

**RETOS Y OPORTUNIDADES DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)
COMO FUENTE ALTERNATIVA DE ENERGÍA DEL PARQUE AUTOMOTOR
EN COLOMBIA**



MICHAEL ANDERSON GERENA ROMERO

**Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Especialista en Alta Gerencia**

**Director:
HERNANDO ANTONIO COLORADO ORDOÑEZ**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
ESPECIALIZACIÓN EN ALTA GERENCIA
BOGOTÁ, COLOMBIA
2017**

Introducción

En Colombia, el índice de motorización es de 104 vehículos por cada 100.000 habitantes (EConcept, 2016), contando con un total de 12.302.393 unidades motorizadas, de las cuales el 43% corresponden a vehículos y 57% a motos, motocarros, cuatrimotos y mototriciclos (Asociación Colombiana de Vehículos Automotores, 2016). Este índice de motorización es realmente bajo si se compara con otros países como USA, Japón, Corea del Sur, y naciones de la Unión Europea, cuya cifra varía entre 35 a 55 vehículos por cada 1000 habitantes, mientras en Latinoamérica México presenta un índice de 11,17; Argentina 14,83; Chile 16,54; en tanto Colombia apenas registró 5,85 vehículos nuevos por cada 1.000 habitantes en el 2015 (EConcept, 2016).

Con lo anterior, si bien Colombia presenta un índice de motorización inferior al de otros países latinoamericanos y muy por debajo de naciones desarrolladas, el compromiso con el medio ambiente se ha manifestado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrado en el 2016, en donde el país se comprometió a reducir en un 20% emisiones proyectadas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2030. Valga citar:

En el 2010, Colombia producía 224 millones de toneladas anuales en emisiones contaminantes CO₂eq, de las cuales 22 millones, es decir, el 9 por ciento las aporta el sector transporte producto de la quema de combustibles fósiles. Para el 2030 se espera que el sector transporte esté generando 48,6 millones de toneladas de emisiones CO₂eq y se espera una contribución en reducción de emisiones del sector de 9,72 millones de toneladas (EConcept, 2016, p. 48).

Los mayores niveles de contaminación del aire en el territorio colombiano se concentran en los centros urbanos e industriales, en donde los vehículos son responsables del 47% de las emisiones de MP10. Otras de las causas que explican el nivel de contaminación el aire en el país está la baja penetración de tecnologías cero emisiones (como lo es la opción de los carros eléctricos), la edad del parque automotor y la flexibilidad de los estándares normativos sobre emisiones de gases (EConcept, 2016).

En respuesta a esta problemática, han surgido diferentes propuestas orientadas a dar solución a cada una de las variables que están afectando la calidad del aire que se respira en las urbes del país, buscando fuentes combustibles más eficientes y menos contaminantes, promoviendo la renovación del parque automotor, estableciendo horarios de circulación restringida de vehículos motores (pico y placa), considerando opciones de impuestos ambientales, entre otras.

Actualmente existen alternativas más económicas para reemplazar los combustibles fósiles usados por los vehículos terrestres, las cuales pueden ayudar a reducir las emisiones de gases contaminantes. Tal como lo expone Cynthia Marín (2015) opciones como la electricidad, el GLP (Gas Licuado de Petróleo), el GNL (Gas Natural Licuado), GTA (Gases Licuados a Temperatura Ambiente) o los biocombustibles son opciones que tanto en el mediano como en el largo plazo podrían sustituir el consumo de energías fósiles en el sector del transporte, permitiendo disminuir la emisión de GEI.

Respecto al uso de GLP como alternativa combustible en transporte terrestre, se documenta que desde el siglo XX se ha masificado su uso en países como Italia, Argelia, Turquía, Polonia, China, India, Australia, España, otros. Para el año 2015 el total de vehículos en el mundo que se movilizaban con GLP ascendía a 15.000.000.

En lo que respecta a Colombia, el uso de GLP fue prohibido para la combustión de motores vehiculares a través de la ley 689 de 2001, pero se posibilitó su uso en vehículos desinados a la repartición de gas. Posteriormente, en el 2014, fue radicado ante el Senado de la República el proyecto de ley, *por medio de la cual se autoriza y se promueve el uso, la producción e importación del gas licuado de petróleo (GLP) con destino a carburación en motores de combustión interna en general, transporte automotor y otros usos alternativos [...]*.

En torno a esta propuesta han surgido diferentes debates y aportes respecto a la posibilidad de que este producto sea usado como combustible vehicular, generando visiones de un producto que puede responder a necesidades tales como la disminución de la emisión de GEI, ofertar un combustible más económico en el mercado considerando que “el rubro de combustibles pesa en

promedio 30% del total de costos operativos en materia de transporte y logística” (Colfecar, 2014, p. 1) y con ventajas comparativas respecto a otros productos como del Diesel, gasolina o Gas Natural Vehicular y demás.

En cuanto al sector de transporte en el país, se tiene que éste demanda el 36% de energía final, y su comportamiento se correlaciona directamente con el incremento de la actividad económica, la calidad y nivel de vida, el crecimiento poblacional, así como con la actividad en carreteras, lo que se traduce en consumos energéticos del sector (García, 2014).

Expuesto anterior, este escrito tiene por objeto reconocer y ampliar el debate que se ha desarrollado en Colombia respecto al uso de GLP como fuente alternativa de combustible vehicular. Para el alcance de este objetivo se ha realizado un análisis de las expectativas del desarrollo del mercado de Autogas de acuerdo a factores de orden normativo, legal, ambiental y de mercado que se presentan en el territorio Colombiano.

En la primera parte de este trabajo se define qué es el Gas Licuado de petróleo, reseñando sus características y usos. En la segunda parte se abordan diferentes estudios referentes al uso del GLP como combustible vehicular en el mundo y su comparación frente a otras alternativas como fuentes de energía automotriz. En la tercera parte se trata la experiencia internacional del uso de GLP vehicular, reseñando la aceptabilidad en diferentes países, el consumo de este recurso y medidas que han tomado los estados en materia normativa y legal para el uso vehicular. La cuarta parte se refiere a los factores que inciden en las expectativas del desarrollo del mercado de GLP vehicular en Colombia, en donde se consideran aspectos legales, normativos, ambientales, de oferta y demanda. Finalmente se presentan las conclusiones.

Qué es GLP

El origen del GLP se remonta a la primera década de 1900 en Estados Unidos, tras comprobar procesos de evaporación de compuestos inestables en la gasolina natural sin refinar; los gases evaporados no podían obtenerse en estado líquido y eran altamente inflamables, razón por la cual se perdían en la atmósfera o se quemaban. Hacia 1911 Walter Snelling descubrió que el proceso de evaporación se explicaba por la presencia de gas propano y butano en la gasolina, que al ser sometidos a presiones relativamente bajas a refrigeración, pasan a estado líquido (se licúan), razón por la cual el GLP es transportado y almacenado como líquido y usado como gas. Es de tener presente que estos gases son inoloros y se mezclan con una sustancia con aroma a gas como medida de seguridad para casos de fuga (Colfecar, 2014).

Desde el punto de vista químico, el Gas Licuado de Petróleo (GLP) es un hidrocarburo con capacidad de condensación a temperatura ambiente con la aplicación de presiones moderadas (alrededor de 100 psi), lo cual le convierte en un producto de fácil almacenamiento y transporte en estado líquido. Su composición es una mezcla de propano (C_3H_8), iso-butano y butano (C_4H_{10}), con proporciones menores de etano (C_2H_6), etilenos (C_2H_4), propenos (C_3H_6), butenos (C_4H_8) y pentano (C_5H_{12}) (Chaparro, 2015). Los compuestos del GLP pueden variar de acuerdo al clima donde es producido, pudiendo presentar altas concentraciones de propano y propenos en climas fríos, o de butano y butenos en climas cálidos. Sumado a esto, la composición química de este producto también depende de su fuente de obtención, pudiendo ser por rompimiento catalítico en refinerías de petróleo o por procesos de separación continua del Gas Natural; igualmente puede presentar componentes químicos externos como resultado de contaminación en prácticas inadecuadas de almacenamiento y transporte (Dennis, 2002).

