
Análisis de emisiones en un motor a gasolina con sistema de inyección directa e indirecta multipunto

Gasoline engine emissions analysis multipoint direct and indirect injection system

José Andrés Beltrán Ruiz¹

Resumen:

La tecnología de los vehículos ha mejorado en busca de disminuir el consumo de combustible, aumentar la eficiencia en los motores de combustión interna, además, que se ha generado una disminución de la cilindrada del motor. La presente investigación es de campo cuasiexperimental, cuyo objetivo fue analizar los niveles de contaminación que generan vehículos de una misma cilindrada, pero con diferente sistema de alimentación de combustible, las pruebas de gases contaminantes que se realizaron fueron en base a la norma INEN NTE 2203:2013, encargada de determinar los parámetros a seguir para realizar las mediciones de contaminación estáticas en un motor de gasolina. Las emisiones generadas en el sistema de alimentación con inyección multipunto en lo referente a partículas de hidrocarburos no combustionados, son significativamente menores a las que se presentan en el sistema de inyección directa, con el uso de cualquier tipo de gasolina, la cantidad en partículas por millón de hidrocarburos no combustionados, presentando una diferencia de 29,25 ppm en el sistema GDI, frente a los 0,75 del sistema multipunto. Determinándose que el sistema de alimentación que mayores emisiones genera es el sistema de inyección directa al usarse gasolina extra y el sistema que menores emisiones genera es el sistema de inyección multipunto, con gasolina super, que en el Ecuador tiene 92 octanos.

Palabras clave: Inyección directa, Inyección multipunto, Análisis de gases, Downsize, INEN NTE 2203:2000

Abstract:

Vehicle technology has improved in search of reducing fuel consumption, increasing efficiency in internal combustion engines, in addition, a decrease in engine displacement has been generated. The present investigation is quasi-experimental in the field, whose objective was to analyze the pollution levels generated by vehicles of the same displacement, but with different fuel supply systems, the polluting gas tests that were carried out were based on the INEN NTE 2203 standard. :2013, in charge of determining the parameters to follow to carry out static pollution measurements in a gasoline engine. The emissions generated in the multipoint injection fuel system in terms of uncombusted hydrocarbon particles are significantly

¹ Instituto Superior Universitario Central Tecnico, Magister en Ecoeficiencia Industrial Mención en Eficiencia Energética, <https://orcid.org/0000-0003-2394-0815>

lower than those that occur in the direct injection system, with the use of any type of gasoline, the amount of particles per million non-combustible hydrocarbons, presenting a difference of 29.25 ppm in the GDI system, compared to 0.75 in the multipoint system. Determining that the power system that generates the highest emissions is the direct injection system when using extra gasoline and the system that generates the lowest emissions is the multipoint injection system, with super gasoline, which in Ecuador has 92 octane.

Keywords: Direct injection, Multipoint injection, Gas analysis, Downsize, INEN NTE 2203:2000

Introducción

El sistema de inyección de gasolina es el que permite controlar las emisiones contaminantes, además de propiciar una relación estequiométrica más estable que genera mayor potencia y torque en los vehículos; a nivel mundial el porcentaje de emisiones que un vehículo debe generar cada vez es menor, debido a las restricciones de gases contaminantes que son más estrictas.

Estudios realizados en universidades ecuatorianas develan que el cambio de un sistema de alimentación por carburador a uno de inyección reprogramable es capaz de mejorar el consumo de combustible en un 60,4% y las emisiones generadas se reducen a un 45% (Casanova Kindelán et al., 2018), también se debe notar que la presencia de un parque automotor que va en aumento ha contribuido a la generación de emisiones contaminantes, esto debido a que para el 2021, se registra un número de vehículos matriculados de 2.535.853 unidades, lo cual, determina que por cada 7,1 habitantes se tiene un vehículo matriculado de manera regular (Censos, 2023), esta cantidad de automotores han generado inconvenientes principalmente en las ciudades produciendo una gran polución y aglomeraciones.

Sumado a lo anterior, se observa que el costo del combustible en relación al nivel de vida del país, lo que conlleva a la búsqueda de optimizar el consumo de gasolina. Si bien en Ecuador no existe una regulación del subsidio acorde al contexto nacional sobre las gasolinas extra y ecopais que son las más utilizadas por el transporte público y privado, también, el nivel de octanaje no cumple con las normativas mínimas que exigen los fabricantes, no obstante, en el afán de cumplir las normativas estrictas principalmente en temas energéticos, los fabricantes han perfeccionado el sistema de inyección directa de gasolina, que en base a lo estipulado en los ciclos termodinámicos del motor pudo identificarse que mientras más cercano se encuentre la distribución del combustible en un motor de encendido provocado, más eficiente será esta máquina térmica (Taípe-Defaz et al., 2021).

