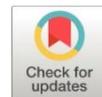


Evaluación del consumo y emisiones de un vehículo implementado una válvula MARCLAIS a 2754 msnm

Evaluation of the consumption and emissions of a vehicle implemented with a MARCLAIS valve at 2754 masl

- ¹ Victor David Bravo Morocho  <https://orcid.org/0000-0001-5629-259X>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Automotriz
victor.bravo@epoch.edu.ec
- ² Paul Alejandro Montufar Paz  <https://orcid.org/0000-0001-9062-8704>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Automotriz
paul.montufar@epoch.edu.ec
- ³ Carlos Andrés Condo Ulloa  <https://orcid.org/0000-0002-1725-0845>
Investigador independiente
carloscondo0106@gmail.com
- ⁴ Marco Vinicio Manzano Valencia  <https://orcid.org/0000-0002-6461-6918>
Investigador independiente
marcomanzano77@hotmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 05/03/2022

Revisado: 20/04/2022

Aceptado: 13/05/2022

Publicado: 17/06/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.2.218>

Cítese:

Bravo Morocho, V. D. B. M., Montufar Paz, P. A., Condo Ulloa, C. A., & Manzano Valencia, M. V. (2022). Evaluación del consumo y emisiones de un vehículo implementado una válvula MARCLAIS a 2754 msnm. AlfaPublicaciones, 4(2.2), 89–105. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.2.218>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**palabras
claves:**
válvula
Marclais,
emisiones
contaminantes,
consumo de
combustible,
altitud.

Keywords:
Marclais valve,
polluting
emissions,
fuel
consumption,
altitude

Resumen

Introducción: según bibliografía, la válvula ecológica Marclais es un dispositivo automotriz utilizado para reducir las emisiones contaminantes y el consumo de combustible por efecto de la altura sobre el nivel del mar. **Objetivos:** para corroborar esta información se instaló en un vehículo de inyección electrónica a gasolina el dispositivo y se realizó pruebas de emisiones contaminantes y consumo de combustible. **Metodología:** las pruebas de emisiones se realizaron según norma NTE INE 2 203:2000, a diferentes regímenes del motor, ralentí, 2000rpm y 4000rpm, y un analizador de gases KEIN 4-2. El consumo de combustible se realizó mediante pruebas dinámicas según norma SAE J 1321:2012, en una ruta de 12.3 km a una velocidad promedio de 50km/h, con combustible extra en la ciudad de Riobamba a 2750msnm. **Resultados:** al analizar los datos obtenidos de las emisiones contaminantes se evidencio una disminución del 20% en el Monóxido de Carbono (CO) y los Hidrocarburos (HC) en 24%, siendo estos dos gases los más contaminantes y los que se busca reducir al máximo, el Oxígeno (O₂) y el Dióxido de Carbono no presentaron variaciones notables, así mismo, en el consumo de combustible se obtuvo un ahorro significativo del 23.56%. **Conclusiones:** la válvula Marclais contribuye en gran medida a reducir las emisiones y el consumo a partir de 1800 msnm.

Abstract

Introduction: according to the literature, the Ecological Valve Marclais is an automotive device used to reduce pollutant emissions and fuel consumption because of height above sea level. **Objectives:** to corroborate this information, the device was installed in a gasoline-powered electronic injection vehicle and tests of pollutant emissions and fuel consumption were conducted. **Methodology:** the emissions tests were conducted according to the NTE INE 2 203:2000 standard, at different engine speeds, idle, 2000rpm and 4000rpm, and a KEIN 4-2 gas analyzer. Fuel consumption was conducted through dynamic tests according to SAE J 1321:2012 standard, on a route of 12.3 km at an average speed of 50km/h, with extra fuel in the city of Riobamba at 2750msnm. **Results:** when analyzing the data obtained from pollutant emissions, a 20% decrease in Carbon Monoxide (CO)

and Hydrocarbons (HC) was evidenced by 24%, these two gases being the most polluting and those that are sought to reduce to the maximum, Oxygen (O₂) and Carbon Dioxide did not present notable variations, likewise, in fuel consumption a significant saving of 23.56% was obtained. **Conclusions:** The Marclavalve contributes to reducing emissions and consumption from 1800 meters above sea level.

