones de los vehículos en condiciones reales de conducción.

En la evolución tecnológica para intentar disminuir estos gases contaminantes se han desarrollado diferentes aparatos como válvulas EGR, catalizadores para una neutralización y control de CO, HC y NO<sub>x</sub>, los cuales son más impactados por los altos niveles de azufre que cuenta la gasolina Ecuatoriana, este impacto se intensifica con vehículos que se encuentran desarrollados con estándares más estrictos, EURO IV, EURO V y EURO VI, los niveles actuales de azufre son el principal obstáculo para introducir nuevas tecnologías más avanzadas con respecto al control de emisiones, las cuales podrían combatir reduciendo drásticamente los gases contaminantes e incluso bajar el consumo del combustible.

La implementación de la normativa EURO V puede ser un importante avance en la mejora de la calidad del aire y en la disminución de los impactos ambientales asociados con la emisión de gases contaminantes por parte de los vehículos. La implementación de la normativa en el Ecuador implica una serie de desafíos técnicos, económicos y logísticos para la industria petrolera y automotriz del país, así como para el gobierno y la sociedad en su conjunto. La promoción de biocombustibles puede ser una alternativa importante para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mejorar la sostenibilidad de la industria energética en el país. La implementación de la norma EURO V requiere de una adecuada regulación y supervisión de la calidad de los combustibles, lo que implica la necesidad de contar con un marco normativo claro y efectivo (Guerrero & Sánchez, 2016).

El artículo de Cedeño y Jarrín titulado "Impacto ambiental de la gasolina de mala calidad en el aire de Quito" se centra en la evaluación del impacto ambiental que tiene la gasolina de mala calidad en la calidad del aire de la ciudad de Quito. Los autores indican que la gasolina utilizada en el Ecuador no cumple con las normas de calidad europeas, lo que resulta en la emisión de altos niveles de compuestos tóxicos al aire. A través de la medición de la calidad del aire en diferentes zonas de la ciudad, los autores identificaron que las áreas cercanas a las estaciones de servicio son las más afectadas por la contaminación del aire, lo que puede tener efectos negativos en la salud de las



Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

personas que habitan en estas zonas. Los resultados del estudio muestran la importancia de mejorar la calidad de los combustibles para reducir los impactos negativos en la salud y el medio ambiente (Cedeño & Jarrín, 2019). Los autores sugieren que la implementación de normas y regulaciones más estrictas para la calidad de los combustibles, como las normas EURO V, podrían ayudar a reducir la contaminación del aire y mejorar la calidad de vida en la ciudad. Además, se recomienda la implementación de programas de inspección y mantenimiento vehicular.

Las emisiones de los vehículos son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica en el país y tienen un impacto negativo en la salud de la población. La exposición a las emisiones de los vehículos se asocia con enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como con otros problemas de salud como irritación de los ojos, la nariz y la garganta (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2021). En la ciudad de Quito, se encontró que los niveles de contaminación del aire en la ciudad estaban influenciados por la emisión de contaminantes de los vehículos. Los resultados también sugieren que los niveles de contaminación del aire son más altos en las horas pico de tráfico, cuando hay una mayor cantidad de vehículos en las carreteras

En la ciudad de Guayaquil encontró que los niveles de contaminación del aire en la ciudad estaban por encima de los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los resultados también sugieren que los niveles de contaminación del aire están asociados con un mayor riesgo de enfermedades respiratorias en la población (Ludeña, Villacrés, & López, 2019). La OMS estima que la contaminación del aire en general es responsable de 7 millones de muertes prematuras en todo el mundo cada año, y que muchas de estas muertes se deben a enfermedades cardiovasculares y respiratorias causadas por la exposición a la contaminación atmosférica.

Los motores de combustión interna emiten una variedad de gases de escape, que incluyen óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estos gases pueden ser perjudiciales para la salud humanos y el medio ambiente. Los NO<sub>x</sub> y los HC pueden contribuir a la formación de smog y partículas finas, que pueden causar problemas respiratorios y cardiovasculares en los seres humanos. Además, el CO es tóxico y puede ser fatal en concentraciones elevadas, mientras que el CO<sub>2</sub> es el principal gas de efecto invernadero y contribuye al calentamiento global" (EPA, 2021).