Es importante destacar, que el sistema de alimentación del motor a gasolina es el encargado de dosificar estequiométricamente la mezcla aire gasolina, siendo la relación ideal 14,7 partes de aire por una de combustible, partiendo de este concepto se ha generado un sistema de alimentación comandado electrónicamente, donde la gasolina se inyecta dentro del cilindro del motor, tal como en los vehículos de ciclo Diesel, este sistema se denomina de inyección directa o con sus siglas (GDI) y ha permitido generar mejores prestaciones en cuanto al desempeño del motor a gasolina (Milla et al., 2019), en comparación con los sistemas de alimentación mono punto y multipunto que siguen presentes en los vehículos comercializados a nivel nacional. Además, la rigurosidad de las normativas de contaminación principalmente de la unión europea, apreciadas en la figura 1 han forzado a la industria a acoplarse a las mismas, siendo cada vez más complicado que un motor de combustión interna logre una reducción necesaria para su homologación y posterior comercialización, basados a los parámetros contaminantes observados (*La Comisión propone nuevas normas Euro 7, 2022*).

La importancia de adaptarse a la tecnología europea radica en que gracias al acuerdo de comercial de Ecuador con la unión Europea, firmado el 11 de noviembre de 2016, ha permitido reducir de forma gradual el costo de los vehículos de esa procedencia, es decir que cumplen con la normativa de emisiones exigida en el bloque Europeo, por lo que la comercialización de automotores fabricados en Europa tuvo un aumento en el año 2021 en el Ecuador, se preveía una comercialización de alrededor de 8500 unidades («Aranceles de vehículos de la Unión Europea se redujeron en o eliminan en 2022», 2022), pese a la guerra que se lleva a cabo, problemas de logística, de semiconductores y la elevada inflación que se atraviesa nivel mundial, todo ello, ha generado que los vehículos de procedencia europea están ganando espacio en el Ecuador.

Figura 1

Valores por norma de las emisiones de gases contaminantes para vehículos turismo

Límites de emisiones establecidos por cada norma Euro para los turismos							
Norma	Entrada en vigor	CO (g/km)	HCT (g/km)	NMHC	HCT+NOx (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)
Motor diésel							
Euro 1**	01/07/92	2,72 (3,16)	----	----	0,97 (1,13)	----	0,14 (0,18)
Euro 2, IDI	01/01/96	1,0	----	----	0,7	----	0,08
Euro 2, DI	01/01/1996 ^a	1,0	----	----	0,9	----	0,10
Euro 3	01/01/00	0,64	----	----	0,56	0,50	0,05
Euro 4	01/01/05	0,50	----	----	0,30	0,25	0,025
Euro 5	01/09/09	0,50	----	----	0,23	0,18	0,005 ^c
Euro 6	01/09/14	0,50	----	----	0,17	0,08	0,005 ^c
Motor gasolina							
Euro 1**	01/04/92	2,72 (3,16)	----	----	0,97 (1,13)	----	----
Euro 2	01/01/96	2,2	----	----	0,5	----	----
Euro 3	01/01/00	2,30	0,20	----	----	0,15	----
Euro 4	01/01/05	1,0	0,10	----	----	0,08	----
Euro 5	01/09/09	1,0	0,10	0,068	----	0,06	0,005 ^{b,c}
Euro 6	01/09/14	1,0	0,10	0,068	----	0,06	0,005 ^{b,c}

■ CO: masa de monóxido de carbono; HCT: masa total de hidrocarburos; NOx: masa de óxidos de nitrógeno; PM: masa de partículas, NMHC: masa de hidrocarburos no metanos.
 IDI: inyección indirecta, DI: inyección directa.

Nota. Límites de emisiones de gases contaminantes descritos por año, tipo de motor, las mediciones se presentan en porcentajes y en partes por millón, dependiendo del tipo de gas. Autocrash, (2019).

