



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional*

*Advantage of the use of liquefied petroleum gas compared to the traditional fuel system*

*Vantagem do uso de gás liquefeito de petróleo em relação ao sistema de combustível tradicional*

Jamilex Stefania Cuasquer-Cuasapud <sup>I</sup>  
[jamilex.cuasquer726@ist17dejulio.edu.ec](mailto:jamilex.cuasquer726@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-1858-7781>

Diego Patricio Pineda-Maigua <sup>II</sup>  
[dpineda@ist17dejulio.edu.ec](mailto:dpineda@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9345-4866>

Edison Álvarez-Jaramillo <sup>III</sup>  
[ealvarez@ist17dejulio.edu.ec](mailto:ealvarez@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4887-9379>

**Correspondencia:** [jamilex.cuasquer726@ist17dejulio.edu.ec](mailto:jamilex.cuasquer726@ist17dejulio.edu.ec)

\***Recibido:** 29 de julio del 2022 \***Aceptado:** 12 de agosto de 2022 \* **Publicado:** 15 de septiembre de 2022

- I. Instituto Superior Tecnológico 17 de julio, Urcuqui, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico 17 de julio, Urcuqui, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico 17 de julio, Urcuqui, Ecuador.

## Resumen

Actualmente, debido a los altos costos de los combustibles como la gasolina y el diésel es importante encontrar alternativas más económicas para el transporte, del mismo modo, existe interés de disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero, así como, gases contaminantes como el  $\text{NO}_x$  y el material particulado MP, es por ello que el GLP se muestra como una alternativa interesante para su empleo en el transporte, es por ello que esta investigación tiene como propósito evaluar las ventajas del empleo de gas licuado de petróleo como combustible alternativo en los vehículos con motores de combustión interna, realizando un análisis comparativo del empleo del GLP con el empleo de combustibles tradicionales como la gasolina y el diésel, desde un enfoque teórico y documental, donde se describirá los beneficios del uso del GLP desde el impacto medioambiental como del rendimiento y eficiencia del motor.

**Palabras claves:** GLP; emisiones de gases; motores de combustión interna; rendimiento de motores de combustión interna.

## Abstract

Currently, due to the high costs of fuels such as gasoline and diesel, it is important to find cheaper alternatives for transportation, in the same way, there is interest in reducing the emission of greenhouse gases, as well as polluting gases such as  $\text{NO}_x$  and PM particulate material, which is why LPG is shown as an interesting alternative for use in transportation, which is why this research aims to evaluate the advantages of using liquefied petroleum gas as an alternative fuel in vehicles with internal combustion engines, carrying out a comparative analysis of the use of LPG with the use of traditional fuels such as gasoline and diesel, from a theoretical and documentary approach, where the benefits of using LPG will be described from the environmental impact as well as from the engine performance and efficiency.

**Keywords:** LPG; gas emission; internal combustion engines; performance of internal combustion engines.

## Resumo

Atualmente, devido aos altos custos de combustíveis como gasolina e diesel, é importante encontrar alternativas mais baratas de transporte, da mesma forma, há interesse em reduzir a emissão de gases de efeito estufa, além de gases poluentes como NOX e Material particulado PM, razão pela qual o GLP se mostra como uma alternativa interessante para uso no transporte, razão pela qual esta pesquisa visa avaliar as vantagens do uso do gás liquefeito de petróleo como combustível alternativo em veículos com motores de combustão interna, realizando uma análise comparativa do uso do GLP com o uso de combustíveis tradicionais como gasolina e diesel, a partir de uma abordagem teórica e documental, onde serão descritos os benefícios do uso do GLP desde o impacto ambiental, bem como do desempenho e eficiência do motor.

**Palavras-chave:** GLP; Emissão de gás; motores de combustão interna; desempenho de motores de combustão interna.

## Introducción

La demanda de productos provenientes del petróleo no ha disminuido, debido y en parte, al aumento del uso de automóvil, y de la misma manera, al crecimiento industrial y tecnológico en alrededor el mundo, incrementando el movimiento de mercancías, materias primas, productos elaborados entre otros. La gasolina es el combustible más utilizado en los vehículos de combustión interna y a su vez es un derivado del petróleo, y debido al ritmo de consumo las reservas de petróleo de ninguna manera suplirán la demanda de este en el futuro (Hashem y Al-Dawody, 2021).

Asimismo, las emisiones de los vehículos son una fuente importante de contaminación del aire en las grandes ciudades del mundo, por ejemplo, en Hong Kong y algunas ciudades de Indonesia, lo que afecta a la salud humana. Es por ello que las autoridades responsables continuamente regulan y/o evalúan alternativas para disminuir la contaminación de aire (Organ et al., 2019), y (Widodo et al., 2020)

En el mismo orden de idea, debido a la gran cantidad de gases de efecto invernadero que se produce por el sistema de transporte en la Unión Europea (UE). Es por ello que la UE tiene la ambición de descarbonizar el sistema de transporte, mitigando la cantidad de gases para el 2050. Mediante el empleo de combustibles alternativos, incluida la electricidad. Ver figura 1, donde se puede observar que los vehículos es uno de los principales contribuyentes a la cantidad de los gases contaminantes producidos (Gómez, 2020).