Introducción

La disminución de la presión y la temperatura atmosférica afecta a la densidad del aire y su composición, y, en consecuencia, a las prestaciones de toda máquina térmica. Este problema es más acentuado en máquinas térmicas de desplazamiento volumétrico como los motores de combustión interna alternativos, y dentro de ellos, aún más en los de aspiración natural. El rendimiento indicado disminuye con la altitud debido principalmente a que la presión en el cilindro es menor a lo largo de todo el ciclo del motor, si bien otros efectos relacionados con la incorporación del combustible también influyen. Todo ello provoca una pérdida de potencia indicada. Aunque la potencia de pérdidas mecánicas se reduce ligeramente con la altitud debido a que la potencia de pérdidas de bombeo y la de rozamiento se reducen por la disminución de la contrapresión de escape y de presión en el cilindro respectivamente, esta disminución es mucho menos significativa que la de la potencia indicada. Por ello, algunos autores suponen el cambio en la potencia de pérdidas mecánicas como un porcentaje constante de la variación de la potencia indicada a medida que cambia la altitud (Xiaoping et al., 1996), mientras que otros directamente la desprecian (Study Collections, 2004) suponiendo idéntica disminución para la potencia indicada y para la efectiva. Esta última suposición implica que el peso de las pérdidas mecánicas crezca frente a una potencia indicada que disminuye y que por lo tanto la pérdida relativa de potencia efectiva sea incluso mayor que la indicada y creciente al disminuir el rendimiento mecánico del motor. Lizhong et al. (1995), realizaron ensayos en un motor diésel de inyección directa, aspiración natural, de 3.3 litros de cilindrada total y cuatro cilindros. Dejando constante el aporte de combustible relativo, obtuvieron una disminución del 24% en la potencia efectiva y un incremento del consumo específico de combustible cercano al 4% al operar a 2000 msnm (metros sobre el nivel del mar). Adicionalmente estudiaron el efecto que tenía dejar constante el consumo de combustible de máxima economía (consumo específico de combustible mínimo), obteniendo con el mismo motor, una disminución en la potencia efectiva en torno al 16% y un incremento en el consumo específico de combustible mínimo en torno al 6% al operar a la misma altura (2000 msnm) (Lapuerta et al., 2006, pp.21-30).

Según Marclais (2014):

Es un Compensador de Altura identificado por el Ministerio del Medio Ambiente como equipo homologado de control ambiental y excluido del IVA (resolución 864 de agosto del 96). Se instala en el múltiple de admisión con el fin de mantener las proporciones adecuadas de aire y gasolina que ingresa al motor, ajustándolas de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar. Dosificando una cantidad adecuada de aire, se produce una mezcla eficiente con la gasolina que mejora el rendimiento general de un motor nuevo o usado de cualquier automóvil, bus o camión que trabaje únicamente con gasolina ya sea de inyección electrónica o de carburador. (p.1)

Figura 1

Válvula Marclais



Fuente: Icrowdnewswire (2016)

El precio de este dispositivo según Sites (2011), bordea los “\$360.000,00” pesos colombianos.

Según Grupo de Manejo Eficiente de Energía (GIMEL, 2010):

En el laboratorio de máquinas térmicas de la universidad de Antioquia se realizó la evaluación del comportamiento de un motor Renault twingo 16v que posee las características técnicas mostradas en la tabla 1, utilizando la válvula ecológica Marclais con la siguiente metodología de pruebas:

La prueba se realiza en un banco de ensayos donde el motor se encuentra acoplado a un dinamómetro electromagnético. Con el fin de comparar el comportamiento del motor con válvula y sin válvula, se seleccionaron dos puntos en estado estacionario, uno a bajo régimen y bajo par, y otro a alto régimen y par. Para evaluar el efecto de la válvula en el motor es necesario una aceleración controlada en el motor, por lo tanto, se comparó el comportamiento variando las revoluciones (aumentando el régimen de giro variando la posición del acelerador) y dejando el par, desde un punto inicial, a merced de las demás

variables (el par aumenta levemente cuando se acelera). Las pruebas se realizaron con el mismo combustible (gasolina extra) (GIMEL, 2010).