Existe un plan de descontaminación atmosférica del Ministerio del Ambiente del Ecuador tiene como objetivo reducir la contaminación del aire en la ciudad de Quito a través de una serie de medidas, entre ellas la mejora de la calidad del combustible (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2021). El

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

plan establece la necesidad de mejorar la calidad de la gasolina y el diésel para reducir la emisión de contaminantes al aire, y plantea la implementación de una serie de medidas regulatorias para garantizar que se cumplan los estándares de calidad establecidos.

Un estudio realizado por la revista Ingeniería Energética proporciono un diagnóstico de la calidad de los combustibles líquidos comercializados en Ecuador, incluyendo gasolina, diésel y GLP. Se evaluaron parámetros como la densidad, el contenido de azufre, la presencia de metales pesados y otros contaminantes. Los resultados mostraron que la calidad de los combustibles líquidos en Ecuador no cumple con los estándares internacionales, y que se requiere una mayor regulación y control para mejorar la calidad del combustible y reducir la emisión de contaminantes al aire (Jijón, 2018).

Los efectos principales que tienen estos gases en el ambiente al ser la mayoría de estos gases de invernadero son el contribuir al calentamiento global y también afectar la salud de la población (Noticias Parlamento Europeo, 2022). Al ser hidrocarburos derivados del petróleo y el petróleo crudo tener un alto grado de azufre en su composición química estos combustibles tanto gasolina como diésel almacenan azufre en su composición que, al ser combustionados es liberado como bióxido de azufre SO<sub>2</sub> o partículas de sulfatos los cuales son extremadamente nocivos para el ser humano (Organización Marítima Internacional, 2020).

El Informe sobre la calidad del aire en el mundo 2021 de IQAir es el primer informe importante sobre la calidad del aire en el mundo basado en la guía anual actualizada de la calidad del aire de la OMS para PM<sub>2.5</sub>. La nueva directriz se publicó en septiembre de 2021 y redujo el valor de referencia anual existente de PM<sub>2.5</sub> de 10 µg/m<sup>3</sup> a 5 µg/m<sup>3</sup>. La contaminación por partículas finas, conocida como PM<sub>2.5</sub>, se acepta comúnmente como el contaminante del aire más dañino y ampliamente monitoreado y se ha descubierto que es un factor importante que contribuye a los efectos sobre la salud, como el asma, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades cardíacas y pulmonares (IQAir, 2022). PM<sub>2.5</sub> conduce a millones de muertes prematuras cada año.

La lucha contra el calentamiento global y la salud humana a causa de gases contaminantes es algo mundial, en Europa, se realizó un estudio de cohortes sobre efectos por exposición a contaminación atmosférica, corresponden a una cohorte holandesa de 5.000 adultos. En los siete primeros años de evaluación y análisis se ha encontrado una asociación entre vivir cerca de vías con una alta afluencia de automóviles y el riesgo de morir por causa cardiorrespiratoria. Estos resultados son consistentes con otros estudios europeos en los que vivir cerca de vías con elevada intensidad de tráfico se asocia con mayor riesgo de enfermedades respiratorias o cardíacas (Martí Bosca et al., 2012).

## Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

El método BAT-CELL es un método innovador utilizado para evaluar la toxicidad de diferentes mezclas de gases en células vivas. Este método se basa en la evaluación de la influencia de la toxicidad real de varias mezclas de gases en las células vivas, teniendo en cuenta la sinergia aditiva. La toxicidad real se refiere a los efectos nocivos de una determinada sustancia en los organismos vivos, como los tejidos, órganos o procesos biológicos. El método BAT-CELL permite el contacto directo entre el gas ensayado y la superficie celular, gracias a la eliminación de la barrera fisicoquímica en forma de fluido de cultivo, lo que lo distingue de otros métodos directos de este tipo. La exposición directa de las células a los gases probados, utilizando el dispositivo BAT-CELL, es una técnica reproducible para probar la citotoxicidad de las mezclas de gases. Este método ha sido utilizado para probar la toxicidad del aire de la cabina y gases de escape del motor de vehículos. Ha demostrado ser una técnica efectiva para evaluar la toxicidad de diferentes mezclas de gases en células vivas, lo que puede ayudar a mejorar la comprensión de los efectos nocivos de la contaminación del aire y guiar la toma de decisiones en cuanto a la regulación de la calidad del combustible y la reducción de emisiones de gases (Janicka et al., 2022).