El sistema de inyección directa permite que para una misma cilindrada los valores de torque y potencia en un motor a gasolina sean mayores, tal como se aprecia en la tabla 1, cabe destacar que en la prueba el vehículo con sistema de alimentación directa, contaba con un sistema de turbo alimentación (Beltrán Ruiz, 2020), es decir que el aire por acción de este sistema es forzado a ingresar en el cilindro del motor, resultando un mejor llenado, razón por la cual, la cantidad de combustible inyectada puede incrementarse y la combustión será más eficiente, generando mejores prestaciones en el motor.

Tabla 1

Características técnicas de los vehículos

	Modelo	
Motor	Gamma 1.6 TCi-GDi	Gamma 1.6 CVVT-Dual
Cilindros	4 en línea	4 en línea
Aspiración	Turbo alimentado	Atmosférica
Válvulas	16 DOHC	16 DOHC
Distribución	Cadena	Cadena
Potencia	Potencia 204 HP / 6000 RPM	Potencia 122 HP / 6400 RPM
Par motor	Torque 265 Nm / 4500 RPM	Torque 151 Nm / 4850 RPM
Tracción	Delantera	Delantera
Consumo	53 km/Gal Gasolina Extra / Súper	58 km/Gal Gasolina Extra / Súper
Transmisión	Automática doble embrague (DCT), 7 velocidades más reversa	Manual, 6 velocidades más reversa
Tipo	Automóvil	SUV

Nota. La presente tabla proporciona información detallada de las características que posee cada vehículo a ser tomado en cuenta para la prueba. Autor

Metodología

La investigación desarrollada es de campo cuasiexperimental. Los materiales usados para poder llevar a cabo la fase de experimentación corresponden a un cánister para limpieza de inyectores, mismo que permite aislar el combustible presente en el sistema de alimentación del motor, para de esta manera poder realizar las mediciones precisas usando los tipos de gasolina seleccionados (Super, Extra y Ecopaís). También se empleó un analizador de gases de la marca BrianBEE, el modelo fue el AGS – 688, equipo que se encuentra homologado para realizar los análisis requeridos en la revisión técnica vehicular en Ecuador («Analizador de Gases Brain Bee - Modelo AGS-688», 2023).

Para contrastar los valores de referencia permitidos con los de cada gas obtenidos en la medición, se empleó la escala de rangos según la normativa EURO 3 y EURO 4 («Normas Euro, eficiencia motriz sustentable», 2022), tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2

Valores permitidos en gases contaminantes en la revisión técnica vehicular

REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR					
VEHÍCULOS A GASOLINA					
AÑO	HC EN PPM	CO EN %	O₂ EN %	TIPO DE FALLA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	0 <= X < 160	0 <=X < 0.6	0 <=X <3	0	APROBADO SIN FALLAS
	160 <= X < 180	0.6 <= X <0.8	3 <0 X < 4	1	APROBADO CON FALTA
	180 <= X < 200	0.8 <= X < 1	4 <= X < 5	2	APROBADO CON FALTA
	X >= 200	X >= 1	X >= 5	3	RECHAZADO

Nota. Niveles de emisiones de gases para vehículos que utilizan gasolina como combustible. INEN-NTE 2203:2013

El procedimiento para efectuar esta prueba fue de manera estática, cumpliendo con lo requerido en la normativa INEN NTE 2203:2013 (*NTE INEN 2203, 2000*), la cual, determina la realización de dos mediciones, la primera con el motor en ralentí, la segunda con el motor a 2500 RPM, y que en ambos casos el sistema de escape del vehículo no debe tener ninguna modificación al diseño original del fabricante, cabe mencionar que si existiese dos o más salidas de escape funcionales se deberá medir en cada una de ellas la cantidad de contaminantes generados, realizando un promedio de los valores obtenidos y así determinar el valor final, correspondiendo este procedimiento al método experimental de la presente investigación.

Los vehículos usados para esta prueba fueron un Hyundai Venue (también conocido como Hyundai Creta en su nueva versión), mismo que corresponde al sistema de alimentación multipunto, y un Hyundai Veloster correspondiente al sistema de alimentación de inyección directa a gasolina, siendo ambos vehículos nuevos, sometidos al análisis de gases, sin embargo, no se contó con ninguna recomendación de rodaje dada por el fabricante en cuanto a revoluciones del motor o algún tipo de cuidado para poder limitar la medición de gases (*User manual Hyundai Veloster (2020) (English - 480 pages), 2020*).