Recomiendan:

Según GIMEL (2010), “es necesario realizar más pruebas en un vehículo en estado transitorio con rutas definidas para una mejor comparación” (p.8)

Concluyendo que:

No se presentan variaciones significativas en los resultados de las pruebas en estado estacionario, debido a que por las características de diseño de la Válvula Ecológica Marclais no hay apertura de esta para permitir el ingreso de aire adicional ya que no hay cambios en la velocidad y por lo tanto la presión en el múltiple de admisión es relativamente constante. La válvula está concebida para mostrar su potencial bajo condiciones de alta carga con variaciones en la presión de vacío dentro del múltiple de admisión en régimen transitorio. Hay una disminución en el consumo de combustible del 9.74 % en promedio en régimen transitorio, cuando se utiliza la Válvula Ecológica Marclais en un rango de aceleración de 2000 rpm a 4000 rpm, con un par de 50 Nm aproximadamente. A partir de 3700 rpm en régimen transitorio, el tiempo de respuesta en la aceleración del motor es más rápido, alrededor de 50% más, con la válvula ecológica en funcionamiento. Es importante destacar que la Válvula Ecológica Marclais actúa bajo condiciones de régimen transitorio con alta carga del motor, que es cuando usualmente se presentan altas emisiones de gases contaminantes y alto consumo de combustible (GIMEL, 2010).

Por consecuencia surge la necesidad de realizar un estudio minucioso del comportamiento de la válvula ecológica en una ruta de pruebas en la ciudad de Riobamba a 2754 metros sobre el nivel del mar y evidenciar el comportamiento de esta válvula con la finalidad de dar a conocer sus beneficios, ventajas y desventajas al implementarla en un vehículo Chevrolet Optra 1,8L del 2008, siguiendo las normativas NTE INEN 2 203:2000 y SAE J1321:2012.

Metodología

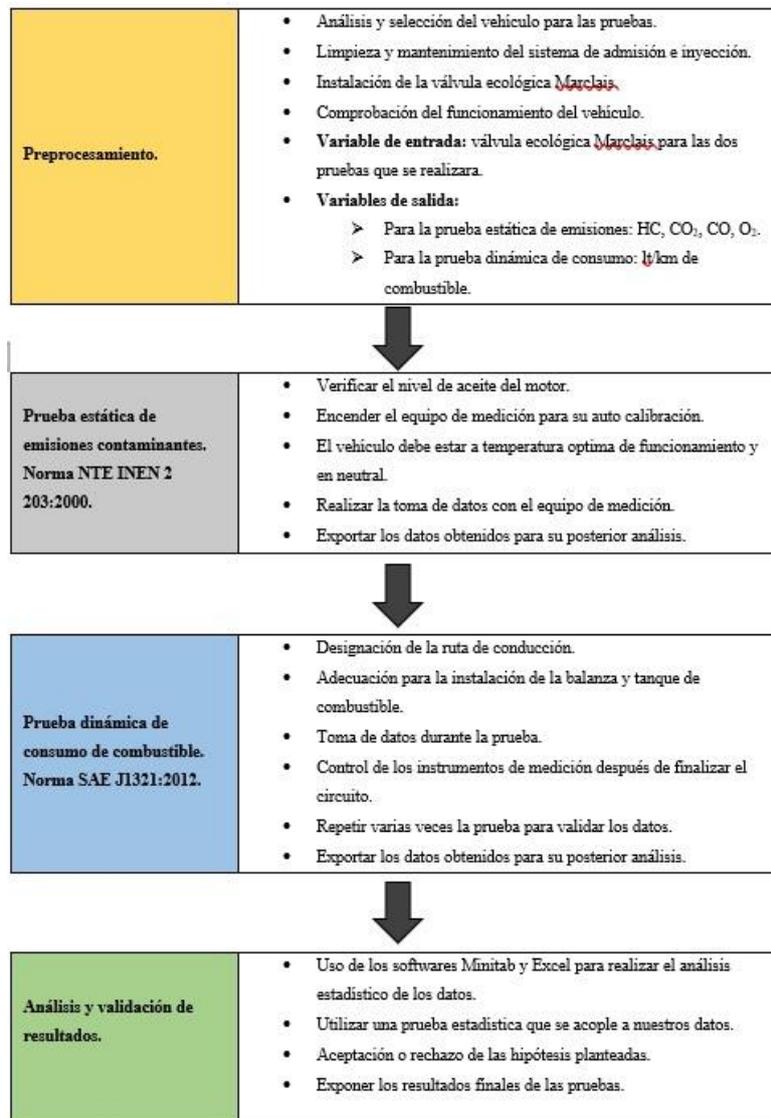
Según Gallego (2014)