### **Materiales y métodos**

La investigación se va a realizar por medio de una metodología mixta (cualitativa y cuantitativa). La metodología cualitativa será utilizada para recopilar toda la información necesaria que sustente el estudio. En la primera sección se hablará sobre los parámetros de las normas NTE INEN 2203, EURO III y EURO V. De igual manera sobre los gases tóxicos producidos en el proceso de combustión y sus efectos sobre la salud, alternativas de la industria automotriz para la reducción de emisiones contaminantes, la función del analizador de gases de escape.

Por otra parte, la metodología cuantitativa se utilizará para realizar el análisis y recopilación de datos de gases (dióxido de carbono, monóxido de carbono e hidrocarburos), detallados en la norma NTE INEN 2203, mediante el uso del analizador de gases de escape QGA 6000. Para realizar una comparación de las prestaciones del combustible ecuatoriano y colombiano de mayor octanaje, utilizando un mismo modelo de vehículo evaluados bajo los mismos parámetros de evaluación.

En el presente estudio tomará como objeto de estudio el modelo Logan de la marca francesa Renault del año 2008, el cual cuenta con un motor de cuatro cilindros en línea con una cilindrada de 1598 cm<sup>3</sup>, el cual rigiéndose a la norma EURO 4 genera 170 gr/km de CO<sub>2</sub> (resultado evaluado mediante

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la  
revisión técnica vehicular

pruebas dinámicas regidas por la normativa europea). En la siguiente tabla se muestra la ficha técnica del modelo.

**Tabla 1**

*Ficha técnica automotor sedán Renault Logan 1.6L modelo 2008*

<b>RENAULT LOGAN 2008</b>	
<b>Potencia del motor</b>	102 CV @ 5750 rpm.
<b>Torque máximo</b>	145 Nm @ 3750 rpm.
<b>Válvulas por cilindro</b>	4
<b>Capacidad del motor</b>	1598 cm <sup>3</sup>
<b>Consumo de combustible</b>	7.1 L/100 km
<b>Suministro de combustible</b>	Inyección multipunto

*Fuente: (Renault, 2022)*

Para la realización de las pruebas estáticas se utilizará el analizador de gases de escape QGA 6000 de la marca “CARMAN AT”, el cual refleja los valores de 5 gases diferentes que son monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos (HC), dióxígeno (O<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), siendo los tres primeros los factores a evaluar en el estudio.

**Tabla 2**

*Ficha técnica QGA 6000-CARMAN AT*

<b>QGA 6000-CARMAN AT</b>	
<b>Medición</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Lambda, AFR, NO <sub>x</sub> (opcional)
<b>Método de medición</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> : (Método NDIR) O <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> (Célula Electroquímica)
<b>Display</b>	4 dígitos LED 7segmentos
<b>Rango de medición/ Resolución</b>	CO: 0%-9.99%/ 0.01% HC: 0-9999 ppm/ 1ppm CO <sub>2</sub> : 0%-20%/ 0.01% O <sub>2</sub> : 0%-25% NO <sub>x</sub> : 0-5000 ppm/ 1ppm

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

<b>Tiempo de calentamiento</b>	2-8 minutos
<b>Cantidad de muestra recogida</b>	4-6 L/min

*Fuente: Automotive emission analyzer qga-6000 operating manual*

Para la realización de las pruebas estáticas se tomarán tres tipos de combustibles que son los combustibles nacionales Extra (87 octanos), Súper Premium (95 octanos) y Extra colombiano de (92 octanos), los cuales serán evaluados a un régimen de funcionamiento del motor de ralentí y 2500 rpm. Cabe mencionar que en Colombia actualmente rige la normativa EURO 5 a diferencia de Ecuador donde rige la norma EURO 3.