Como características particulares del GLP se destacan las bajas emisiones de contaminantes, no es tóxico o venenoso y no causa contaminación en el suelo o en el agua; además, su rango de inflamabilidad es bajo si se compara con los demás combustibles alternativos, lo que constituye en una gran ventaja en casos de accidentes (Colfecar, 2014).

GLP como fuente alternativa para combustible vehicular

En el territorio colombiano, el uso histórico que se le ha dado al GLP es como combustible para la cocción de alimentos y en calentadores de agua, reemplazando de esta manera la leña, el carbón y el cocinol o keroseno. Sin embargo, en muchos países alrededor del mundo el GLP se ha usado en distintos campos como cualquier otro compuesto petroquímico, llegando a listarse más de mil aplicaciones, entre ellas: combustible para calderas industriales, botes de pequeño y mediano tamaño, motores para la generación eléctrica, motocicletas, sector agrícola, entre otros (García, 2014).

En el trabajo de investigación desarrollado por Mauricio Gabriel Chaparro, denominado *Evaluación del uso de Gas Licuado de Petróleo en vehículos automotores convencionales sobre territorio colombiano* (2015), se expone que una de las características del GLP es que es altamente inflamable a temperatura y presión ambiente en mezcla con el aire atmosférico, razón por la cual su uso como combustible alternativo en vehículos automotores se ha extendido por décadas en diferentes países. Se documenta además una mayor eficiencia térmica en comparación con la gasolina y la poca emisión de contaminantes a razón de la reducida presencia de componentes pesados en mezcla si se compara con la gasolina y el Diesel. (Peña, 2015)

Ahora bien, en el mercado emergente del GLP para uso vehicular se distinguen distintos sistemas de suministro en donde se inyecta el producto en estado líquido (similar a los sistemas de gasolina), o en estado gaseoso (similar a los sistemas de inyección de Gas Natural Comprimido). Con esto, se han caracterizado cuatro tipos de generaciones de inyección de GLP.

La primera generación carece de sensor de señales para el control de oxígeno en el tubo de escape del vehículo, razón por la cual es imposible garantizar la adecuada combustión, viéndose comprometidos la autonomía y rendimiento del motor. La segunda generación son sistemas de inyección dotados de un vaporizador-regulador que convierte el GLP en gas, valiéndose además de un control de retroalimentación electrónica por medio del cual se controla la presión del combustible en tiempo real.

La tercera generación corresponde a sistemas de inyección en donde el GLP se suministra a través de válvulas e inyectores especiales para este combustible, contando con múltiples puertos que permiten la inyección del producto en estado líquido o gaseoso, logrando una retroalimentación rápida en los controles. Por último, los sistemas de cuarta generación permiten suministrar el GLP en estado líquido o gaseoso directamente en la cámara de combustión del motor, contando con una inyección secuencial completa (Chaparro, 2015).

En estas generaciones de inyección de GLP en vehículos es deseable que el producto se mantenga en estado líquido en todo momento, condición que es muy complicada de cumplir si se tiene en cuenta las características climáticas del país; esto se dificulta además por la vaporización que se puede generar por la reducción del nivel de presión en el flujo del combustible hacia el motor y por los distintos puntos de calor de vehículo. Así entonces, para el caso de Colombia se sugieren sistemas de inyección de segunda y tercera generación, por lo que “es necesario tomar en consideración adicionar un tanque de almacenamiento, un sistema de suministro y un controlador del flujo del GLP hacia el motor” (Chaparro, 2015, p. 39).

De acuerdo al estudio desarrollado por Colfecar (2014), titulado *Gas Licuado de Petróleo: ¿Una opción de combustible para el transportado de carga por carretera?*, se documenta que el uso de GLP como combustible para vehículos terrestres es una idea que data del siglo XX y que se ha implementado exitosamente en diferentes países alrededor del mundo. Con esto, queda demostrado que para el caso colombiano es una opción viable, considerando algunos factores que los usuarios y empresarios del sector transporte deberían tener en cuenta, tales como el precio, el rendimiento del vehículo y el costo de la conversión a GLP.

Respecto al rendimiento del vehículo se afirma que el GLP tiene un poder calorífico 30% menor al Diesel, pero en comparación al Gas Natural Vehicular es un 174% superior. Con esto, en un vehículo con múltiples puntos de inyección de gasolina que logra 40 km por galón, se espera lograr 37 a 38 km con un galón de GLP. En la Tabla 1 se muestra la comparación del poder calorífico de distintos combustibles, resaltándose la mayor capacidad del GLP por encima del GNV y el alcohol carburante.

Tabla 1 Poder calorífico de los combustibles

Combustible	Unidades de energía
Gasolina	115.400 BTU/Galón
básica	
Alcohol	84.000 BTU/Galón
carburante	
Diésel básico	138.000 BTU/Galón
Biodiesel	126.000 BTU/Galón
GLP	96.000 BTU/Galón
Gas Natural	35.315 BTU/m ³

Fuente: Adaptado de “Gas Licuado de Petróleo: ¿una opción de combustible para el transportador de carga por carretera?”, por Colfecar, 2014, p. 13.

Sumado a lo anterior, se documenta que el GLP es más eficiente en términos de potencia y autonomía en comparación con el GNV, metanol y etanol a razón de su poder calorífico superior (Tabla 2).

Tabla 2 Comparación de poder calorífico de diferentes combustibles

Unidad	Gasolina	Diésel	Propano	n- Butano	GNV	Metanol	Etanol
Mj/lt	32,5	35,9	23,2	26,5	8,9	15,7	20,9
Btu/gal	111.400	138.000	83.239	95.079	35.315	56.330	74.987

Fuente: Adaptado de “Exposición de motivos. Proyecto de Ley 39”, por García, 2014, p. 10.

Por otra parte, se documentan las siguientes ventajas en el uso de GLP en motores de equipos de transporte de carga, y son:

- a) Los lubricantes mantienen durante más tiempo su viscosidad, lo que contribuye a alargar la vida del motor.
- b) El mantenimiento periódico del equipo de transporte (afinamiento, cambio de aceite, candelas, etc.) se alarga considerablemente de 12.000 a 15.000 km, dado que mejora el rendimiento del equipo a GLP por ser componentes compartidos en el funcionamiento del motor.

- c) A partir de la introducción del GLP la combustión es más limpia y eficiente, esto permite que menos partículas de combustible no quemado llegue a los pistones, preservando con esto la pared de las camisas y evitando la pérdida de compresión.
- d) Menor desgaste de los cilindros y partes del motor. La mezcla homogénea, controlada y distribuida en los cilindros con el aire, facilita una combustión limpia y completa.
- e) El GLP es un carburante limpio y económico que reduce la emisión de gases contaminantes, ya que ningún componente del mismo está clasificado como gas de efecto invernadero (Cordero, Rolín, & Callejas, 2013, p. 39).
- f) Respecto al costo de la conversión, Colfecar (2014) también presenta una ventaja favor del GLP, documentando que en Perú la conversión a GNV puede valer entre US\$ 1.300 y US\$ 1.350, mientras que la conversión al GLP oscila entre US\$ 450 y US\$ 600, lo que quiere decir que el precio de conversión a GLP puede ser una tercera parte del precio de conversión a GNV. Cabe resaltar que en la actualidad el servicio de conversión vehículos de Diesel a GLP no es prestado en el territorio colombiano.

Experiencia internacional en uso de GLP vehicular

Son varios los autores que coinciden en documentar el uso de GLP como combustible vehicular en diferentes países del mundo. Catalina Peña (2015) afirma que el autogás se ha posicionado como fuente combustible alternativa en diferentes naciones a razón las ventajas ambientales, lo que ha conllevado al diseño y formulación de políticas que promueven su uso. Para el año 2009 el consumo de este combustible ascendió a 22,9 millones de toneladas con una tendencia hacia el incremento, sin embargo, su demanda se concentra en mercados reducidos, en donde solo 5 países abarcan el 53% del consumo. Respecto al panorama internacional de GLP se expone que actualmente, hay más de 17 millones de vehículos a autogás en uso a nivel mundial y existen alrededor de 57 mil estaciones de servicio donde éstos pueden reabastecerse. En promedio, el consumo de autogás representa el 9% de la oferta mundial de GLP, aunque este

porcentaje es dependiente del país: en Polonia el consumo de autogás se ubica alrededor del 73% del consumo de GLP, mientras que en los Estados Unidos es de aproximadamente el 1% de la demanda (Peña, 2015, p. 47).