Los resultados de las pruebas demostraron que mayor presión atmosférica implica menor tiempo de aceleración; y que mayor temperatura implica mayor tiempo de aceleración. A pesar de que la disminución en la densidad del aire hace que las fuerzas resistivas de arrastre disminuyan, es mayor la disminución de las prestaciones del motor, por lo tanto, es mayor el tiempo de aceleración. (p.10)

Con el objetivo de analizar los resultados de las emisiones contaminantes y el consumo de combustible mediante la implementación de una válvula ecológica se recurrió al siguiente organigrama:

Figura 2

Organigrama del proceso de ejecución de la investigación



Fuente: Bravo et al. (2021)

Designación y clasificación de las variables

A continuación, se muestra la clasificación de las variables que se han considerado para el análisis.

Tabla 1
Designación de variables

FACTOR	NIVELES	DESIGNACIÓN
Válvula Ecológica	Sin Válvula Ecológica Marclais	SVE
Marclais	Con Válvula Ecológica Marclais	CVE

Fuente: Bravo et al. (2021)

Variables

Para la prueba estática de emisión de gases:

Hidrocarburos (HC)

Dióxido de Carbono (CO₂)

Monóxido de Carbono (NO)

Oxígeno(O₂)

Para la prueba dinámica de consumo:

Lt/km (Volumétrica)

gr/km (Másica)

Ruta de pruebas

Para realizar el estudio de consumo de combustible se decidió seleccionar una ruta de carretera comenzando en el redondel del libro, pasando el redondel del terminal conectándonos a la Av. Héroe de Tapi, hasta el redondel del COMIL, siguiendo recto por la Av. Antonio José de Sucre hasta los semáforos de la Andaluza, girando en este punto a la derecha tomando la Av. Edelberto Bonilla Oleas pasando por el redondel de la Vasija, continuando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, prosiguiendo por la avenida 9 de octubre, el cementerio general de Riobamba, llegando al semáforo de la Macají, girando a la derecha y volviendo al punto de inicio. Esta ruta posee una distancia de 12.3 Km, transitada a una velocidad de 50km/h, tal recorrido se repetirá 5 CVE y 5 SVE. Durante todo el recorrido se obtendrá los datos de consumo de combustible (Bravo et al., 2021).

Según Wikiwand (2013), “Riobamba se encuentra a 2648 metros sobre el nivel del mar”.