### Tabla 3

*Características técnicas de combustibles empleados en el estudio.*

<b>Combustible</b>	<b>Especificaciones</b>
Extra (Ecuador)	89 octanos/ hasta 218 ppm
Súper (Ecuador)	95 octanos/ hasta 54 ppm
Extra (Colombia)	98 octanos/ hasta 10 ppm

*Fuente: (Empresa Pública de Petroecuador, 2022); (Motor, 2017)*

### Resultados y discusión

La investigación en torno a la efectividad de las normas aplicadas en Europa comparadas con las normas empleadas en el Ecuador llevó a realizar una macro comparación desde el contexto de los niveles de contaminación, considerándose los valores de la calidad del aire en Colombia y en Ecuador. Según la resolución 0910 de 2008, en Colombia a parte de las pruebas estáticas que se realiza, también implementa las pruebas dinámicas para tener valores más reales lo cual tiene una gran diferencia en relación con el control que tienen sobre regulación. Las normativas europeas se basan en los valores máximos recomendados por la (OMS) Organización Mundial de la Salud. En el caso de Ecuador, país que ha asumido compromisos internacionales con relación al cuidado del ambiente, uniéndose al acuerdo de París desde el 26 de Julio de 2016 para reducir gases contaminantes, incluyéndose en metas para intentar disminuir 1,5° C de manera global, igualmente establece valores límites referenciales que condicionan el máximo de emisión de contaminantes por parte del parque automotor.

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

Entre las principales diferencias que existen en las pruebas para emisiones de gases de pruebas estáticas que aplican en Europa y el Ecuador se tuvo, que aparte de que en Ecuador no se realizan pruebas dinámicas, tampoco se realizan las mediciones de NOx, tampoco existen análisis que permitan tener un aproximado más acercado a las condiciones reales que están sujetos los vehículos en su cotidianidad laboral, ya que se sabe que cuando existe una variación en la carga, la pendiente que debe seguir el vehículo, la frecuencia de arranques, entre otros factores, es necesario inyectar en la cámara de combustión un mayor volumen de combustible para que este genere un mayor trabajo. Según la normativa EURO V los valores permitidos para gases contaminantes son los siguientes.

**Tabla 3**

*Características técnicas de combustibles empleados en el estudio.*

<b>Componente</b>	<b>Límites</b>
Monóxido de carbono	1000 mg/km
Hidrocarburos no metanos	68 mg/km
Hidrocarburos totales	100 mg/km
Óxidos de nitrógeno (NOx)	60 mg/km
Partículas (coches de gasolina de inyección directa que funcionan con combustión pobre)	5 mg/km

*Fuente: Normativa EURO V*

Los parámetros en los cuales se basa la RTV bajo la INEN 2203 para poder pasar la prueba de emisión de gases son los siguientes presentados en la tabla.

**Tabla 4**

*Parámetros con valores permitidos según INEN 2203.*

<b>Ralentí</b>	<b>2500 RPM</b>
HC = 0-159	0 – 159
O2 = 0-3	0 – 3
CO = 0-0.59	0 – 0.59

*Fuente: (INEN, 1998)*

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la  
revisión técnica vehicular
 

---

Se realizó un total de 6 ensayos con toma de datos durante 20 minutos y esperar que los valores se estabilicen, una vez estabilizados se tomó un total de 576 datos para después obtener un promedio. Obtuvimos resultados realmente interesantes y congruentes. La primera prueba que se realizó fue con gasolina Extra ecuatoriana a ralentí y a 2500rpm.

**Tabla 5***Prueba estática a ralentí y a 2500rpm con Gasolina Extra*

<b>Ralentí</b>	<b>2500 RPM</b>
HC = 135	HC = 182
O <sub>2</sub> = 1.23	O <sub>2</sub> = 0.74
CO = 0.89	CO = 2.27

**Fuente:** (Autores).

En el caso de la prueba estática con gasolina Extra ecuatoriana, considerando su principio, no introducimos cargas externas al motor, esta se llevó en consideraciones de ralentí y se incrementó progresivamente las revoluciones hasta los RPM a 2500. Existió un aumento en los niveles de contaminantes identificados por el detector de gases en los Hidrocarburos de 135ppm hasta los 182ppm, refiriendo un 34%. En el caso del O<sub>2</sub> al inverso que en HC existió una disminución, expresando un 39% de diferencia, mientras que los valores en CO mostraron un incremento del 155% siendo un dato alarmante ya que los niveles de CO no pasarían la revisión en ninguno de los casos.