Con lo anterior, se tiene que países como Polonia, Turquía, Corea, Italia y Rusia presentan mayor número de vehículos con GLP, seguidos por otros como Australia, México, Japón, China, entre otros (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013). En la Tabla 3 se aprecia el consumo de autogás para el año 2010 en varios países.

Tabla 3 Principales países en el consumo de autogás, año 2010

País	Consumo (miles de toneladas)	Vehículos (miles)	Estaciones de servicio (autogás)
Corea	4.450	2.300	1.611
Turquía	2.490	2.394	8.700
Rusia	2.300	1.282	2.000
Polonia	1.660	2.325	5.900
Italia	1.227	1.700	2.773
Japón	1.202	288	1.900
Australia	1.147	655	3.200
Tailandia	992	473	561
China	909	143	310
México	837	535	2.100
Resto del mundo	5.723	5.579	28.094
Mundo	22.866	17.473	57.150

Adaptado de “Evaluación de la penetración del Gas Licuado de Petróleo como combustible en el sector transporte en Colombia”, por Peña, 2015, p. 48.

Vale aclarar que para el año 2014 se reportan cerca de 68.000 estaciones de servicio para la distribución de GLP, es decir, 11.000 estaciones más de las documentadas para el año 2010, lo que refleja un claro incremento en el mercado de autogas (García, 2014).

Ahora bien, los diferentes gobiernos han implementado medidas y formulado políticas por medio de las cuales se fomenta el uso de combustibles alternativos y amigables con el medio ambiente como lo es el GLP. En su trabajo de investigación, Catalina Peña (2015) expone que

Alemania, hacia el año 2000 empezó a incorporar flota vehicular con GLP, y desde el 2008 se aprobó una ley mediante la cual se mantiene la tasa de impuesto del GLP por debajo de otros combustibles, lo cual aplica hasta el año 2018 con el fin de incentivar la inversión en el sector, de esta manera, los precios del diésel y la gasolina han presentado incrementos superiores al autogás.

En Argelia, el uso de autogás se ha promovido desde la década de los 80, enfocando las políticas en la necesidad de reducir la importación de diésel, usar los excedentes de GLP producidos y disminuir la contaminación ambiental, para lo cual se ha implementado medidas de fijación de precios; el gobierno de este país ha proyectado que el GLP abarque el 20% de las ventas de combustibles en el año 2020; asimismo, el gobierno adelantó acuerdos institucionales para la otorgación de préstamos con 0% de tasa de interés para financiar la conversión vehicular a autogás, sumado a que desde el 2011 los vehículos que funcionan con GLP son exentos de pagar el impuesto anual de circulación.

En Australia el uso de autogás se fomentó a partir de la década de los 80, donde este combustible ha sido acogido principalmente por carros de servicio público o taxis, llegando a abarcar el 95% de la flota; igualmente el autogás representa la mitad del consumo nacional de GLP, el cual está exento de impuestos sobre consumos específicos y se ofrecen subsidios para la conversión de vehículos.

En China, el uso de autogás se da mayormente en transporte público, sin embargo, a pesar del crecimiento del consumo de este combustible, apenas abarca el 1% del consumo total de combustibles de automotores; se resalta que no se aplica impuesto al consumo para el autogás, y el IVA es el 13%, mientras que para el diésel y la gasolina es del 17%; con esto, se ha logrado que Hong Kong, Guangzhou y Shangai sean las ciudades con mayor consumo.

En lo que respecta a Corea, el uso de este combustible fue promovido por el gobierno desde la década de los 90 especialmente en el sector de transporte de servicio público, logrando que para el 2010 el 14% de la flota usara GLP como fuente combustible y fabricando vehículos con uso exclusivo del mismo; en este país se aplican descuentos especiales para los vehículos con autogás

de peajes y estacionamientos, sumado a que los taxis tienen la obligación de usar este combustible por motivos de política ambiental.

En Japón, la flota vehicular con autogás se concentra en taxis (cerca del 90%) y vehículos livianos comerciales; los programas para fomentar el uso de GLP vehicular no han sido muy atractivos para el público, siendo el principal motivante para la población el bajo costo de este combustible.

En lo que respecta a México, se tiene que representa uno de los mercados más importantes de autogás a nivel mundial, sin embargo, su consumo se ha reducido en los últimos años a razón de la poca diferencia en precios y problemas técnicos en conversiones; las políticas recientes del gobierno mexicano se han enfocado en mantener los precios del GLP por debajo de otros combustibles como el diésel y gasolina, igualmente se ejerce control sobre los precios de los productos derivados del petróleo (Peña, 2015).

En concordancia con lo anterior, en el estudio realizado por Colfecar (2014) se documenta que el uso de GLP en motores de combustión interna data de la década de los 50 en Italia, y se extendió a otros países como Argelia, Turquía, China, India, Corea entre los años 80 y primera década del 2000.

Como se ha podido apreciar, los gobiernos han promovido el uso de autogás a través de medidas diferentes de acuerdo al mercado particular, razón por la cual la composición de la flota de vehículos con GLP difiere entre naciones, lo que es un claro reflejo de las variaciones que se presentan en las políticas gubernamentales y de desarrollo de la industria. Se tiene entonces que en los mercados asiáticos los vehículos de transporte público con los que abarcan el mayor consumo de autogas, mientras que en los países europeos los vehículos particulares son los que ejercen una mayor demanda (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013). También es importante anotar que:

En el ámbito internacional se observa que los programas para el fomento de consumo de autogas están presentes en cualquier país independiente de su condición de importador o

exportador de gasolina o diésel, e incluso de la disponibilidad local de GLP. De hecho, el 83% del autogás se consume en países deficitarios en GLP, pues resulta más conveniente importar y consumir GLP que gasolina o diésel por sus costos de importación (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013, p. 94).

Uno de los obstáculos de la penetración de esta alternativa combustible en el sector transporte ha sido la pérdida de espacio dentro del vehículo para posicionar el tanque o depósito de combustible, así como la pérdida de capacidad de aceleración y velocidad de los vehículos. Algunos de los desarrollos tecnológicos al respecto ha sido el diseño de tanques toroidales y depósitos ligeros (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013). Respecto a la seguridad del sistema de escape, se asegura que: “los accidentes relacionados con el GLP en el transporte ocurren como resultado de procedimientos inadecuados durante las instalaciones y las conversiones, por la ausencia de una válvula de seguridad en el tanque de combustible y por el uso ilegal de cilindros” (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013, p. 100); con esto, es claro que, como con cualquier otro combustible, la inseguridad radica en el no cumplimiento de parámetros y normas básicas de calidad.

Factores que inciden en las expectativas del desarrollo del mercado de GLP vehicular en Colombia

Aspectos legales

En Colombia, el GLP se empezó a usar en la década de los 30 para uso doméstico en la cocción de alimentos y en el término de 2 décadas éste era el combustible predilecto en los hogares colombianos, lo que generó presiones en el sector para cubrir el nivel de demanda en aquel entonces. Con la empresa Ecopetrol, como único productor de GLP, los primeros distribuidores se dirigían directamente a los centros de producción para transportar el GLP hacia los centros de consumo. En la década de los 50 se construyeron los primeros poliductos que dirigían el GLP a terminales para plantas de recibo y llenado de cilindros, lo que permitió a los primeros distribuidores transportistas a convertirse en empresarios del GLP.

Entre 1960 y 1993, en medio de una oferta deficitaria por coyunturas de monopolio, el Ministerio de Minas y Energía reguló la actividad de distribución y comercialización del GLP mediante el sistema de cupos, lo que permitió asignar a cada distribuidor una zona de trabajo y un volumen mensual. Cabe anotar que en 1991 la administración del mercado de GLP fue asignada a Ecopetrol, pero problemas como la oferta deficitaria y la poca competencia del sector a razón de la zonificación condujo a prácticas comerciales irregulares, como lo eran el cobro anticipado y la alteración del llenado de los cilindros.