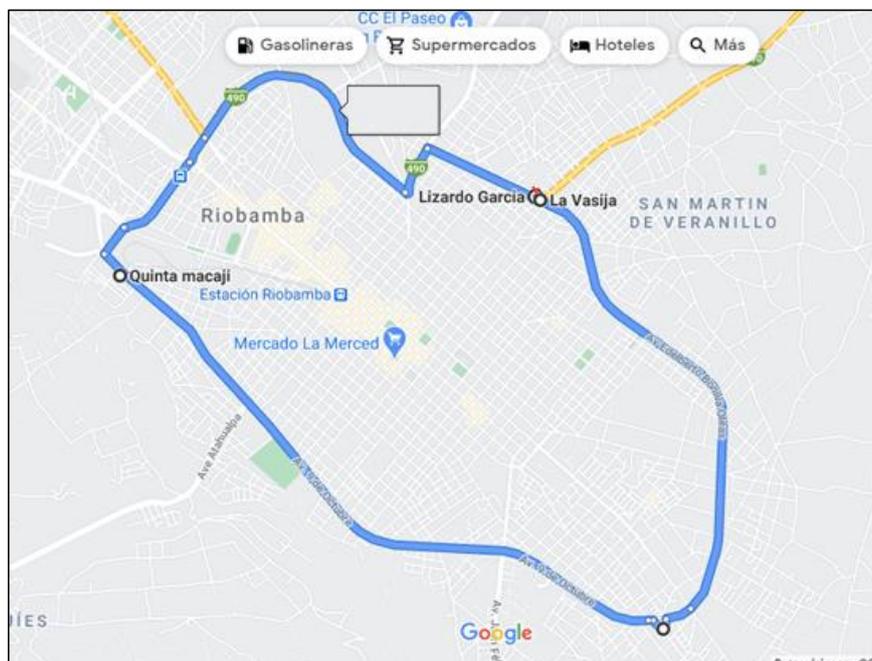
Así mismo

Según Universidad Internacional - SEK. (2018), “La presión atmosférica de Riobamba es 0,704 atm, y la densidad del aire bordea 0,84 kg/m³”.

Datos de calidad de aire de Riobamba desde el año 2015 a 2018 detallan las concentraciones promedio anuales de contaminantes criterio como son: Material

Particulado, Dióxido de azufre (SO₂), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃) y Benceno (C₆H₆), se estableció una línea base de calidad del aire del Cantón, tomando como referencia la Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire para establecer la concentración promedio y compararla con la Norma vigente con la finalidad de establecer que en cada una de las zonas de estudio la concentración (Parada et al., 2020).

A medida que se incrementa la altitud, las emisiones de monóxido de carbono aumentan ligeramente, debido a la incidencia que produce el oxígeno en la mezcla estequiométrica de la combustión. La disminución de oxígeno, provocado por la reducción de presión atmosférica, conlleva a que el motor trabaje con mezcla rica, se produzcan combustiones incompletas y, por tanto, la emisión de CO sea más elevada (Arroyo et al., 2021).

Figura 3*Ruta de prueba*

Fuente: Bravo et al. (2021)

Protocolo de pruebas

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2002):

- El equipo debe estar calibrado bajo las normas específicas del fabricante.
- Antes de la prueba se debe someter al equipo a un calentamiento y estabilización.

- Retirar todo el material como partículas extrañas o agua que se encuentren en la sonda de medición.
- Revisar el nivel de aceite del motor, que este entre el mínimo y el máximo.
- Revisar que el vehículo se encuentre en neutro
- La prueba debe ser realizada sin el funcionamiento de ningún accesorio (luces, aire acondicionado).
- El vehículo se debe encontrar en condiciones ideales de funcionamiento (el vehículo debe llegar a la temperatura ideal).
- Si el vehículo no cumple con las condiciones anteriores, no se puede realizar las pruebas

Para realizar este cometido se debe instalar la válvula ecológica como se muestra a continuación en las Figuras 4, 5 y 6, a continuación.

Figura 4

Perforación de múltiple de admisión



Fuente: Bravo et al. (2021)

Figura 5

Ubicación del racor para la conexión de la válvula Marclais



Fuente: Bravo et al. (2021)

Figura 6

Ubicación final de la válvula Marclais



Fuente: Bravo et al. (2021)

Mediciones

Los procedimientos y mediciones están basados en las normas NTE INEN 2203 y SAE J1321, como se muestran a continuación:

Según INEN (2002):

- Conectar el tacómetro del equipo de medición al motor y verificar las condiciones de marcha.
- Con el motor en su temperatura normal de funcionamiento, introducir la sonda de prueba en el sistema de escape del vehículo.
- Esperar el tiempo de respuesta del equipo de medición dada por cada fabricante.
- Imprimir las lecturas obtenidas de las emisiones.
- Si el vehículo posee doble sistema de escape, medir por separado cada salida

Según el Program for Advanced Vehicle Evaluation (PAVE, 2012):

Para que el resultado de la prueba tenga validez se debe seguir los siguientes requisitos dictados por la norma SAE J1321:2012: la ruta utilizada, así como la velocidad del vehículo deben reflejar una operación real.