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

Igualmente, a nivel mundial, el tema ecológico ha tomado relevancia, por lo que hay esfuerzos en reducir el impacto de la contaminación en la ecológica y por tanto, urge la necesidad de modificar las fuentes de energía, tales como la sustitución de los combustibles para usos automotriz (Hashem y Al-Dawody, 2021)

Es por ello, que actualmente el desarrollo de los vehículos de combustión interna está íntimamente relacionado con el objetivo de disminuir las emisiones de gases de salida. Por lo que considera tanto la introducción de nuevas soluciones técnicas y tecnológicas en los sistemas de inyección de combustible, la mejora del proceso de combustión, y de los sistemas limpieza de gases de escape y el uso de combustibles alternativos (Fabiś y Flekiewicz, 2021).

Fuente: Propia a partir de (Gómez, 2020)

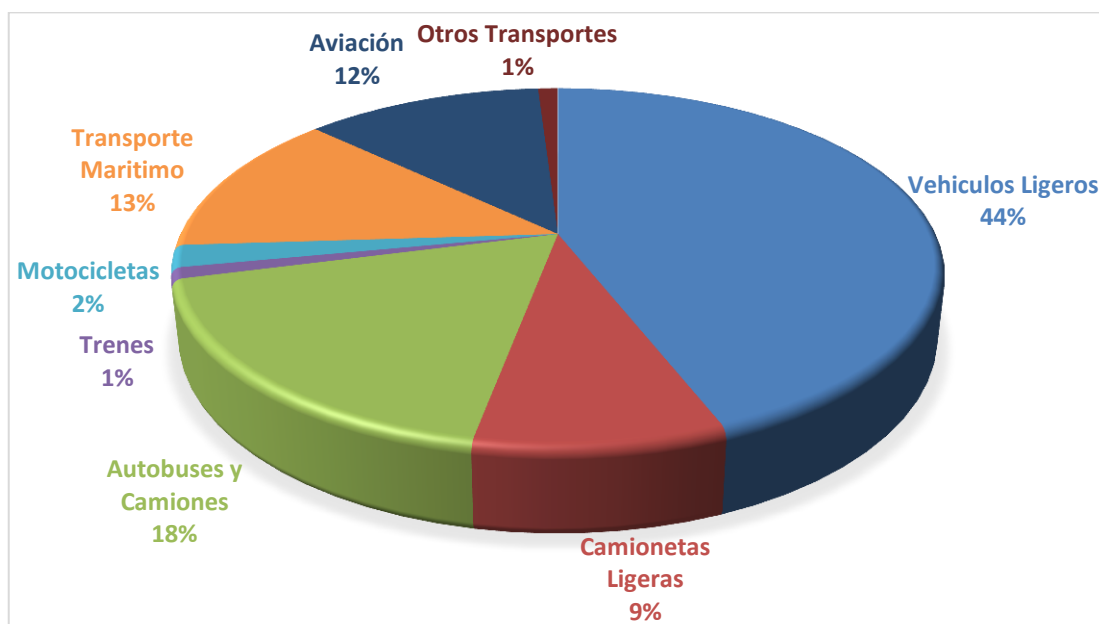


Figura 1: Porcentaje de emisión de gases

En consecuencia, una gran cantidad de experto han sugerido que sustituir los combustibles tradicionales como la gasolina y el diésel, por otros producidos a partir de recursos alternativos, producirán efectos positivos y significativos sobre el cambio climático, debido a la baja emisión de gases de efecto invernadero. Existen diversos combustibles alternativos que poseen el potencial de sustituir los combustibles tradicionales, dentro de los cuales se tiene el gas licuado de petróleo (GLP) y el gas natural comprimido (GNC) (Jemni et al., 2018)

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

A su vez, una de las ventajas de utilizar combustibles alternativos es, que el motor de combustión que impulsa el vehículo, en ningún caso, requerirá de grandes modificaciones, como por ejemplo al sistema de inyección, al sistema de limpieza de gases de escape., y la infraestructura existente asegura el suministro sin problemas de estos combustibles (Fabiś y Flekiewicz, 2021).

En el mismo orden de idea, se puede decir que todos los motores a gasolina para ilustrar, prácticamente consiguen funcionar con GLP, siempre y cuando se añada al vehículos un depósito adicional para el GLP, realizar una adaptación en los inyectores, colocar conductos de bombeo del gas, al igual que, un conmutador y una central que analice los datos de presión y temperatura del motor y ajustar el consumo y las revoluciones del motor para garantizar una combustión eficiente mejorando el rendimiento del motor (Menéndez, 2019) y (Patiño y León, 2021)

Por otro lado, los fabricantes de vehículos considerando los múltiples factores asociado a las normativas gubernamentales enmarcadas en la reducción de los gases de efecto invernadero, así como gases contaminantes como los óxidos de nitrógeno, ha empezado a desarrollar motores que empleen estos combustibles alternativos, como por ejemplo el GLP y el GNC. Se han evaluado y sometidos a prueba logrando reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, además como el NO<sub>x</sub>. (Menéndez, 2019)

Es por todo lo antes expuesto, este trabajo de investigación se plantea como objetivo evaluar las ventajas del empleo de gas licuado de petróleo como combustible alternativo en los vehículos con motores de combustión interna en comparación a los vehículos que emplean combustibles tradicionales como la gasolina y el diésel, desde un enfoque teórico y documental, donde se describirá los beneficios del uso del GLP desde el impacto medioambiental como del rendimiento y eficiencia del motor. Para ello se realizó una exhaustiva revisión de la literatura científica, de manera sistemática logrando de esta forma general bases conceptuales adecuadas a la implementación de los combustibles alternativos en general y en particular a GLP.