Para poder extrapolar los resultados obtenidos en esta investigación sobre la contaminación generada por los sistemas de alimentación directa e indirecta a gasolina se aplica un método descriptivo, considerando que la normativa de fabricación y calidad actual exige que se tenga formas similares en la producción de los elementos que componen el sistema de alimentación de los vehículos, por lo que realizando un número calculado de experimentos se puede determinar la validez de los datos obtenidos y como estos pueden aplicarse para sistemas de alimentación de diversas marcas de vehículos, tal como se aprecia en la ecuación 01 para el cálculo de repeticiones por tratamiento que se realizarán en el experimento y cerciorarse de que los valores que se obtengan no generen ningún tipo de sesgo en la información y garantizar la trazabilidad y repetitividad del experimento (Loetz Urquiolo & Flores, 1999).

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

n= Cantidad de experimentos a realizarse

n´= Cantidad de análisis preliminares

x= Valor de las observaciones

40= Constante, que genera una confianza del 95% y un error= 10%

Es importante entender la manera en que trabaja el sistema de inyección directa, la complejidad que emplea el sistema difiere de la forma en que trabaja el sistema de inyección multipunto, esto debido a los parámetros que se tienen en el momento de la inyección de combustible, mismos que varían la relación estequiométrica óptima que es de 14.7 partes de aire por una de combustible, además, esta medida se ajusta dependiendo de las revoluciones a las que se encuentre el motor y de la información de temperatura en el sistema de escape, lugar donde se ubica el catalizador, elemento importante que mediante reacciones químicas disminuyen la cantidad de emisiones contaminantes emitidas al medio ambiente, razón por la cual se recomienda una temperatura de entre 250°C y 500°C para que sirva de filtro y así evitar la salida de óxidos nítricos y monóxidos de carbono, es decir que la tecnología que emplea el sistema de alimentación de inyección directa es mucho más compleja que la empleada por el sistema de inyección indirecta, pudiendo ser esta, una de las razones por las que en el experimento que se llevó a cabo el porcentaje de contaminantes que se midieran fueran más altos en el sistema GDI.

Resultados

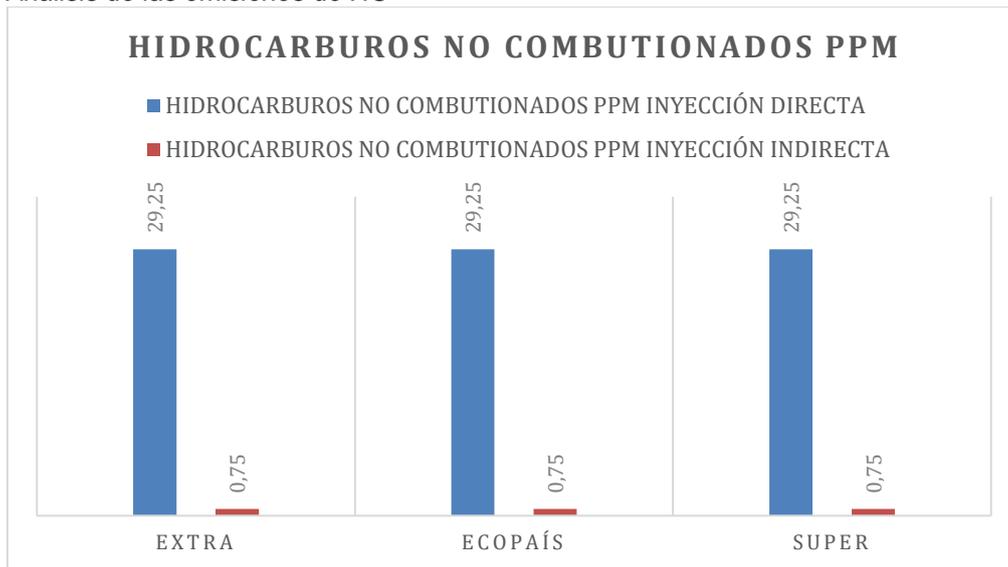
El análisis de los contaminantes emitidos en las pruebas estáticas, siguiendo los parámetros explicados en la norma INEN NTE 2203:2000, y revisando las actualizaciones de la norma INEN NTE 2203:2013, se determinó que el sistema de inyección multipunto generó menores emisiones contaminantes frente al sistema de inyección directa a gasolina, tal como se aprecia en las figuras 2, 3, 4 y 5, donde se realiza el contraste de los diferentes agentes contaminantes generados en un motor de combustión interna de gasolina. El empleo de un cánister permitió la limpieza de los inyectores y el poder aislar el combustible que se utilizaba y se lo presurizó según las indicaciones de presión que debe tener el sistema de alimentación dadas por el fabricante, sin embargo, en el caso del sistema de alimentación GDI, la conexión se realizó previo a la bomba de alta presión.