En atención a esta problemática se promulgó la Resolución 31702 de 1993, por medio de la cual se eliminó el sistema de cupos, dando lugar a la figura de distribuidor mayorista, quien adquiriría el GLP directamente con Ecopetrol posteriormente almacenarlo y entregarlo a los distribuidores minoristas para la venta a los consumidores. Con esta medida se buscaba lograr el total abastecimiento de GLP y garantizar la libre competencia entre empresas de distribución.

Ahora bien, entre los años 1993 y 2000 las actividades de comercialización, distribución de GLP al nivel mayorista y minorista fueron catalogados como un Servicio Público Domiciliario por medio de la Ley 142 de 1994, y su regulación estuvo a cargo de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) contando con la supervisión y control de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). De esta forma, con la resolución CREG 074 del año 1996 se definió el primer marco regulatorio del sector de GLP.

Desde el 2008 existe un nuevo marco regulatorio para el sector del GLP, por medio del cual se impuso un sistema de marcas, aunado con “cambios en la cadena de comercialización y el régimen de libertad vigilada para las actividades de distribución y comercialización minorista” (Colfecar, 2014, p. 5). En efecto, con la denominada Ley 1151 de 2008 se estableció que las empresas prestadoras del servicio domiciliario de Gas Licuado de Petróleo deben identificarse plenamente con el consumidor final, introduciendo de esta manera un esquema de responsabilidad de marca, con el fin de que las empresas respondan por la calidad y seguridad del combustible (Colombia, Ministerio de Minas y Energía, 2017). Con esta medida se busca:

- a) Combatir la informalidad en la prestación del servicio de GLP.
- b) Garantizar la prestación continua del servicio, en condiciones de calidad y seguridad para todos los usuarios, los agentes de la industria y la comunidad en general.
- c) Introducir un esquema de responsabilidad de marcas en cilindros de propiedad del distribuidor.
- d) Controlar de manera clara y eficiente a los prestadores del servicio, dado el nuevo esquema de marcación de cilindros.
- e) Definir las responsabilidades y obligaciones de los agentes involucrados en la actividad de prestación del servicio público domiciliario de comercialización minorista de GLP al usuario final (Colombia, Ministerio de Minas y Energía, 2017, párr. 4)

En el 2008, la CREG definió un período de transición para pasar de un esquema de parque universal de cilindros a un esquema de parque marcado de cilindros de propiedad de los distribuidores, a través de la Resolución 045 de 2008. En el mismo año el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución 1464 de 2008 en la cual se establecen los requisitos de revisión y marcación de cilindros

Sobre las expectativas legales de considerar el GLP como fuente combustible para la industria del transporte, en el documento titulado *Estudio Sectorial, Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo 2006* (Ospina, y otros, 2007) se describe que el excedente de producto en las refinerías es un punto a favor en la apertura del mercado de autogás en el territorio nacional, sumado a que las proyecciones presentan una curva ascendente. Otro punto a favor es la necesidad de mejorar la calidad del aire en las grandes urbes, considerando el artículo 5 de la Ley 1083 de 2006, en el cual se establece que a partir del 1 de enero del año 2010, toda habilitación que se otorgue a las empresas para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros con radio de acción metropolitana, distrital o municipal, se hará bajo el entendido que la totalidad de vehículos vinculados a las mismas funcionará con combustibles limpios. El incumplimiento de esta disposición acarreará la revocatoria inmediata de la habilitación (Colombia, Congreso de la República, 2006).

Igualmente, en el mismo artículo se dispone que la reposición de los vehículos de servicio público de transporte de pasajeros debe realizarse por vehículos que funcionen con combustibles limpios. Si bien la ley obliga el uso de combustibles alternativos y amigables con el medio ambiente, hasta el 2015 el uso de GLP aún no había sido aprobado en ninguna clase de vehículos, excepto en los vehículos usados para su reparto. Valga citar lo anunciado en la página del Ministerio de Minas y Energía: El GLP no está permitido para uso como combustible automotor. En ese sentido, la conversión de vehículos para que funcionen con GLP es una actividad que sólo se autoriza, por vía de excepción, a las empresas distribuidoras de GLP para consumo interno operativo de los vehículos destinados exclusivamente al reparto de gas, según lo dispuesto en la Ley 689 de agosto 23/01 (Colombia, Ministerio de Minas y Energía, 2017, párr.1).

Ahora bien, en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 se dio puerta abierta al uso de GLP como combustible vehicular, así: Artículo 210: “PARÁGRAFO PRIMERO: Autorícese el uso de gas licuado de petróleo (GLP) como carburante en motores de combustión interna, como carburante en transporte automotor (autogás) y demás usos alternativos del GLP en el territorio nacional” (Colombia, Congreso de la República, 2015). Para esto, el Ministerio de Minas y Energía es la institución responsable de expedir los reglamentos para el uso de GLP como carburante en transporte automotor.

En respuesta a la disposición citada del Plan Nacional de Desarrollo, el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución 40577 de 9 de junio de 2016 “por la cual se autoriza el uso del gas licuado de petróleo, GLP, como carburante en motores de combustión interna, carburante en transporte automotor (autogás) y demás usos del GLP, para la realización de pruebas piloto en el territorio colombiano” (Colombia, Ministerio de Minas y Energía, 2016). La realización de dichas pruebas y estudios técnicos es completamente necesaria para el diseño de la reglamentación pertinente en el sector, determinando parámetros como niveles de contaminación, autonomía de los vehículos, adaptabilidad e impactos generados por el uso de GLP. Es de aclarar que los vehículos partícipes de las pruebas piloto tendrán permisos especiales expedidos por el Ministerio de Transporte para su operación, siendo identificados debidamente con el texto “*Vehículo de prueba combustible GLP*”.

Aspectos normativos

En Colombia, la primera disposición referente al control y calidad del GLP se dio mediante el decreto 499 de 1948 y la posterior resolución de Acogas número 850 de 1960. Sin embargo, fue hasta 1994 cuando se dio origen a la norma NTC 2303, la cual se hizo obligatoria para la práctica de ensayos de laboratorio de control de calidad de GLP destinado a uso doméstico, comercial, industrial y automotor.

Por otro lado, con la norma NTC 3853 se establecieron los estándares que deben cumplir los equipos, accesorios, manejo y transporte del GLP, así como ciertas especificaciones de calidad. Es importante aclarar que “en la actualidad no se han definido límites y restricciones para la composición, presión de vapor e índices de octanaje para un GLP que sea útil para la implementación como combustible automotor” (Chaparro, 2015, p. 78).

Los parámetros del combustible en cuestión, establecidos en las normas NTC 2303 y NTC 3853, están definidas para uso industrial y residencial, principalmente por la mezcla de propano y butano, con claras limitantes en la mezcla de pentanos, pero no se han definido los límites de octanaje del GLP, razón por la cual se infieren valores bajos sin considerar la afectación del rendimiento y vida de los motores de combustión interna.

A pesar de que en Colombia apenas se acaba de dar vía libre para el uso de GLP vehicular, y que los trabajos ahora desarrollados se encuentran en período de prueba, desde el año 2001 el uso de GLP estaba autorizado para la operatividad de empresas distribuidoras de este combustible. Con esto se originaron diferentes normas técnicas referentes a temas de conversión, mantenimiento, de sistemas de conversión dual o dedicado, estaciones de servicio técnico, entre otras. Es importante señalar que aún no se dispone de normatividad referente a conversiones duales diésel-GLP.

En la Tabla 4 se listan las Normas Técnicas Colombianas referentes al GLP vehicular.

Tabla 4 Normas técnicas colombianas referentes al GLP vehicular

Norma	Nombre
NTC 2303	Petróleo y sus derivados. Especificaciones para gases licuados del petróleo.
NTC 3768	Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Centro de servicio especializado para conversión y mantenimiento de sistemas de carburación en motores con funcionamiento dedicado gasolina por dedicado GLP o dual GLP/Gasolina.
NTC 3769	Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Estaciones de servicio para suministro de GLP.
NTC 3770	Sistemas biocombustible GLP/gasolina o dedicados a GLP.
NTC 3771	Vehículos automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación dedicada gasolina por carburación biocombustible (GLP-gasolina) o dedicada GLP.
NTC 3853	Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP.
NTC 4786-3	Transporte de mercancías peligrosas. Carrotaques para transporte terrestre. Parte 3: Gas licuado de petróleo GLP.
NTC5281	Recipiente para almacenamiento de GLP utilizado como combustible vehicular.