### Metodología

Con el propósito de que la información que se expone en este trabajo de investigación, tenga la rigurosidad académica adecuada, al igual que cumpla con los objetivos planteados, en marco a lo expresado por Bernal (2010), al ser este trabajo de investigación sustentado en base a un análisis sistemático de la literatura considerara sobre el uso de combustibles alternativos como el GLP en los motores de combustión interna, con el propósito de analizar los beneficios de uso, tanto

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

medioambientales como de rendimiento del motor, de igual manera, explicar brevemente el estado actual del conocimiento, por lo que esta investigación es de tipo documental.

Asimismo, concatenando con lo planteado por Mejías (2005), además de ser una investigación documental es a su vez teórica básica puesto que se pretende desarrollar las generalidades y los basamentos teóricos sobre los sistemas que emplean gas licuado de petróleo.

La información considerada para la realización de este trabajo de investigación, debía cumplir los siguientes criterios:

1. Ser artículos de revistas indexadas, de carácter científico
2. La antigüedad sea menor a 5 años
3. Ser tesis de grado, maestría o doctorado de universidades
4. El contenido estar relacionada con el uso y ventajas del uso del gas licuado de petróleo en vehículos con motores de combustión interna.

Asimismo, solo se consideró la información obtenida mediante buscadores de áreas científica como Google académico, Elsevier, Researchgate, MDPI, Springer, entre otros.

Igualmente, este trabajo de investigación de no experimental, puesto que de ningún modo hubo manipulación de variable, y de igual manera es una investigación descriptiva debido a que se describirán las ventajas de utilizar gas licuado de petróleo en los motores de combustión interna. (Hernández et al., 2014).

### **Resultados y discusión**

Se puede clasificar los combustibles alternativos en gasolinas industriales, alcoholes, combustibles gaseosos y otros. Y se espera que disminuya su empleo en el transporte para las próximas décadas, por lo que el uso de combustibles alternativos ira en aumento, esto debido principalmente a la reducción de emisiones, y a su vez, mejorar la eficiencia del sistema de transporte. Los combustibles gaseosos como el GLP se han utilizado ampliamente en todo el mundo en los motores de combustión interna principalmente los de encendido por chispa, debió al menor impacto en las emisiones de gases relacionados con el calentamiento global que cualquier otro combustible fósil (Hashem y Al-Dawody, 2021)

En el mismo orden de idea, el gas licuado de petróleo se puede considerar como una mezcla de propano y butano comprimido, el 55% del GLP se obtiene de la refinación de gas natural y el 45% restante se extrae de la refinación de petróleo crudo. Como se ha comentado antes, además de estar

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

formado principalmente por propano y butano, puede contener otros hidrocarburos como en n-butano. Es inodoro y por razones de seguridad, se agrega compuesto odorífero para detectar fugas en el sistema, y debido a sus características se puede emplear y se está empleando en el sector automotriz (Patiño y León, 2021).

Es por ello, que los fabricantes de automóviles han iniciado a desarrollar el uso de este combustible (GLP) en sus vehículos, tanto del tipo turismo (sedanes y SUV's), así como, camionetas ligeras, autobuses entre otros, y uno de los factores es que el producto de la combustión del gas genera menos emisiones de CO<sub>2</sub>, gas causante del efecto invernadero, estimado en un 23% menos de la gasolina. (Menéndez, 2019)

Igualmente, la huella de carbono que genera el empleo de GLP es 20% menor en comparación con el diésel, de igual modo, la emisión de material particulado es mucho menor, casi nula, en comparación con otros combustibles convencionales (Calderón y Calderón, 2018)

También, se obtiene menos emisiones de azufre, puesto que estos gases son tratados antes de su uso, eliminando los compuestos de azufre, de igual manera se reducen hasta un tercio las emisiones de NO<sub>x</sub> en comparación al empleo de diésel (Menéndez, 2019).

Además, de las conclusiones que se ha desarrollado en los párrafos anteriores, trabajos como los presentados por Medina (2021), en donde evalúa las emisiones de gases vehiculares en autos convertidos de gasolina a GLP y GNV en la ciudad de Lima en diferentes marcas y modelos. Entre sus resultados se puede destacar que el empleo de GLP disminuye en promedio un 46,38% de emisiones de CO, un 27,14% de HC (hidrocarburos no quemados), y 19,55% de CO+CO<sub>2</sub>, tomando los datos con los motores a un régimen de 750-2500 rpm.