Análisis de hidrocarburos no combustionados

Las emisiones generadas en el sistema de alimentación con inyección multipunto en lo referente a partículas de hidrocarburos no combustionados, son significativamente menores a las que se presentan en el sistema de inyección directa, con el uso de cualquier tipo de gasolina, tal como se muestra en la figura 2 la cantidad en partículas por millón de hidrocarburos no combustionados, presentando una diferencia de 29,25 ppm en el sistema GDI, frente a los 0,75 del sistema multipunto.

Figura 2

Análisis de las emisiones de HC



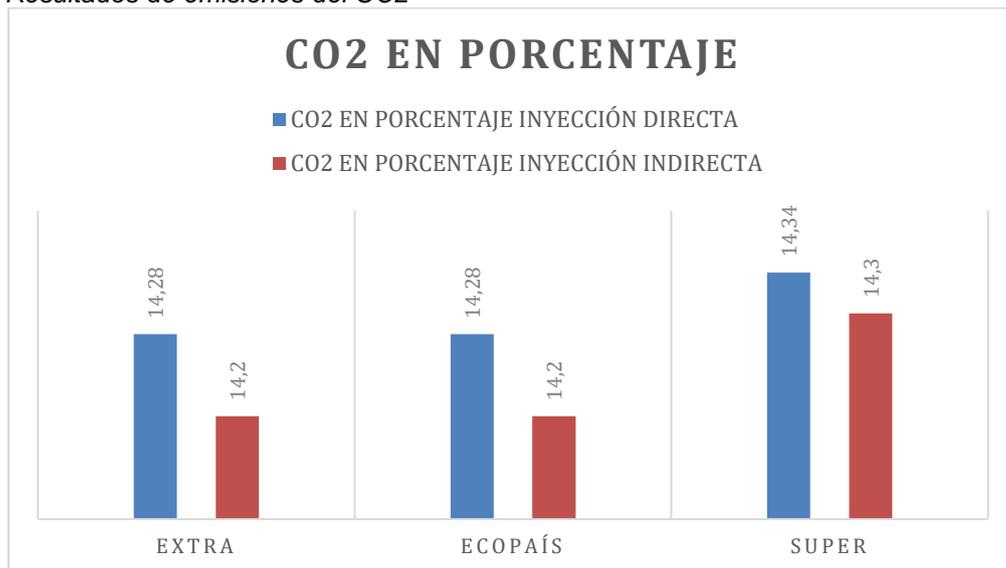
Nota. Se realizaron 3 pruebas para comparar los resultados de la emisión de HC, las cuales fueron medidas en partes por millon debido a la presencia reducida del gas en el ambiente.

Análisis de Dióxido de carbono

La cantidad de dióxido de carbono medida con el analizador de gases usado en el experimento tiene una tendencia más baja en el sistema de alimentación GDI frente al sistema de alimentación multipunto, tal como se aprecia en la figura 3, siendo éste el único contaminante del que se encontró un menor valor en su emisión en el sistema GDI.

Figura 3

Resultados de emisiones del CO2



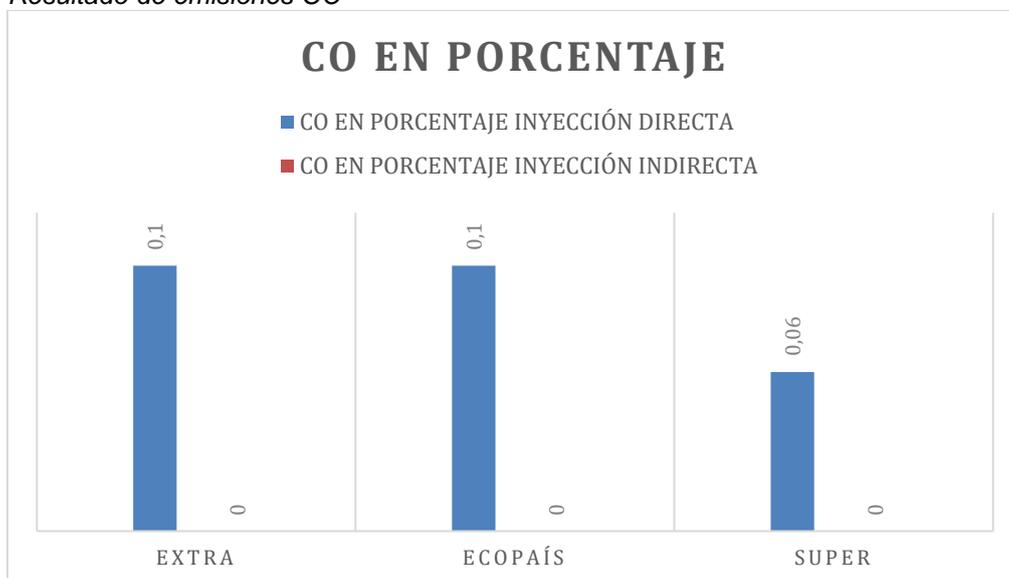
Nota. Se realizaron 3 pruebas para comparar los resultados de la emisión de CO₂, las cuales fueron medidas en porcentajes