**Tabla 6***Prueba estática a ralentí y a 2500rpm con Gasolina Super*

<b>Ralentí</b>	<b>2500 RPM</b>
HC = 108	HC = 145
O <sub>2</sub> = 1.42	O <sub>2</sub> = 0.99
CO = 0.50	CO = 1.34

**Fuente:** (Autores).

En el caso de la prueba estática con gasolina Super ecuatoriana, considerando su principio, no introducimos cargas externas al motor, esta se llevó en consideraciones de ralentí y se incrementó progresivamente las revoluciones hasta los RPM a 2500. Existió un aumento en los niveles de contaminantes identificados por el detector de gases en los Hidrocarburos de 108ppm hasta los 145ppm, refiriendo un 34% de incremento, repitiendo el resultado con la gasolina Extra ecuatoriana.



Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

En el caso del O<sub>2</sub> también cumplió la tendencia demostrada con la gasolina Extra y existió una disminución de 1.42ppm a 0.99ppm expresando un 30%, mientras que los valores en CO aumentaron un 168%, demostrándonos que a ralentí los niveles de CO pasarían la RTV pero a 2500rpm este fallaría.

**Tabla 7**

*Prueba estática a ralentí y a 2500rpm con Gasolina Colombiana EURO 5*

<b>Ralentí</b>	<b>2500 RPM</b>
HC = 17	38
O <sub>2</sub> = 2.29	2.17
CO = 10	0.21

*Fuente: (Autores).*

En el caso de la prueba estática con combustible colombiano, considerando su principio, no introducimos cargas externas al motor, esta se llevó en consideraciones de ralentí y se incrementó progresivamente las revoluciones hasta los RPM a 2500. Como era de esperarse los resultados respaldaron nuestra suposición, existió un aumento de los niveles de contaminantes identificados por el detector de gases. Uno de los resultados más asombrosos fue que una vez vaciado el tanque y colocado el combustible colombiano los niveles en los hidrocarburos cayeron drásticamente a 17ppm mientras que a 2500rpm solo aumento hasta 38ppm incrementando un 105%, demostrando la pureza de la gasolina Extra colombiana. En el caso del O<sub>2</sub> también existió una disminución como con los otros combustibles, de 2.29ppm a 2.17ppm expresando un 5%, mientras que los valores en CO fueron un caso en el cual el CO disminuyo un 52%, siendo capaz de pasar ambas pruebas de la RTV sin ninguna modificación en el automóvil.

**Tabla 8**

*Comparación de resultados entre Extra, Super y gasolina Extra (C) en ralentí*

<b>Componentes</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Extra (C)</b>
HC	135	108	17
O <sub>2</sub>	1.23	1.42	2.29
CO	0.89	0.50	0.10

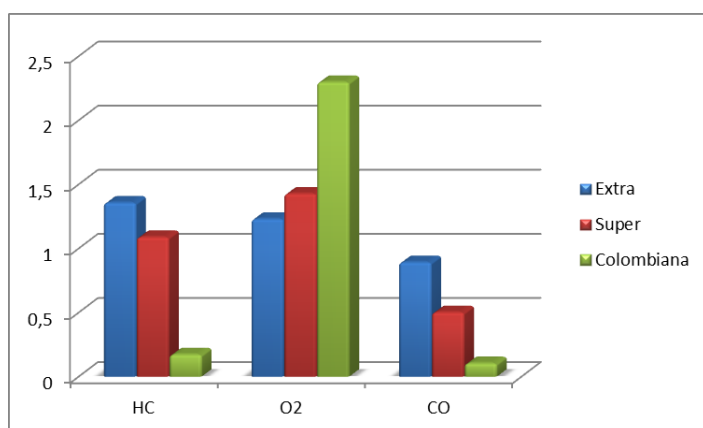
*Fuente: (Autores).*

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

A partir de la comparación se puede observar que los valores mejoran con el empleo del combustible colombiano y no existiría ningún inconveniente en superar las pruebas estáticas efectuadas por la RTV, sin embargo con “Súper” el vehículo superaría las pruebas con falta T2 lo que quiere decir que cumple al límite con las especificaciones, lo que no ocurre con el combustible “Extra” el cual provoca altas emisiones de monóxido de carbono razón por la cual el automotor fallaría las pruebas bajo los parámetros de la norma NTE INEN 2203.