Del mismo modo, el trabajo desarrollado por Šarkan et al., (2022), donde realizaron un estudio cuyo propósito fue comparar y evaluar la producción de emisiones de escape de un vehículo con motor a gasolina, utilizando gasolina y GLP. Las mediciones se realizaron durante la operación real, es decir, planificaron una ruta en la cual el vehículo debía cumplir una serie de parámetros, entre los que destaca el ámbito en donde se conduce, es decir, conducción en área rural, autopista, y área urbana. Entre los resultados del trabajo Šarkan et al., (2022), en la figura 2, se puede visualizar la producción de NO<sub>x</sub> en los diferentes ambientes de conducción, donde la línea naranja representa la producción por parte del GLP y la azul de la gasolina, como se puede apreciar de manera general, la gasolina produce más cantidad de óxidos de nitrógenos que el GLP.

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

Fuente: (Šarkan et al., 2022)

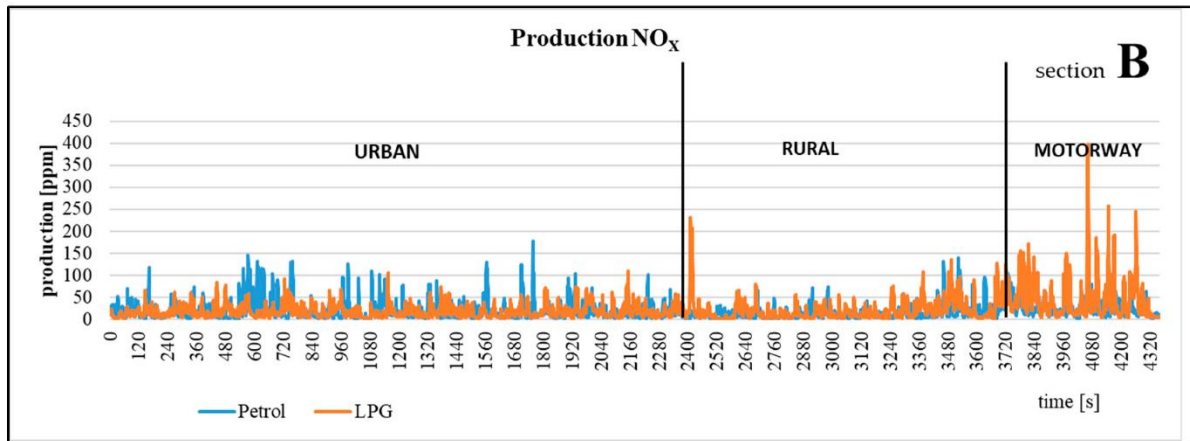


Figura 2: Producción de NO<sub>x</sub>

De igual modo, en el mismo trabajo y como se puede apreciar en la figura 3, se puede observar la producción de CO y CO<sub>2</sub>, sección A y sección B respectivamente, en donde se puede apreciar que se mantiene la tendencia a producir menos cantidad de CO en los diferentes ámbitos de conducción del GLP en comparación a la gasolina, también, se disminuye la producción de CO<sub>2</sub>.

Por otro lado, existen investigaciones donde se emplean el uso de GLP mezclado con diésel, donde se ha encontrado resultados importantes, puesto que con dicha mezcla se pueden mejorar ya que tiene un mínimo rendimiento térmico del 28%, una eficiencia térmica máxima del 28,5% y una reducción en el consumo de diésel en promedio del 45%. Asimismo, se puede reducir el consumo de diésel, si se aumenta la proporción de GLP en utilizado en la mezcla (Karthikeyan et al., 2022).



Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

Fuente: (Şarkan et al., 2022)