Análisis de monóxido de carbono

En el caso del porcentaje de monóxido de carbono CO se puede determinar que este gas contaminante no se presenta luego de la combustión que se genera en el sistema GDI, tal como se aprecia en la figura 4, es decir que este subproducto de la combustión incompleta gracias a la tecnología del sistema de inyección directo desaparece.

Figura 4

Resultado de emisiones CO



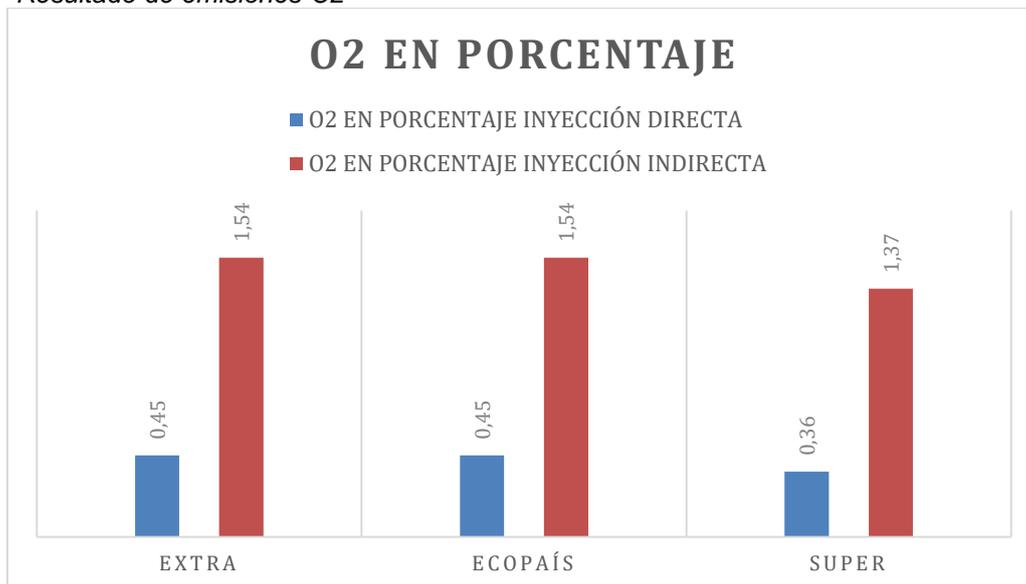
Nota. Se realizaron 3 pruebas para comparar los resultados de la emisión de CO, pero no presentaron un valor significativo en el sistema GDI

Análisis de oxígeno en la combustión

El O₂ es el único valor en el que el sistema de inyección multipunto es superior al sistema de inyección directa, tal como se aprecia en la figura 5, debiéndose a la forma de inyección que se tiene en el sistema directo y las estratificaciones con las que el combustible es introducido en la cámara de combustión, se aprecia que existe mayor porcentaje de oxígeno en los resultados de la combustión al emplearse el sistema GDI en la alimentación del motor.

Figura 5

Resultado de emisiones O₂



Nota. Se realizaron 3 pruebas para comparar los resultados de la emisión de O₂, donde la presencia de este es más elevada en el sistema de inyección multipunto

Discusión y Conclusiones

Según los análisis realizados los motores de combustión interna que usan un sistema de alimentación de tecnología directa, se puede apreciar que el rendimiento es mejorado mediante la aplicación de relaciones de compresión más elevadas, además de que en la forma de inyección que se realiza en el cilindro se siguen métodos que varían la relación estequiométrica enormemente, según las condiciones de aceleración y temperatura del motor (Collaguazo Tacuri, 2013), adicional a que al tratarse de motores que son de una elevada relación de compresión, requieren de una gasolina con un alto valor de octanaje que logre soportar sin producir detonaciones la compresión del motor.