Se deben realizar más de una prueba en ruta para que los resultados tengan validez ya que una sola prueba no es concluyente donde se puede realizar máxima 5 pruebas con parámetros iguales, los datos se obtendrán tal como indica la norma (Bravo et al., 2021).

Según Agudelo et al. (2022):

A medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar se incrementa la relación combustible/ aire (mezcla más rica) y con ello el consumo específico de combustible, la duración de la combustión, la combustión en fase premezclada, la temperatura máxima, el calor transferido a los gases y la exergía destruida, mientras que el rendimiento térmico efectivo del motor, la presión máxima y la exergía en el cilindro disminuyen. (p.2)

Resultados

Para la obtención de los datos de gases contaminantes del vehículo se realizó 18 pruebas las cuales se dividieron en dos bloques, el primero sin válvula ecológica y el segundo con válvula ecológica. Cada bloque tuvo una subdivisión en base a los regímenes de giro, con ello se puede observar el funcionamiento a diferentes cargas, a su vez cada prueba se la realizo cada cinco minutos siguiendo las especificaciones de la norma técnica NTE INEN 2 203:2000, cada bloque se demoró 45 minutos en completar las mediciones. Todos los datos que se muestran en la tabla 1-3 se los recolectó en la ciudad de Riobamba a una altura de 2750 msnm (Bravo et al., 2021).

Monóxido de Carbono (CO)

Según el fabricante la reducción del CO se encuentra en un rango del 5-20 % (Marclais, 2014), y estos resultados arrojan que este porcentaje es verdadero, debido a que en todo momento hubo una reducción superior al 20%. Validando así la eficacia de la válvula en la reducción del Monóxido de Carbono (CO) (Bravo et al., 2021).

Tabla 2

Promedio de emisiones de CO con y sin válvula Marclais

	RPM	PROMEDIO (CO)%
SIN VÁLVULA	850	0.923
	2000	0.493
	4000	0.473
CON VÁLVULA	850	0.327
	2000	0.373
	4000	0.373

Fuente: Bravo et al. (2021)

Dióxido de Carbono (CO₂)

Estos resultados indica que la válvula ecológica Marclais es más eficiente a altas rpm y concuerda con lo que el fabricante menciona en las especificaciones (Marclais, 2020). Llegando a comprobar que en el apartado del CO₂ la válvula ecológica Marclais no interfiere de forma significativa en la producción de este gas (Bravo et al., 2021).

Tabla 3

Promedio de emisiones de CO₂ con y sin válvula Marclais

	RPM	PROMEDIO (CO ₂) %
SIN VÁLVULA	850	12.433
	2000	13.633
	4000	14.433
CON VÁLVULA	850	12.300
	2000	13.433
	4000	14.533

Fuente: Bravo et al. (2021)

Hidrocarburos (HC)

Los valores promedios en partes por millón (ppm) de los hidrocarburos HC, esto indica que a ralentí (850rpm) la reducción de los hidrocarburos CVE es del 29.74%, a 2000 rpm se reduce en un 15.28% CVE y a 4000 rpm el porcentaje de reducción de los

hidrocarburos es del 29.26%, indicando que existe una disminución considerable de hidrocarburos aproximadamente del 30%. Según el fabricante la eficiencia de la válvula ecológica en la reducción de los HC está entre el 10% al 30% (Marclais, 2014), corroborando estos porcentajes con estos datos y validando así la eficacia de la válvula en la reducción de los Hidrocarburos (HC) en altura (Bravo et al., 2021).