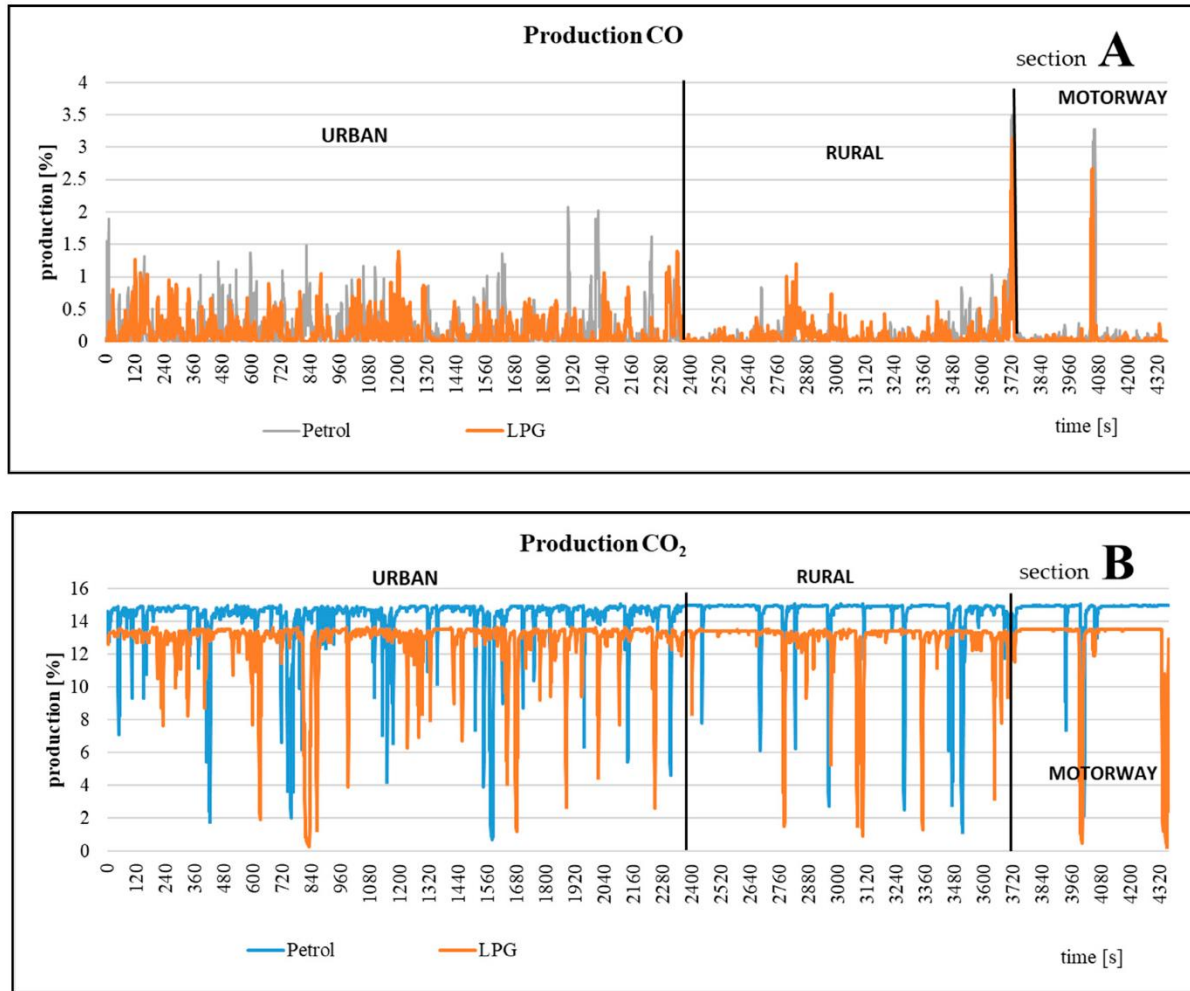


Figura 3: Producción de CO y CO<sub>2</sub>

En consecuencia, queda demostrado que el empleo del GLP reduce la cantidad de emisión de gases, en comparación con la gasolina, así como el diésel, por lo que, desde el punto de vista medioambiental, presenta beneficios importantes en la mitigación de los factores que influyen en el calentamiento global, así como lo relacionado con la salud de la población.

Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

Fuente: (Wargula et al., 2020)