Adaptado de “Evaluación del uso de Gas Licuado de Petróleo en vehículos automotores convencionales sobre territorio colombiano”, por Chaparro, 2015.

Aspectos ambientales

En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrado en el 2016, el país se comprometió a reducir en un 20% emisiones proyectadas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2030; este compromiso ambiental ha ampliado las fórmulas y alternativas en materia de combustibles para hacer uso de GLP vehicular o autogás. En este punto es importante documentar que:

En el 2010, Colombia producía 224 millones de toneladas anuales de emisiones contaminantes CO₂eq, de las cuales 22 millones, es decir, el 9 por ciento, las aporta el sector transporte producto de la quema de combustibles fósiles. Para el 2030 se espera que el sector transporte esté generando 48,6 millones de toneladas de emisiones CO₂eq y se espera una contribución en reducción de emisiones del sector de 9,72 millones de toneladas (EConcept, 2016, p. 48).

La relevancia que toma el aspecto ambiental tiene que ver principalmente con los factores de morbilidad y mortalidad, especialmente en las etapas primera infancia y vejez las cuales son las más afectadas por enfermedades de tipo respiratorio, por cuanto se calcula que alrededor de 3,7 millones de muertes al año se asocian con la contaminación atmosférica (EConcept, 2016).

En el caso colombiano, se documenta que anualmente se producen cerca de 6000 enfermedades que guardan relación con problemas de contaminación del aire en las ciudades, lo cual genera costos tanto económicos como sociales para la nación. En concreto, se reporta que las pérdidas por mortalidad y morbilidad por cuestiones de afección respiratoria sobrepasan los 5,7 billones de pesos (EConcept, 2016). En la Tabla 5 se aprecian las causas y efectos de los principales contaminantes automotores.

Tabla 5 Causas y efectos de los principales contaminantes automotores

Contaminante	Causas	Efectos
Monóxido de carbono (CO)	Se forma por la combustión incompleta del carbono o de sus compuestos.	Este contaminante interfiere con el transporte de oxígeno en la sangre; puede ocasionar daños en el sistema nervioso central, cardíacos y pulmonares; dolor de cabeza, fatiga, somnolencia y muerte.
Dióxido de azufre (SO₂)	Se produce en la combustión cuando hay contenido de azufre.	Pueden inhibir el crecimiento de plantas o ser letales. Se encontró una correlación entre la presencia de este contaminante en la atmósfera y las muertes por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.
Óxidos de nitrógeno (NO_x)	Se forma en el aire por la reacción del oxígeno y el nitrógeno. Depende de la temperatura.	De alta toxicidad, afecta a los pulmones, reduce la expectativa de vida y afecta a los cultivos.
Dióxido de carbono (CO₂)	Se forma por la reacción del oxígeno del aire con el carbono del combustible.	Variaciones de la temperatura de la Tierra y cambios climáticos. Efectos sobre la mortalidad y la morbilidad en el mundo. Impactos sobre la agricultura y la demanda energética.
Metano (CH₄)	Gas de efecto invernadero generado durante el proceso de combustión.	Variaciones de la temperatura de la Tierra y cambios climáticos. Efectos sobre la mortalidad y la morbilidad en el mundo. Impactos sobre la agricultura y la demanda energética.
Compuestos orgánicos volátiles (VOC)	Se producen debido a combustión incompleta o por pérdidas por evaporación.	Baja toxicidad. Produce una reacción fotoquímica para formar compuestos oxidados. Pueden generar dolor de cabeza, reacciones alérgicas, manchas en la piel, fatiga y cáncer.
Material particulado (PM)	Depende de la calidad de la combustión.	Afecciones respiratorias y cardiovasculares, alergias de ojos y nariz, cáncer y reducción de la expectativa de vida.
Óxido nitroso (N₂O)	Se forma en el aire por la reacción del oxígeno y el nitrógeno.	Absorbe luz en el rango visible, lo que disminuye la visibilidad. Participa en la formación de smog fotoquímico. En contacto con el aire puede originar lluvia ácida. Efectos sobre la mortalidad y la morbilidad en el mundo.

Adaptado de “Estudio sectorial Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo 2002-2006” Ospina, et al, 2007,p. 26.

Sobre los factores que han incidido en la contaminación del aire, se documenta que los estándares de emisiones de gases para vehículos nuevos son bajos a razón de las altas concentraciones de azufre del combustible fósil que se comercializa en el país, teniendo 300 ppm y 50 ppm para gasolina y diésel respectivamente, mientras que los estándares mundiales marcan 10 ppm y 15 ppm. Asimismo, los parámetros de emisiones para vehículos usados es muy laxa, sumado a que la política de vida útil máxima de 20 años para vehículos de servicio público no se cumple a cabalidad (Chaparro, 2015).

En cuanto a la contaminación metropolitana, se registra que el 78% de la contaminación de la ciudad de Bogotá proviene de vehículos automotores y el 22% restante de las industrias. Con esto, no es coincidencia que los mayores niveles de contaminación en la capital se presenten en las horas pico (Asociación Colombiana de Vehículos Automotores, 2017).

Ante la problemática ambiental expuesta, se han diseñado diferentes medidas para que las principales ciudades del territorio colombiano puedan reducir el nivel de contaminación del aire; entre éstas están: los horario pico y placa, la promoción del uso de otros medios como la bicicleta, días sin carro, medidas normativas en materia de emisión de gases y el uso de fuentes combustibles alternativas más amigables con el medio ambiente.

Respecto al uso de fuentes alternativas de combustible, es necesario hacer referencia a las ventajas ambientales que ofrece el uso de GLP como combustible vehicular, valga citar: El GLP es un combustible más amigable con el medio ambiente en comparación con los combustibles tradicionales, ya que cuando se quema produce la emisión más limpia de todos los productos a base de aceite. Además, no es tóxico, venenoso ni contamina el suelo o el agua, lo que rompe el paradigma de que el desarrollo energético perjudica los procesos relacionados con el almacenamiento y el manejo de agua potable y con los procesos agrícolas (Colfecar, 2014, p. 2).

En la Tabla 6 se presenta una comparación de las emisiones de autogás, diésel y gasolina.

Tabla 6 Emisiones comparativas de autogás, diésel y gasolina

g/Km ton	Autogas	Diésel	Gasolina
Partículas (PM)	Menos de 0.001	0.04	0.001
Monóxido de Carbono (CO)	0.3	0.5	0.6
Hidrocarburos (HC)	0.05	0.06	0.08
Óxidos de nitrógeno (NOx)	0.04	0.4	0.06
Dióxido de Carbono (CO ₂)	170	170	190

Adaptado de “Exposición de motivos. Proyecto de Ley 39”, por García, 2014, p. 4.

Como se puede apreciar, en comparación con la gasolina y el diésel, el GLP genera un 20% menos de monóxido de carbono, entre 15 y 20% menos en emisiones de efecto invernadero y apenas una quinta parte de tóxicos emitidos en el aire. Gracias a su capacidad calorífica superior y a la menor concentración de átomos de carbono, tras su combustión el GLP emite menos dióxido de carbono. Por otro lado, tanto el propano como el butano (principales compuestos del GLP) no son gases de efecto invernadero (GEI), por lo tanto no afectan la capa de ozono ni inciden en el efecto del calentamiento global, respondiendo así a la necesidad coyuntural de mejorar la calidad del aire y disminuir los efectos del cambio climático (Colfecar, 2014).

En la Figura 1 se puede observar de manera comparativa el nivel de emisiones de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), materia particulada (PM) y carbono orgánico total (TOC) en diversos combustibles.