Tabla 4

Promedio de emisiones de HC con y sin válvula Marclais

	RPM	PROMEDIO (HC) ppm
SIN VÁLVULA	850	195
	2000	157
	4000	123
CON VÁLVULA	850	137
	2000	133
	4000	87

Fuente: Bravo et al. (2021)

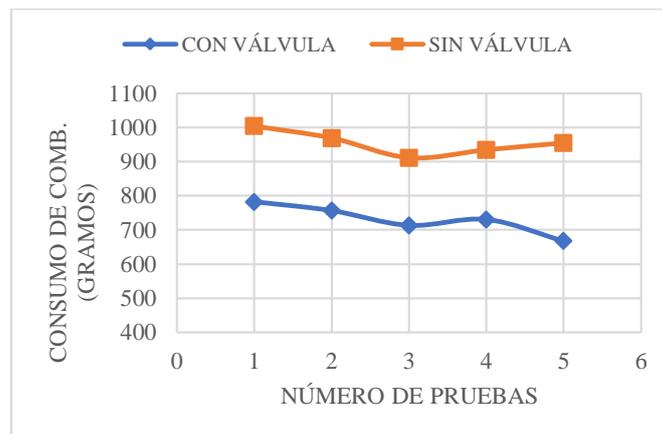
Consumo de combustible

Los datos recolectados tanto con válvula como sin válvula respectivamente, en donde se aprecia el peso inicial, final y el consumo de combustible en cada una de las pruebas realizadas siguiendo los parámetros de la norma SAE J1321: 2012 (Bravo et al., 2021).

A continuación, se muestra un resumen detallado del comportamiento del consumo de combustible, en la figura 7, a continuación.

Figura 7

Prueba de consumo de combustible



Fuente: Bravo et al. (2021)

Nota: Ubicación final de la válvula Marclais

Los resultados muestran que el consumo de combustible utilizando la válvula ecológica Marclais tuvo una reducción notable en cada una de las pruebas como se muestra en la figura 7, dichos resultados muestran que hay una reducción de consumo del 23.56% (Bravo et al., 2021).

Es necesario también analizar la calidad de los combustibles, ya que esto afectara directamente en las emisiones contaminantes y consumo de combustible, como es el caso de Antamba et al. (2016), donde concluyen que:

Una gasolina de mejor calidad con un número mayor de octanaje ayuda en la disminución de las emisiones de gases contaminantes, por su composición y la reducción del contenido de azufre, por ello, la decisión del gobierno ecuatoriano para vender combustible de mayor octanaje es oportuna para contrarrestar la contaminación proveniente de las emisiones gaseosas vehiculares, a la vez, apoyado por la renovación del parque automotor. (p.9)

Conclusiones

- El Monóxido de Carbono se redujo un 20% al implementar la válvula Marclais en el vehículo de pruebas, así mismo, los Hidrocarburos se redujeron un 24%, esto indica una mejor combustión en el interior del motor gracias a la compensación de Oxígeno de la válvula, corroborando las especificaciones técnicas del fabricante.
- El Dióxido de Carbono y Oxígeno no muestran variación significativa con la implementación de la válvula ecológica Marclais ya que los resultados son similares con y sin válvula.
- El flujo de aire adicional que ingresa al motor a través de la válvula Marclais compensa la baja densidad del aire en la ciudad de Riobamba, mejorando el rendimiento del motor y reduciendo el consumo de combustible. En la Ruta de pruebas de 12.3 kilómetros en condiciones normales de conducción y con un tráfico moderado el uso de la válvula redujo un 23.56% de consumo de combustible, mejorando la relación estequiométrica del motor de combustión interna.

Referencias Bibliográficas

Agudelo, J., Agudelo, A., & Pérez, J. (2022). Energy and Exergy analysis of a light duty diesel engine operating at different altitudes. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 9.