En el Ecuador, el combustible más usado en el año 2022 fue la gasolina *Ecopaís*, seguida de la *Extra*, teniendo las dos un octanaje con un valor de 85 octanos («El consumo de gasolina Súper se redujo 16% en abril», 2022). Pese a que, la recomendación de los fabricantes automotrices es usar combustibles de al menos 95

octanos, tomando en cuenta el índice ron, debiendo considerarse que en condiciones reales el índice puede bajar hasta 10 puntos, fenómeno denominado como índice MON, que mide el rendimiento del octanaje del combustible en situaciones de aceleración variable, para un funcionamiento correcto y prolongado de los motores equipados con el sistema GDI, lo deseable sería el uso de combustibles con elevado octanaje.

En las pruebas realizadas se pudo determinar que sin importar el sistema de alimentación la gasolina *super* genera menores concentraciones de subproductos contaminantes, pese a que en el Ecuador se corrige el problema del octanaje con soportes de programación en el ECM del vehículo, reduciendo el adelanto del encendido en caso de detonación, mermándose así las detonaciones generadas, por lo que se puede apreciar que en el porcentaje de monóxido de carbono es el único subproducto que tiene un valor menor de emisiones frente a los demás contaminantes del motor, entendiéndose también que la tecnología de alimentación de inyección directa debería adaptar en su sistema catalítico a las condiciones del combustible ecuatoriano y en algunos casos a la altura y tipo de manejo en Ecuador (Marckwordt Aguilar, 2017).

Con base a los análisis de gases realizados mediante prueba estática el sistema GDI, pudo determinar que no tiene una disminución frente a los agentes contaminantes tomados en cuenta durante el proceso, y eso puede deberse a que se emplea una carga estratificada, queriendo decirse que la relación estequiométrica puede ser de 1,6 a 3 (Collaguazo Tacuri, 2013), siendo una de las razones por la que incluso a 2500 rpm no se encuentra una variación significativa en la cantidad de emisiones contaminantes, siendo la única excepción la del porcentaje de CO, por lo que se determinó que el sistema catalizador no está adaptado a las condiciones de altura y tipo de combustible, propias del Ecuador, frente a la calidad del combustible que se emplea para poder movilizar el vehículo.

Al analizar las gráficas se pudo determinar que a mayor sea el octanaje del combustible menores emisiones pueden generarse (Darquea, 2018), además se determinó que al tener relaciones de compresión elevadas y no usarse un combustible con elevado número de octanos se afecta el índice de elementos contaminantes en el motor y se puede tener una menor vida útil del mismo, provocando desgastes prematuros en elementos que tienen una tolerancia muy pequeña y que trabajan con presiones elevadas, como es el sistema encargado de la inyección directa del combustible dentro del cilindro del motor (Casanova Kindelán et al., 2018).

Asimismo, se pudo apreciar de que en cuanto a emisiones contaminantes la gasolina *Ecopaís* empleada en el experimento, tiene un 5% de etanol y produce menores emisiones, siendo esta una posible solución en la mejora del índice de octanaje que emplean las gasolinas en el Ecuador (Quezada Vélez, 2022), lo que podría ser una estrategia para poder generar recursos al agro ecuatoriano, pues este combustible puede generarse a partir de biomasa, entendiéndose que mucho fabricantes automotrices han diseñado actualmente los motores para que usen combustibles con hasta un 10% de contenido de etanol, sin necesidad de ningún tipo de afectación en sus sistemas y sin repercusiones negativas en los diferentes análisis

de gases que pueden efectuarse para poder cumplir con la legislación ecuatoriana, previo a la matriculación de un automotor.

El sistema de alimentación de inyección indirecta necesitaría de ajustes para poder cumplir su cometido de menores emisiones contaminantes, tomando en cuenta la realidad ecuatoriana en la calidad de combustibles empleados, a lo que esta investigación podría complementarse con un análisis de consumo de combustible y un determinado ciclo de manejo en un dinamómetro automotriz.