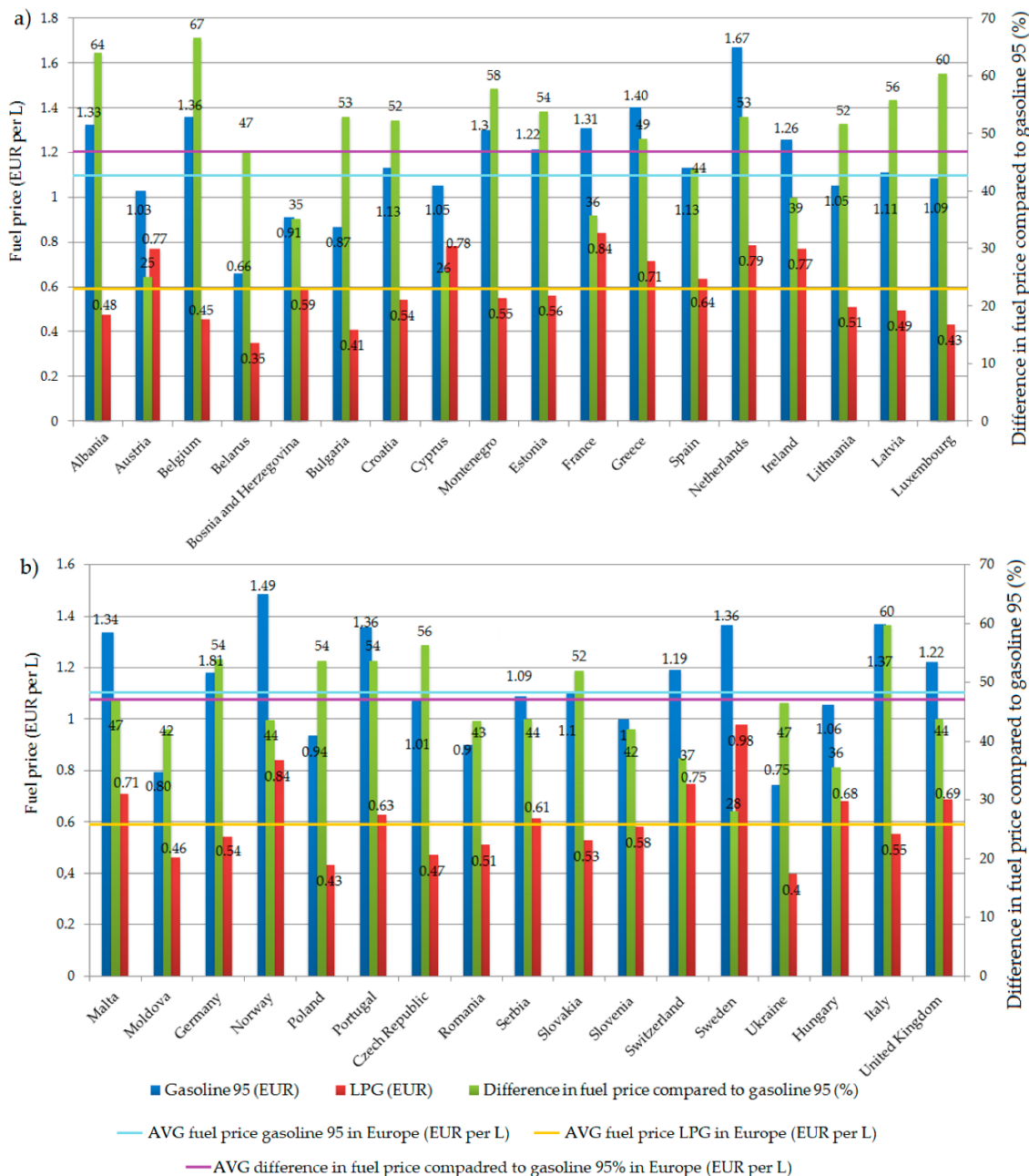


Figura 4: comparativa de los precios del GLP y la gasolina en algunos países de Europa

Desde el punto de vista económico, el gas licuado de petróleo presenta grandes beneficios o ventajas debido a que se encuentra con relativa facilidad, es abundante y en cantidades adecuadas, en la figura 4 se puede observar una comparativa de los precios del GLP y la gasolina en algunos

Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

países de Europa, en la figura 5, los precios del GLP y la gasolina en algunos países de Asia, y en la figura 6, los precios en contados países en América y África, donde las barras azules representa el precio por litro de gasolina, y las barras rojas representa el precio del GLP, como se puede apreciar la diferencia en precios en diferente países del mundo trae como consecuencia importante ahorro económico (Warguła et al., 2020).

Por los datos suministrados por Warguła et al. (2020), se puede concluir que, desde el punto de vista económico, la utilización del GLP como combustible alternativo para los motores de combustión interna, permite un ahorro sustancial a la economía de las personas, la estabilización de los precios de los derivados del petróleo, debido a la creciente necesidad de constituir una política sostenible para el sector del transporte para equilibrar la oferta y la demanda mientras reduciendo simultáneamente las emisiones de gases de efecto invernadero no deseadas (Usman y Hayat, 2019)

Fuente: (Warguła et al., 2020)

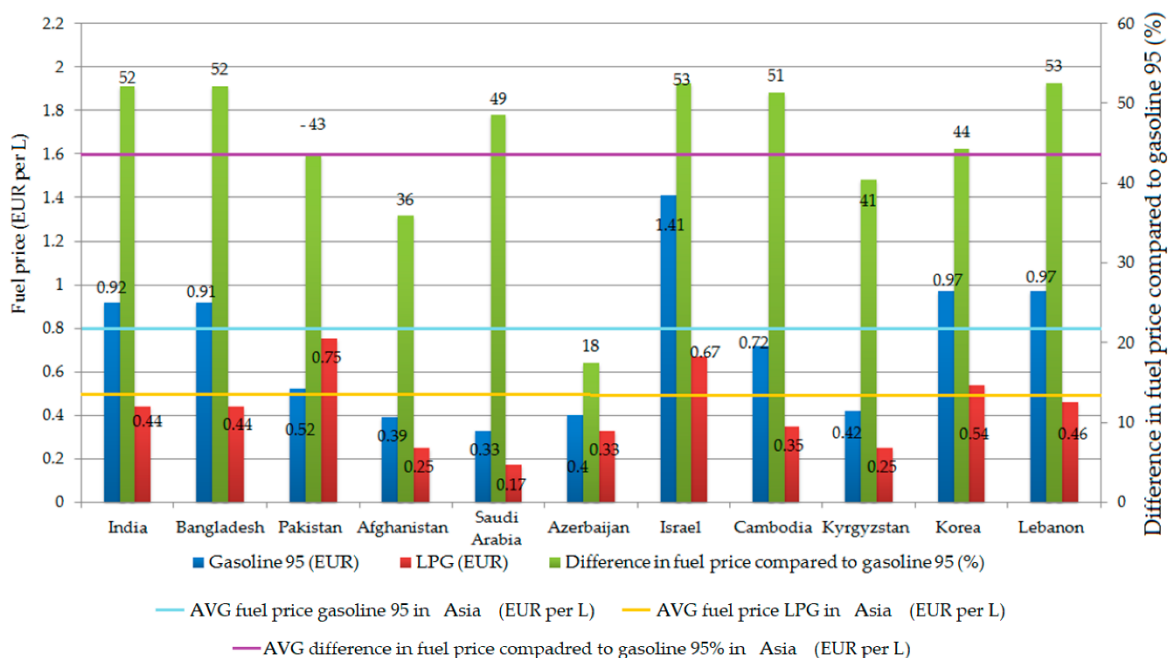


Figura 5: Precios del GLP y la gasolina en algunos países de Asia

Por otro lado, considerando que, no es complicada la instalación del sistema para la adecuación de los vehículos de gasolina a que utilicen el GLP, además con un coste bajo, y la posibilidad de mantener el sistema dual, lo que permite que el vehículo no se modifique intensamente. Hace aún más atractiva y económica el uso del GLP, (Medina, 2021) y (Hashem y Al-Dawody, 2021). De

Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

igual modo, para los usuarios consultados en el trabajo de Patiño y León (2021), concuerda que el ahorro es significativo en el uso del GLP.