**Gráfico 1**

*Comparación de combustibles en ralentí*



**Fuente:** (Autores).

Gracias a este grafico podemos visualizar que en las pruebas realizadas en ralentí con la variable del cambio de combustible, existe una gran diferencia en los gases contaminantes emitidos a la atmosfera, claramente en el caso del HC la gasolina más contaminante es el Extra ecuatoriano con un 25% más HC que la gasolina Super y un 694% más que la Extra colombiana Euro V, por otro lado en los valores de O2 en la gasolina Extra colombiana emana un 61% por encima de la gasolina Super y un 86% más que con gasolina Extra. En el caso del CO la gasolina que más contamina fue el Extra con un valor del 78% más que la Super y un 790% más que la colombiana EURO V, favoreciendo nuestra hipótesis de que si el país expendiese otro combustible con mejores propiedades entonces el parque automotor contaminaría menos y no existirían tantos automóviles con problemas en pasar la RTV.

**Tabla 9**

*Comparación de resultados entre Extra, Super y gasolina Extra (C) a 2500rpm*

Componentes	Extra	Super	Extra (C)
HC	182	145	38

## Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

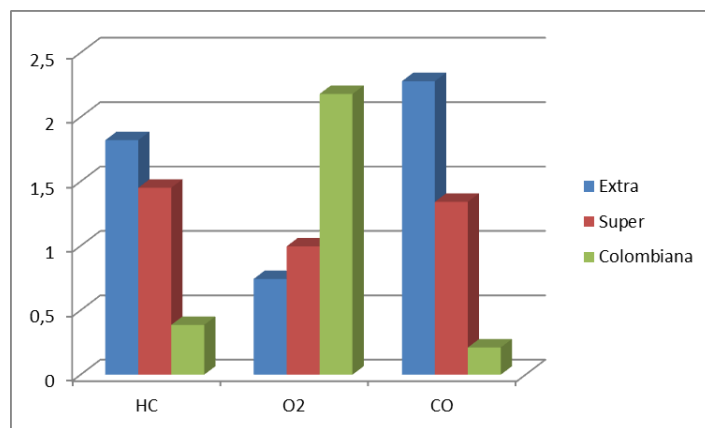
O <sub>2</sub>	0.74	0.99	2.17
CO	2.27	1.34	0.21

**Fuente:** (Autores).

Al realizar las pruebas bajo un régimen de funcionamiento de motor de 2500 RPM los resultados cambian de gran manera en comparación con las primeras evaluaciones ya que, los valores obtenidos con todos los combustibles aumentan, sin embargo, el vehículo tendría una calificación igual siendo el combustible “Extra” ecuatoriano el único que causaría una falla en las pruebas estáticas realizadas por la RTV.

### Gráfico 2

*Comparación de combustibles a 2500rpm*



**Fuente:** (Autores).

En el gráfico presentado previamente podemos visualizar y analizar que a 2500rpm la tendencia es la misma, pero con valores diferentes. En el caso del HC la gasolina Extra vuelve a ser la de valores más altos con un 20% sobre los valores obtenidos con gasolina Super y un 79% por encima de los valores con Extra colombiano. Para el O<sub>2</sub> en cambio podemos calcular que a 2500rpm al igual que en ralentí, la gasolina Extra colombiana tiende a tener un 119% más de O<sub>2</sub> que la Super y un 193% más que la Extra. Por último, en el caso del CO la gasolina Extra tiene un % más que la gasolina Super y un 980% más que el combustible colombiano.

### Conclusiones

Para la realización del estudio se propusieron 3 distintos combustibles como muestra para el desarrollo del mismo, donde dos eran de origen ecuatoriano y uno colombiano, cabe mencionar la diferencia en cuanto a las regulaciones que existen entre estos dos territorios ya que, mientras en

## Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular

---

Ecuador se utiliza la norma EURO III la cual fue desarrollada a principios de siglo, Colombia ya instauró los parámetros de la norma EURO V sobre la cual se trabaja desde el año 2015. Por esta razón existe una brecha muy amplia en cuanto a los resultados arrojados por las distintas pruebas estáticas, donde es alarmante la cantidad de emisiones contaminantes producidas por la gasolina extra y super ecuatoriana, comparada con las pobres emisiones que se obtuvieron al trabajar con el combustible colombiano, por esta razón el Estado debería replantearse las exigencias para expender combustible en el país.