Referencias

- Analizador de Gases Brain Bee—Modelo AGS-688. (2023). *Globaltech Ecuador*.
<https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/>
- Aranceles de vehículos de la Unión Europea se reducen o eliminan en (2022)
- Beltrán Ruiz, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación producida por un vehículo con sistema de inyección MPFI y GDI, mediante pruebas estáticas.
<http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/4218>
- Casanova Kindelán, J., Fonseca González, N. E., & Agudo Fernández, D. (2018). Análisis de la combustión híbrida de metano y butanol en un motor de combustión interna. *Actas del XXII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA CNIM 2018 | XXII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica CNIM 2018 | 19 a 21 de septiembre de 2018 | Madrid. España, 706-716*.
<https://oa.upm.es/53667/>
- Censos, I. N. de E. y. (2023). Transporte. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>
- Collaguazo Tacuri, H. P. (2013). Análisis del sistema de inyección directa de gasolina en motores Fsi de Volkswagen [BachelorThesis, Universidad del Azuay].
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3273>
- Lee, Jongtae ; Kim, Kijoon ; Kim, Jeong-soo ; Jang, Jihwan ; Parque, Sungwook.(2014). Comparisons of the Particle Emission Characteristics Between GDI and MPI Vehicles -*Journal of ILASS-Korea | Korea Science*. (19)4, 182-187.
<https://doi.org/10.15435/JILASSKR.2014.19.4.182>
- Darquea, D. G. P. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. *INNOVA Research Journal*, 3(3), Article 3.
<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>
- El consumo de gasolina Súper se redujo 16% en abril. (2022, julio 1). *Primicias*.
<https://www.primicias.ec/noticias/economia/consumo-gasolina-super-cae-abril-ecuador/>
- Kim, J. Y., Kang, K., Kang, J., Koo, J., Kim, D.-H., Kim, B. J., Kim, W.-J., Kim, E.-G., Kim, J. G., Kim, J.-M., Kim, J.-T., Kim, C., Nah, H.-W., Park, K.-Y., Park, M.-S., Park, J.-M., Park, J.-H., Park, T. H., Park, H.-K., ... Bae, H.-J. (2019). Executive Summary of Stroke Statistics in Korea 2018: A Report from the Epidemiology Research Council of the Korean Stroke Society. *Journal of Stroke*, 21(1), 42-59. <https://doi.org/10.5853/jos.2018.03125>
- La Comisión propone nuevas normas Euro 7. (2022, noviembre 10). [Text]. European Commission - European Commission.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_6495

- Loetz Urquiolo, E., & Flores, A. (1999). Número de repeticiones por tratamiento para la implementación del modelo anova de efectos fijos: Evaluación computarizada. *Cuad. Hosp. Clín*, 18-23.
- Marckwordt Aguilar, J. C. (2017). *Estudio comparativo de emisiones de CO2 y rendimiento de combustible entre los motores de inyección directa e indirecta ciclo Otto* [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Milla, J. C. L., Ortega, S. F. C., Cedeño, E. A. L., & Hoyos, J. C. R. (2019). Estratificación de un motor de inyección directa a gasolina al variar la altitud. *Revista Ciencia UNEMI*, 12(30), 46-56.
- Normas Euro, eficiencia motriz sustentable. (2022, enero 20). *Primicias*. https://www.primicias.ec/nota_comercial/autos/garage/talleres/normas-euro-eficiencia-motriz-sustentable/
- NTE INEN 2203: Gestión ambiental. Aire. Vehículos. (2000, julio 7). [studylib.es](https://studylib.es/doc/4597016/nte-inen-2203--gestión-ambiental.-aire.-vehículos). <https://studylib.es/doc/4597016/nte-inen-2203--gestión-ambiental.-aire.-vehículos>
- Pfau, S. A., Haffner-Staton, E., La Rocca, A., & Cairns, A. (2022). Investigating the Effect of Volatiles on Sub-23 nm Particle Number Measurements for a Downsized GDI Engine with a Catalytic Stripper and Digital Filtering. *Fuels*, 3(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/fuels3040041>
- Quezada Vélez, S. F. (2022). *Evaluación de emisiones contaminantes de un motor de encendido provocado utilizando mezcla gasolina-etanol mediante el protocolo im-240*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/4826>
- Taipe-Defaz, V. A., Llanes-Cedeño, E. A., Morales-Bayetero, C. F., Checa-Ramírez, A. E., Taibe-Defaz, V. A., Llanes-Cedeño, E. A., Morales-Bayetero, C. F., & Checa-Ramírez, A. E. (2021). Evaluación experimental de un motor de encendido provocado bajo diferentes gasolinas. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 26, 17-29. <https://doi.org/10.17163/ings.n26.2021.02>
- User manual Hyundai Veloster (2020) (English—480 pages). (2020). <https://www.manua.ls/hyundai/veloster-2020/manual>