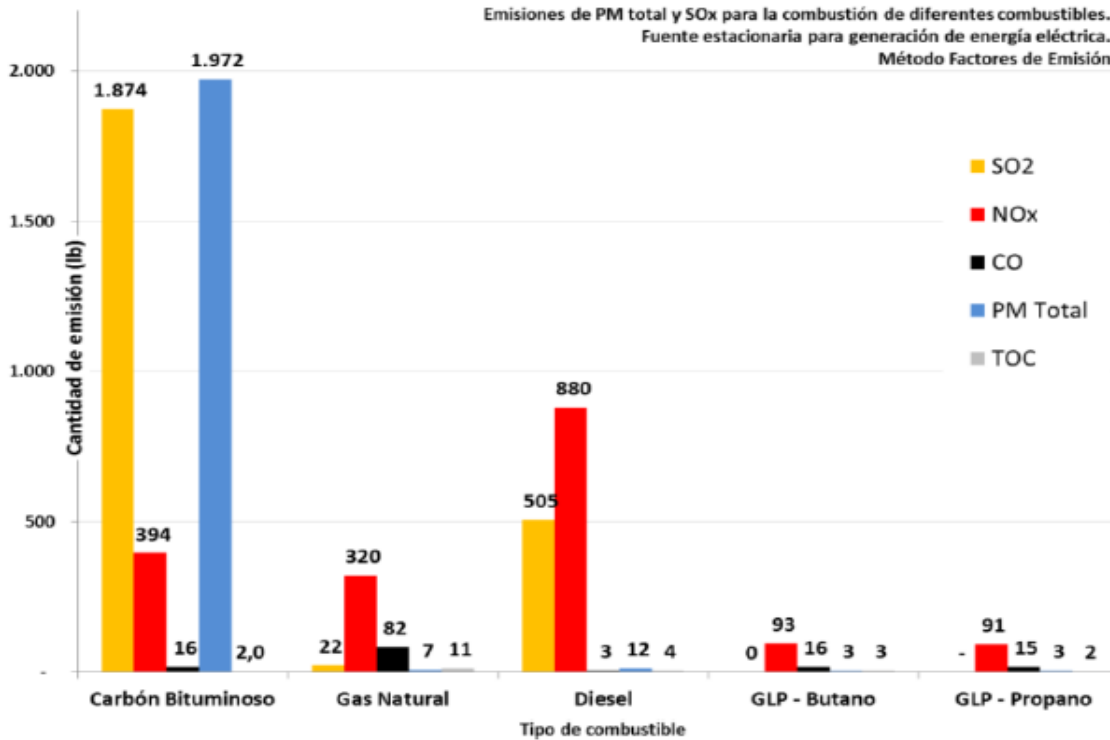


Figura 1 Comparativo de emisiones de varios combustibles

Adaptado de “Gas Licuado de Petróleo: ¿una opción de combustible para el transportador de carga por carretera?”, por Colfecar, 2014, p. 9.

Expuesto lo anterior, es claro que el GLP es una alternativa de combustible para transporte terrestre completamente viable al nivel medio ambiental, por cuanto permite reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero y otros elementos y compuestos que comprometen tanto la calidad del aire que se respira (especialmente en las urbes del territorio nacional) así como la calidad de vida y salud de la población.

Aspectos de oferta y demanda

En Colombia, el sector transporte demanda el 36% de la energía carburante, su tasa de crecimiento anual en los últimos doce años fue de 2,1% y su comportamiento muestra relación con el nivel y calidad de vida, el crecimiento económico del país y la demografía de las ciudades. Ahora bien, los derivados del petróleo son la principal fuente de energía del sector transporte, y

en una proporción mínima participan en el mercado de los combustibles vehiculares el GNV y biocombustibles. En este punto es importante precisar que:

[...] el diésel ha presentado tasas de crecimiento superiores a las del pasado, incrementando su participación en el mercado y por consiguiente, generando una regresión del consumo de gasolina. Esta meta si bien fue considerada deseable en el pasado, cuando Colombia era importador neto de gasolina, ha desequilibrado el mercado de combustibles en tanto se producen excedentes de gasolinas (y excedentes de GLP) y faltantes de ACPM (García, 2014, p. 9).

Lo anterior representa dificultades para la atención de la demanda, considerando que la oferta del producto nacional no es suficiente para atender los volúmenes que espera el mercado. A lo expuesto conviene precisar el comparativo de precios por unidad energética, el cual se aprecia en la Tabla 7.

Tabla 7 Comparativo de precios de unidad energética para diésel, gasolina, GNV y GLP

Combustible	Poder calorífico (BTU/gal)	\$/K BTU	\$/KBTU Relativo Gasolina
Diésel	138000	61,1	81%
Gasolina corriente	115400	75,6	100%
GNV	35315	35,5	47%
GLP	96000	61,5	81%

Adaptado de “Exposición de motivos. Proyecto de Ley 39”, por García, 2014, p. 10.

De acuerdo con el comparativo de precios, y considerando el superior poder calorífico del GLP respecto otros combustibles como GNV, metanol y etanol, y la autonomía en rendimiento, el combustible en cuestión es una excelente opción para el sector transporte, sumado a que su uso permite una mayor vida útil de motor, reduce los ruidos y permite un excelente desempeño tanto en carretera como en áreas urbanas.

De acuerdo al estudio titulado *Cadena del Gas Licuado de Petróleo 2013* (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013), las refinerías del país cubren la demanda de GLP en el territorio nacional, y las

importaciones del producto en la última década han sido muy pocas, buscando apenas garantizar el suministro. En la actualidad, la oferta supera la demanda nacional, razón por la cual los excedentes de esta fuente combustible se han destinado a mercados extranjeros.

En Colombia, el principal proveedor de GLP es Ecopetrol en los campos de Barrancabermeja, Cartagena, Apiay, Cusiana I y Dina. Otras empresas proveedoras, pero con participación inferior, son Canacol, Interoil, Perenco, Petrominerales, Termoyopal, entre otros.

Entre los años 2002 y 2010 la producción de GLP pasó de 24.660 a 18.261 barriles diarios, lo que representó un decrecimiento del 25,9 % en dicho lapso; sin embargo, al año 2013 la producción aumentó a 19.597 barriles diarios, lo que refleja un comportamiento positivo en la producción, el cual se ve explicado por el aumento de la producción del campo Cusiana I, el cual pasó de producir 264 a 4.420 barriles diarios. En la Tabla 8 se puede apreciar la producción nacional de GLP por fuente de suministro.

Tabla 8 Producción de GLP por fuente de suministro

	Ecopetrol					Canacol	Interoil	Vetra	Perenco	Petrominerales	Termoyopal	Otros	Total
	Barranca	Cartagena	Apiay	Cusiana I	Dina	R. Hernoso	Toqui T	La Punta	La Gloria	Corcel	Pauto-Flor.	Productores	Producción
Año	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD	BPD
2002	19.906	3.552	1.201									0%	24.660
2003	19.271	2.587	1.071									0%	22.929
2004	18.293	2.589	983									0%	21.864
2005	18.329	2.586	969			39						0%	21.923
2006	18.718	2.750	893			184	2					1%	22.558
2007	18.623	2.898	628			207	14	4				1%	22.374
2008	17.043	3.209	667			91	11	36				1%	21.056
2009	15.363	2.697	724			110	4	116	17			1%	19.030
2010	14.154	2.734	760		190	253	4	62	21	81		2%	18.261
2011	13.031	3.437	755	264	305	161	23	168	42	279		4%	18.464
2012	11.438	2.166	723	4.008	340	100	39	8	42	245		2%	19.110
2013	9.983	3.112	705	4.420	264	75	38	18	16	83	881	6%	19.597

Adaptado de “Cadena del Gas Licuado de Petróleo 2013”, por Pradilla, Popayán, & Peña, 2013, p. 27.

En lo referente al almacenamiento del producto, en Colombia se presenta un desajuste importante por cuanto los cambios de comportamiento de oferta y demanda han hecho que en algunos departamentos se requiera mayor capacidad de almacenamiento, mientras que en otros las instalaciones resultan sobre dimensionadas. En concreto, la ciudad de Yopal demanda 5.132.472 galones de GLP por mes, y la capacidad de almacenamiento instalada en esta ciudad es de 0 galones. Esta misma situación se presenta en Neiva y Piedras (Tolima) con demandas de 444.410 y 45.412 galones mensuales respectivamente. Caso contrario sucede en la terminal de Mansilla, cuya demanda es de 1.512.622 galones mensuales, mientras cuenta con una capacidad de almacenamiento de 3.136.984 galones.