- Antamba Guasgua, J., Reyes Campaña, G., & Granja Paredes, M. (2016). Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1, utilizando gasolina de la Comunidad Andina. *Enfoque UTE*, 10.
- Arroyo Terán, E. S., Cevallos Gonzáles, A. F., Imbaquingo Navarrete, R. P., & Melo Obando, J. L. (2021). Estudio del efecto de la altitud sobre las emisiones de gases de escape de motores de combustión interna con encendido provocado. *Ingeniería y Desarrollo*, 14.
- Bravo, V., Montufar, P., Condo, C., & Manzano, M. (23 de 03 de 2021). *Análisis de resultados de la medición de emisiones contaminantes y consumo de combustible del vehículo Chevrolet Optra mediante la implementación de una válvula Marclais aplicado en la ciudad de Riobamba*. secure.arkund.com: <https://secure.arkund.com/view/94703554-670005-320124#/>
- Gallegos Juan. (01 de 07 de 2014). *Desarrollo de pruebas de carretera para caracterizar la pérdida de potencia en motores de combustión interna de vehículos de calle, debida al cambio en presión atmosférica*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16447/u686726.pdf?sequence=1>
- Grupo de Manejo Eficiente de Energía [GIMEL]. (2010). *Evaluación de válvula ecológica marclais*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Icrowdnewswire. (26 de 07 de 2016). *Marclais de Colombia, Válvula Ecológica Marclais® la mejor alternativa Beneficio/Costo para el ahorro de combustible y reducción de contaminación en vehículos Diésel y gasolina*. <https://icrowdnewswire.com/2016/07/26/marclais-de-colombia-valvula-ecologica-marclais-la-mejor-alternativa-beneficiocosto-para-el-ahorro-de-combustible-y-reduccion-de-contaminacion-en-vehiculos-diesel-y-gasolina/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (01 de 01 de 2002). *Gestión ambiente. aire. vehículos automotores. límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2204.pdf>
- Lapuerta, Magín, Armas, Octavio, Agudelo, John R, & Sánchez, Carlos A. (2006). Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. Parte 1: Funcionamiento. *Información tecnológica*, 21-30.
- Lizhong, S., Yungang, S., Wensheng, Y., & Junding, X. (1995). Combustion Process of Diesel Engines at Regions with Different Altitude. *SAE*, 7.

Marclais. (01 de 01 de 2014). *Esquema válvula ecológica*.
https://www.marclais.com/que_es.php#contenido

Parada Rivera, M., González García, J., Jácome Ampudia, S., Pacheco Palacios, S., & Erazo Chávez, S. (2020). Valoración económica ambiental del recurso aire en el cantón Riobamba. *ciencia digital*, 23.

Program for Advanced Vehicle Evaluation [PAVE]. (01 de 01 de 2012). *SAE J1321 (TMC RP-1102) Type II Fuel Consumption Test*.
<http://www.pavetrack.com/PAVE/I-PHI%20Partial%20Hydrogen%20Injection%20Type%20II%20Fuel%20Economy%20Test%20Report.pdf>

Study Collections. (01 de 08 de 2004). *Engine Power Test Code—Spark Ignition and Compression Ignition—Net Power Rating*.
<https://studylib.net/doc/18221518/sae-j1349>

Universidad Internacional - SEK. (01 de 01 de 2018). *Análisis aerodinámico regional mediante técnicas de CFD de un semirremolque tipo plataforma y su incidencia con el consumo de combustible*.
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2881/1/Presentaci%C3%B3n%20Juan%20Carlos%20Salvador.pdf>

Sites. (04 de 08 de 2011). *Válvula Ecológica - Vista instalación de la Válvula en Diésel*.
<https://sites.google.com/site/valvulaeconomizadora/>

Wikiwand. (01 de 01 de 2013). *Anexo: Ciudades más altas de Ecuador*.
https://www.wikiwand.com/es/Anexo:Ciudades_m%C3%A1s_altas_de_Ecuador

Xiaoping, B., Gengyun, Z., & Xiaojing, Z. (1996). Predicting Vehicle Turbocharged Diesel Engine Performance at Altitude. *SAE*, 10.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