Desde la perspectiva del rendimiento del motor, se puede decir que el uso de GLP como parte de la mezcla de combustible que usa el motor (GLP y diésel), se ha conseguido que el torque, la potencia se incrementen en función del aumento de la concentración del GLP en la mezcla del combustible (Sarmiento y Núñez, 2018).

Fuente: (Warguła et al., 2020)

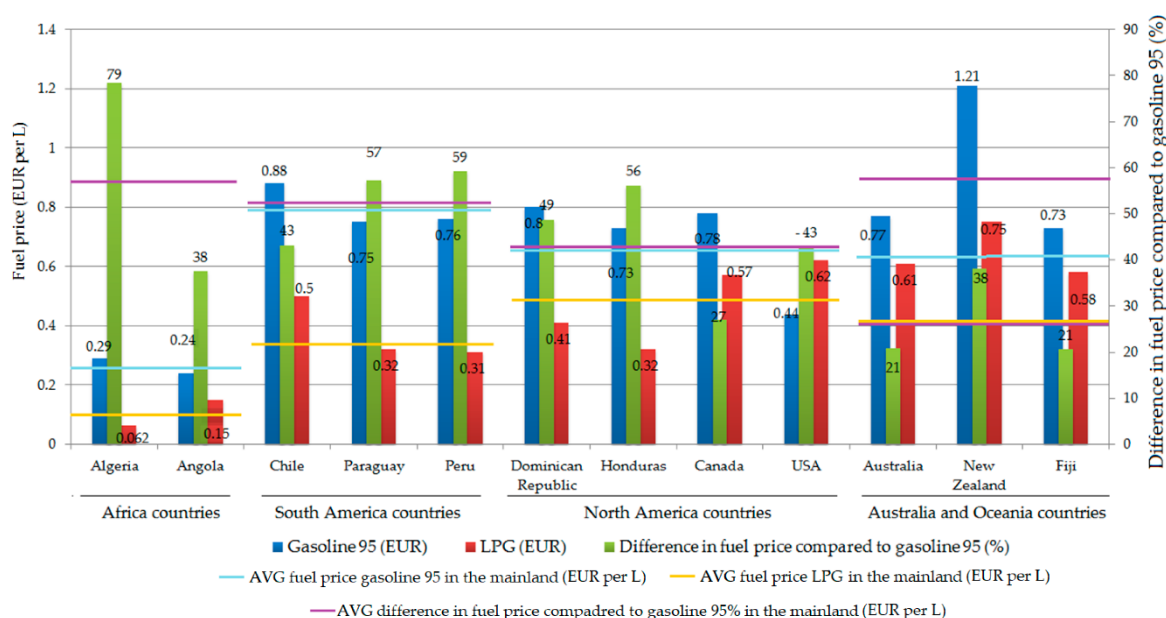


Figura 6: Precios en contados países en América y África

Debe señalarse que, es necesario realizar ajuste en la sincronización del ángulo del cigüeñal apropiado puesto que permite el aumento de potencia y el par. Por lo que la optimización de la sincronización del ángulo del cigüeñal para todo el rango de rpm, mejoraría su potencia y par dados en todos los rangos (Fabiś y Flekiewicz, 2021)

Asimismo, en otros trabajos de investigación donde se comparan los resultados entre vehículos usando gasolina y GLP, se ha encontrado que, por ejemplo, el par máximo producido con GLP es ligeramente inferior al de la gasolina, obteniéndose un 124 Nm para el GLP y 129 Nm para la gasolina. Asimismo, aunque el par con GLP es menor, se consigue a un régimen del motor inferior al de la gasolina, en 3937 rpm para GLP y 4515 rpm para gasolina. Del mismo modo, la potencia

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

máxima producida con GLP es casi la misma que con gasolina, puesto que los valores obtenidos fueron de 12.9hp a 5533 rpm para el GLP y de 13.1hp a 5637 rpm para la gasolina (Widodo et al., 2020).

En consecuencia, se puede considerar que el uso del GLP, aun y cuando, para mejorar sustancialmente la potencia del motor, así como el par, es necesario realzar alguno ajuste, se obtiene buenas prestaciones del motor, ya que la potencia y el par obtenido es ligeramente bajo en comparación con la gasolina, y en algunas condiciones puede aumentar si se emplea como parte de la mezcla de combustible como en el caso de la mezcla con diésel.

Además de lo antes expresado en este trabajo de investigación, hay que considerar que el uso del GLP como combustible, a presentar menos densidad que la gasolina, así como ser inmisible con el aceite lubricante, la tasa de degradación del aceite es menor para el GLP que para la gasolina, igualmente la oxidación del aceite lubricante en motores a gasolina es mayor que la oxidación obtenida en motores que emplean GLP (Hayat y Usman, 2020)

### Conclusión

En función de lo planteado, en la información obtenida discutida y analizado se puede concluir que el uso del gas licuado de petróleo presenta muchas ventajas desde diferentes puntos de vista, desde lo económico puesto el GLP tiene bajo precio en comparación a la gasolina, además es abundante, desde el rendimiento del motor puesto que la potencia y el par presenta en algunos casos mejores prestaciones si se emplea como parte de la mezcla de combustible o un valor muy semejante a los obtenidos con la gasolina, desde el impacto ambiental, el GLP produce emisiones muy bajas en comparación a los combustibles convencionales.