En Ecuador no se pueden conocer a ciencia cierta la cantidad de emisiones contaminantes producidas por automotores que circulan por el país, ya que, la RTV que es la entidad encargada de controlar dichos aspectos, se limita a realizar pruebas estáticas en vehículos propulsados por gasolina, como no es el caso de vehículos pesados y de carga propulsados por diésel que pese a que son regidos por la anticuada norma EURO III son evaluados mediante pruebas dinámicas, donde únicamente miden la opacidad de los gases y no se toman en cuenta componentes tan peligrosos para la población como son los NOx. En el caso de Colombia desde hace varios años la revisión técnica vehicular del país realiza pruebas dinámicas la cual ocupa parámetros de medición dictados por la norma EURO V, lo que ha llevado como resultado que las regulaciones en cuanto a la calidad de los combustibles expendidos en el país sean más estrictas, provocando una mejora en la calidad del combustible con un conteo de partículas de plomo muy baja y un octanaje a la par de países europeos.

Tal y como se mencionó en los dos puntos anteriores en Ecuador existe un problema muy grande en cuanto a la calidad del combustible y las normas vigentes en el país. Como primer punto debería haber una reforma en las normas NTE INEN 2203 y NTE INEN 2204 ya que, estas están trabajando con parámetros muy antiguos como lo son los de la norma EURO III y en el caso de la primera norma mencionada su última reforma fue realizada en el año 1998, por esta razón deberían optar por normas mas adecuadas a nuestros tiempos como lo son la norma EURO V O EURO VI. Como segundo punto mediante este estudio se propone la eliminación de las pruebas estáticas o a su vez el trabajo de estas en conjunto con pruebas dinámicas donde se podrían tomar en cuenta aspectos importantes en el funcionamiento del vehículo como son la carga y el comportamiento del mismo ante los conocidos terrenos irregulares dentro del territorio. Por último, el Estado debería fijar más su atención en la calidad de los combustibles expendidos en el territorio ya que, estos no reflejan la aparente mejora que las empresas como Petroecuador han informado.

## Referencias

- Ambiente, M. d. (S.f). Gobierno del Ecuador. Retrieved from <https://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion/>
- Anna Janicka, A. K. (2022, 10 29). Assessment of the Actual Toxicity of Engine Exhaust Gas Emissions from Euro 3 and Euro 6 Compliant Vehicles with the BAT-CELL Method Using In Vitro Tests. Science Direct. Retrieved from <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/21/14138>
- Antamba Guasgua, J. F., Reyes Campaña, G. G., & Granja Paredes, M. E. (2016). Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1. Scielo.
- Bosch. (2005). Manual de la técnica del automóvil. Alemania : Bosch.
- Cedeño, R., & Jarrín, M. (2019). Impacto Ambiental de la gasolina de mala calidad en el aire de Quito . Revista de Investigación Ambiental.
- ciudadanos, P. ú. (2022, Junio 15). Gob.ec. Retrieved from <https://www.gob.ec/gad-carmen/tramites/revision-tecnica-vehicular#:~:text=La%20revisi%C3%B3n%20vehicular%20busca%20garantizar,establecidas%20en%20las%20regulaciones%20vigentes.>
- Comisión Europea. (2017). Comisión Europea. Retrieved from Orientación técnica para la conformidad de emisiones de los vehículos: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26576/attachments/1/translations/en/renditions/native>
- Cornejo Arteaga, P. (2014). Importancia de los Hidrocarburos. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- EPA. (2021). United States Environmental Protection Agency. Retrieved from Contaminación del aire: Gases de escape de los motores de combustión interna: [https://www.epa.gov/espanol/contaminacion-del-aire-gases-de-escape-de-los-motores-de-combustion-interna.](https://www.epa.gov/espanol/contaminacion-del-aire-gases-de-escape-de-los-motores-de-combustion-interna)
- Gía, R. A. (2020, Febrero). Biblioteca Digital Escuela Politécnica Nacional. Retrieved from <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21274/1/CD%2010790.pdf>
- Guerrero, F., & Sánchez, F. (2016). Análisis de la Implementación de la Normativa Euro 5 en la Importación de Combustibles en el Ecuador. Tecnológico Espíritu Santo.