En la Figura 2 se muestra el desbalance de la demanda en relación a la capacidad de almacenamiento de las terminales de GLP en el país.

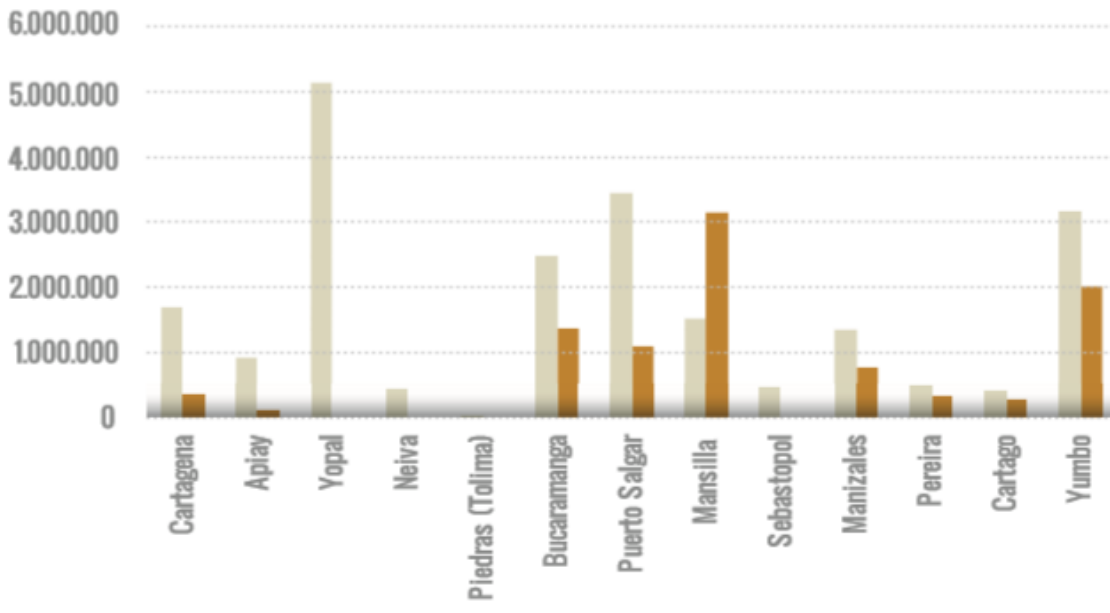


Figura 2 Niveles de demanda y capacidad de almacenamiento de GLP

Adaptado de “Cadena del Gas Licuado de Petróleo 2013”, por Pradilla, Popayán, & Peña, 2013, p. 34.

En cuanto a la calidad del producto, se reporta que el GLP proveniente de Barrancabermeja tiene una concentración de butanos alta (79%), mientras que el GLP de Cartagena presenta un menor contenido de los mismos (42%). Por otro lado, el contenido de olefinas del producto de Barrancabermeja es del 49%, y el de la refinería de Cartagena es de apenas 6%; para Cusiana y

Apiay se reporta 0% de olefinas. Estos datos resultan relevantes teniendo en cuenta que, para el uso de GLP como fuente combustible vehicular, en varias normas internacionales es recomendable una alta proporción de propanos y un máximo de 6% de olefinas. De esta manera, resulta conveniente que en Colombia sea revisada la norma y adaptarla a las necesidades en el sector transporte.

Es preciso considerar que en el caso colombiano, y de acuerdo con los usos dados a este energético, resulta más conveniente mezclas con mayor contenido en propanos y menor contenido de olefinas, con el propósito de garantizar una mejor vaporización y limpieza en la combustión, dado que las olefinas se polimerizan entre ellas causando formación de gomas, afectando la estabilidad del producto, las cuales se van acumulando y produciendo inconvenientes tanto en los equipos de combustión como en los cilindros (Pradilla, Popayán, & Peña, 2013, p. 37).

Con lo descrito, en el momento el GLP proveniente del campo de producción en Cartagena (tercera planta con mayor producción a nivel nacional) cuenta con las características necesarias para ser usado como combustible vehicular, y la producción proveniente de Barrancabermeja (primera planta con mayor producción a nivel nacional) debería descartarse para tal propósito.

En lo concerniente a las proyecciones de producción, éstas se encuentran ligadas a las estimaciones de la empresa Ecopetrol como productor principal en el territorio nacional. De acuerdo a la siguiente gráfica, la producción de GLP en el territorio nacional tendrá un pico que se extenderá del 2017 al 2022, con producciones de 42.000 barriles diarios. En dicho periodo de tiempo se estima un aumento drástico en la producción de Cupiagua, y producciones sostenidas para las plantas de Cusiana, Barrancabermeja, Cartagena y demás. Posterior al 2022 se pronostica un decrecimiento importante de hasta el 50% para el 2032.

Respecto a la demanda de GLP, en Colombia este producto es usado al nivel doméstico y comercial para la cocción de alimentos y/o calentamiento de agua, mientras que en la industria es necesario para la producción de vapor, calor directo y locomoción; sin embargo, la penetración del Gas Natural y sus bajos precios le han restado nivel de competitividad al GLP.

Con lo anterior, se reporta que el consumo de GLP en Colombia se redujo en un 3% entre el 2002 y 2013, en tanto que la demanda de Gas Natural se vio aumentada. La mayor demanda de cilindros de GLP se presenta en Antioquia, Bogotá, Valle del Cauca, Nariño, Cundinamarca, santanderes y Caldas, con cantidades que oscilan entre los 513.721 y 106.637 cilindros por mes. En la Figura 3 se presentan las ventas totales para los años 2011 y 2012 por departamentos en el territorio nacional.

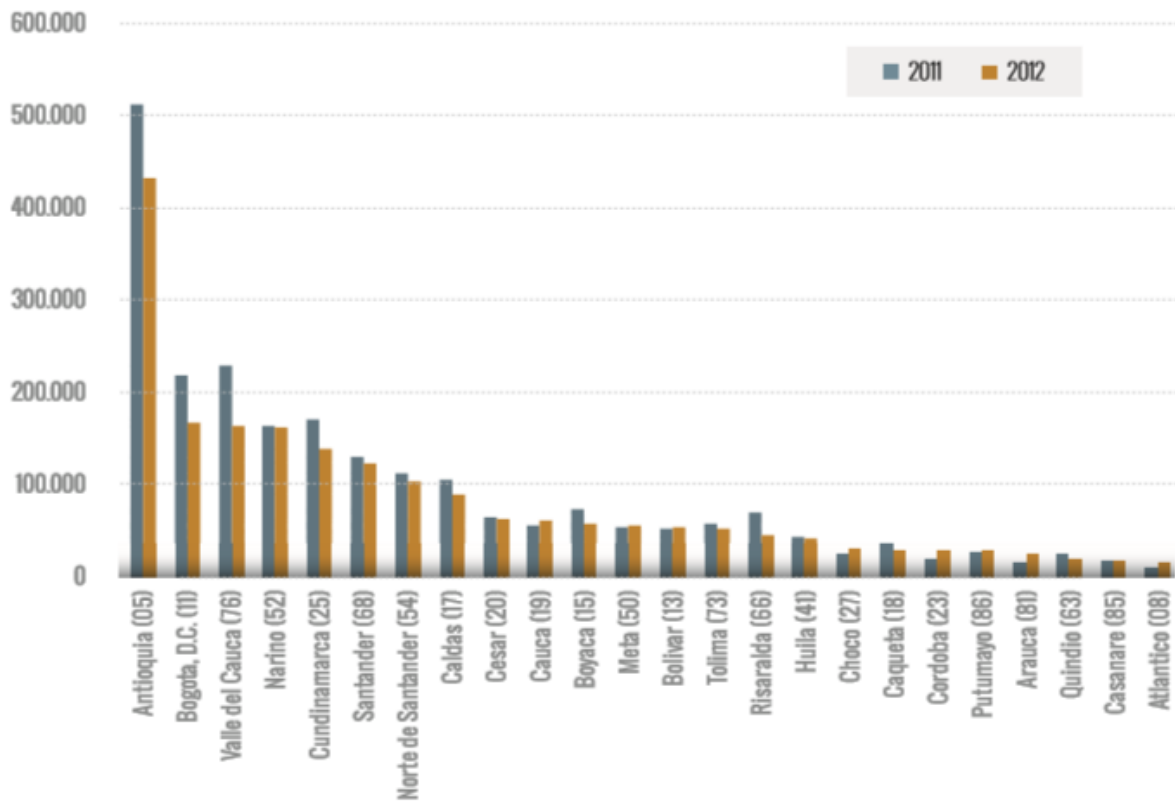


Figura 3 Ventas de GLP por departamento (Cilindros / mes)

Adaptado de “Cadena del Gas Licuado de Petróleo 2013”, por Pradilla, Popayán, & Peña, 2013, p. 49.