### Referencias

1. Bernal, C. A. (2010). Metodología de la Investigación (Tercera ed.). Colombia: Prentice Hall.
2. Calderón, M., & Calderón, E. Y. (2018). Análisis ambiental comparativo del uso del gas licuado de petróleo (GLP) como combustible sustituto al gas natural vehicular (GNV) en Colombia. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleo.

Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

- Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172349.pdf>
3. Fabiś, P., & Flekiewicz, M. (2021). Optimisation of the SI engine timing advance fueled by LPG. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 111, 33-41. doi:10.20858/sjsutst.2021.111.3.
  4. Gómez, J. (2020). Alternative fuels in transport systems: A review on state-of-the-art market developments in the European Union. *Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020*. Helsinki, Finland. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Jonatan-Gomez-Vilchez/publication/339913068\\_Alternative\\_fuels\\_in\\_transport\\_systems\\_A\\_review\\_on\\_state-of-the-art\\_market\\_developments\\_in\\_the\\_European\\_Union/links/5ea191daa6fdcc88fc3696e5/Alternative-fuels-in-transport-sy](https://www.researchgate.net/profile/Jonatan-Gomez-Vilchez/publication/339913068_Alternative_fuels_in_transport_systems_A_review_on_state-of-the-art_market_developments_in_the_European_Union/links/5ea191daa6fdcc88fc3696e5/Alternative-fuels-in-transport-sy)
  5. Hashem, G. T., & Al-Dawody, M. (2021). Use Of LPG In SI Engine- A Review Study. *Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences*, 14, 54–61. doi:10.30772/qjes.v14i1.751
  6. Hayat, N., & Usman, M. (2020). Lubrication, emissions, and performance analyses of LPG and petrol in a motorbike engine: a comparative study. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 43(1), 47-57. doi:10.1080/02533839.2019.1676656
  7. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
  8. Jemni, M. A., Kassem, S. H., Driss, Z., & Abid, M. S. (2018). Effects of hydrogen enrichment and injection location on in-cylinder flow characteristics, performance and emissions of gaseous LPG engine. *Energy*, 150, 92-108. doi:10.1016/j.energy.2018.02.120
  9. Karthikeyan, S., Arif Senol Sener, & Bothichandar, T. (2022). Environmental Emission Validation Analysis Using a Dual-Fuel Engine. *Journal of Environmental and Public Health*, 2022. doi:10.1155/2022/9852220
  10. Medina, M. A. (2021). Estudio de emisiones de gases vehiculares en autos convertidos de gasolina a GLP y GNV en la ciudad de Lima, 2021. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87496>
  11. Mejías, E. (2005). *Metodología de la Investigación Científica (Primera ed.)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Unidad de Potgrado.
-



Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

12. Menéndez, C. (2019). Proyecto de conversión a GNC/GLP de un vehículo con MCI de combustible líquido como alternativa a la hibridación eléctrica. ICAI Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Madrid: Universidad Pontificia Comillas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11531/29466>
13. Organ, B., Huang, Y., Zhou, J. L., Surawski, N. C., Yam, Y.-S., Mok, W.-C., & Hong, G. (2019). A remote sensing emissions monitoring programme reduces emissions of gasoline and LPG vehicles. *Environmental Research*, 177. doi:10.1016/j.envres.2019.108614
14. Patiño, J. C., & León, J. A. (2021). Implicancias del uso del gas licuado del Perú en las unidades de transporte. Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica. Arequipa-Peru: Universidad Autónoma San Francisco. Obtenido de <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/601>
15. Šarkan, B., Jaśkiewicz, M., Kubiak, P., Tarnapowicz, D., & Loman, M. (2022). Exhaust Emissions Measurement of a Vehicle with Retrofitted LPG System. *Energies*, 15(3), 1184. doi:10.3390/en15031184
16. Sarmiento, F. A., & Núñez, M. A. (2018). Evaluación del desempeño de un vehículo motor de combustión interna a diésel, con un sistema de inyección GLP como combustible de aporte. Facultad de Ingeniería Mecánica. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19886>
17. Usman, M., & Hayat, N. (2019). Use of CNG and Hi-octane gasoline in SI engine: a comparative study of performance, emission, and lubrication oil deterioration. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. doi:10.1080/15567036.2019.1683098
18. Warguła, Ł., Kukla, M., Lijewski, P., Dobrzyński, M., & Markiewicz, F. (2020). Influence of the Use of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Systems in Woodchippers Powered by Small Engines on Exhaust Emissions and Operating Costs. *Energies*, 13(21), 5773. doi:<https://doi.org/10.3390/en13215773>
19. Widodo, E. M., Setiyo, M., Rosyidi, M. I., Purnomo, T. A., Husni, M., & S., S. (2020). Comparison of engine performance of Bajaj Qute RE60 using gasoline and LPG. 2019 1st Borobudur International Symposium on Applied Science and Engineering (BIS-ASE). 1517. Magelang, Indonesia: Journal of Physics: Conference Series. doi:10.1088/1742-6596/1517/1/012001

## Ventaja del uso de gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional

---

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).