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la  
revisión técnica vehicular

---

- Gutierrez, M. T. (2021). Numerical Simulation of Multi Injector Cylinder Head Engine Concept Enhancing Fuel Atomization. SAE Technical Papers, 1-10.
- INEN. (1998). Normalización.gob. Retrieved from <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2102.pdf>
- INEN. (1998). Normalización.gob. Retrieved from <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2203.pdf>
- INEN. (2017, Enero ). Normalización.gob. Retrieved from [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2204-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf)
- Infobae. (2021, Agosto 25). Infobae. Retrieved from <https://www.infobae.com/autos/2021/08/25/la-fabricacion-de-automoviles-tambien-empieza-reducir-emisiones-contaminantes/>
- IQAir. (2022, 03 22). Indorme de calidad del aire mundial IQAir 201. IQAir.
- Jijón, J. E. (2018). Diagnóstico de la calidad de los combustibles líquidos comercializados en el Ecuador. Revista Ingeniería Energética.
- José Martí Bosca, J. M. (2012). Cambio Global España 2020/50: Cambio Climático y Salud. ISTAS.
- Ludeña, W., Villacrés, D., & López, J. (2019). Análisis de la calidad de la gasolina comercializada en Quito-Ecuador durante los años 2013-2018. Tecnura.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2021, 01). Ministerio del Ambiente del Ecuador. Retrieved from Plan de descontaminación atmosférica de la ciudad de Quito 2020-2025: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/PLAN-DE-DESCONTAMINACION%CC%81N-ATMOSFE%CC%81RICA-DE-LA-CIUDAD-DE-QUITO-2020-2025.pdf>
- Motor. (2017, Mayo 2017). MOTOR.CO. Retrieved from <https://www.motor.com.co/industria/Que-tan-limpios-son-los-combustibles-en-Colombia-20170507-0001.html>
- Noticias Parlamento Europeo. (2022, Junio 14). Emisiones de CO2 de los coches: hechos y cifras (infografía). Retrieved from Noticias Parlamento Europeo: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20190313STO31218/emisiones-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia>
- OMS, O. M. (2022, Diciembre 19). Contaminación del aire ambiente (exterior). Retrieved from [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la  
revisión técnica vehicular

---

- Organización Marítima Internacional. (2020). Organización Marítima Internacional. Retrieved from  
Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre:  
<https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Sulphur-2020.aspx#:~:text=Desde%20el%201%20de%20enero,de%200.50%20%25%20masa%2Fm asa.>
- Payri Gonzáles, F., & Fernández, J. M. (2011). Motores de combustión interna alternativos. Valencia: Reverté.
- Payri, R., Gimeno, J., Bracho, G., & Vaquerizo, D. (2016). Study of liquid and vapor phase behavior on Diesel sprays for heavy duty engine nozzles. *Applied Thermal Engineering*, 1-14.
- Petroecuador. (2022, Marzo 18). Gobierno del Ecuador. Retrieved from  
<https://www.eppetroecuador.ec/?p=12484>
- Querol, X., Alastuey, A., Rodríguez, S., Plana, F., Mantilla, E., & Ruiz, C. (2001). Atmospheric Environment. *Science Direct*.
- Renault. (2022). Renault. Retrieved from  
<https://www.renault.ec/CountriesData/Ecuador/images/cars/logan/archivos/catalogo.pdf>
- Salud, O. M. (2022, Diciembre 19). Organización Mundial de la Salud. Retrieved from  
[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Salvador, F., Martínez-López, J., Romero, J.-V., & Roselló, M.-D. (2013). Computational study of the cavitation phenomenon and its interaction with the turbulence developed in diesel injector nozzles by Large Eddy Simulation (LES). *Mathematical and Computer Modelling*, 1-7.
- Salvador, F., Romero, J.-V., Roselló, M.-D., & Martínez-López, J. (2010). Validation of a code for modeling cavitation phenomena in Diesel injector nozzles. *Mathematical and Computer Modelling*, 1123-1132.
- Tapia, E. (2023, Febrero 06). La venta de autos híbridos y eléctricos batió récord en 2022. *Primicias*.