Como aporte concluyente sobre la demanda de GLP en Colombia, en el estudio desarrollado por Pradilla, Popayán & Peña (2013) se expone que las estadísticas relacionadas con las ventas de GLP en los últimos 10 años evidencian el cambio que ha sufrido el sector tras la masificación del gas natural, principalmente. Esto es: la disminución acumulada del consumo en un 27% (2002 – 2013), la pérdida de cerca de 4’000.000 de usuarios, la dispersión del mercado, y frente

a estas nuevas condiciones, un incremento en las ventas de cilindros a través de expendios (Pradilla, Popayán & Peña (2013, p. 54).

Con los datos de oferta y demanda, en el estudio presentado por Catalina Peña Vinasco, titulado *Evaluación de la penetración del Gas Licuado de Petróleo como combustible en el sector transporte en Colombia*, se presenta una consolidación de valores para establecer el balance proyectado de GLP al 2024, los cuales se aprecian en la Figura 4.

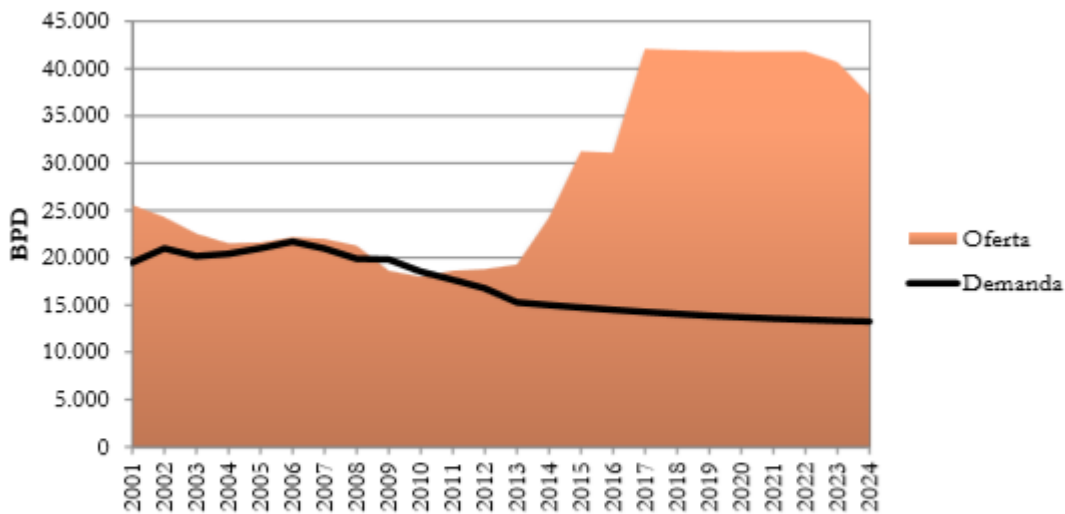


Figura 4 Proyección - balance de oferta y demanda de GLP

Adaptado de “Evaluación de la penetración del Gas Licuado de Petróleo como combustible en el sector transporte en Colombia”, por Peña, 2015, p. 27.

De esta manera, se aprecia claramente un balance de sobre oferta de GLP en el mercado nacional, con un total de 23.968 barriles diarios, lo cual podría ser destinado para nuevos mercados como lo es el GLP vehicular.

En un estudio de mercado de GLP vehicular en Colombia, Peña (2015) analizó 5 posibles escenarios para la introducción del GLP como fuente combustible en el país, en los que se plantea participaciones del 3 y 7% de la flota colombiana convertida a autogas en el año 2024, así:

- a) En el escenario A se estima una participación del 3% de la flota, guardando la misma proporción en las categorías vehiculares, con un crecimiento acelerado.
- b) En el escenario B se estima una participación del 7% de la flota, guardando la misma proporción en las categorías vehiculares, con un crecimiento acelerado y variaciones en los factores de consumo.
- c) En el escenario C se estima una participación del 3% de la flota, guardando prelación en las categorías vehiculares de camperos, camionetas, buses, busetas, microbuses, camiones y tracto camiones, con un crecimiento acelerado y variaciones en los factores de consumo.
- d) En el escenario D se estima una participación del 3% de la flota, guardando la misma proporción en las categorías vehiculares, con un comportamiento de penetración equivalente al presentado por el GNV en el país y con variaciones en los factores de consumo.
- e) Finalmente, en el escenario E se estima una participación del 3% de la flota, guardando la misma proporción en las categorías vehiculares, con un crecimiento acelerado, pero con conversiones a GNV en flota pesada y semipesada.

Finalmente, tras el cálculo y análisis de los anteriores escenarios, se determinó que para el año 2024, el consumo de GLP en el país para el área de transporte oscilaría entre 2.681 y 9.740 barriles diarios, lo que representaría entre el 7% y 26% de la sobre oferta proyectada, lo cual indica que Colombia claramente podría suplir la demanda de autogás y estaría en capacidad de exportar la producción restante, aportando de manera positiva a la balanza comercial.

Conclusiones

En el desarrollo del presente ensayo se ha podido reconocer que el Gas Licuado de Petróleo (GLP) es una fuente de combustible utilizado ampliamente en diferentes industrias, destacándose entre sus características las bajas emisiones de gases contaminantes, la no toxicidad, baja rango de inflamabilidad y la imposibilidad de contaminar fuentes de agua o suelo.

El uso de GLP como fuente de combustión vehicular se ha implementado desde el siglo XX en diferentes países del mundo de manera exitosa. Dentro de los factores que han favorecido este uso están ciertas características superiores en comparación con el Gas Natural Vehicular, entre ellas, un mayor poder calorífico, mayor eficiencia en términos de potencia y autonomía, menor requerimiento de mantenimiento del equipo de transporte, y bajo costo de conversión.

A nivel internacional, el GLP es ampliamente usado como combustible vehicular gracias a sus ventajas ambientales. Diversos países han diseñado y formulado políticas que promueven su uso. Hoy día más de 17 millones de vehículos en el mundo funcionan con GLP, y los mayores consumidores de esta fuente carburante son Turquía, Polonia, Australia, Italia, México y Corea.

Sobre los factores que inciden en las expectativas del desarrollo del mercado de GLP vehicular en Colombia se tiene que el excedente de producción en las refinerías del país juega a favor de la apertura del mercado de GLP vehicular en Colombia, sumado a que las proyecciones de producción presentan una curva ascendente.

A nivel legal, el Plan Nacional de desarrollo 2014-2018 autorizó el uso de GLP como carburante de motores de combustión interna. Ante esto, el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución 40577 de junio de 2016, en donde se autoriza el uso de este combustible para la realización de pruebas piloto en el territorio nacional, lo que en el futuro permitirá la expedición de la reglamentación necesaria para la apertura del mercado en el sector vehicular. Con esto, hace falta que en los próximos años las pruebas piloto arrojen resultados positivos y abran paso a este mercado en Colombia.

Por otro lado, al Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) ha formulado diferentes normativas referentes a los estándares de calidad que debe cumplir el GLP para diferentes usos, y otras normas referentes a su manipulación, transporte y almacenamiento. Hace falta que las pruebas piloto que en la actualidad se realizan, permitan obtener los datos necesarios para el diseño de la normativa referente a conversiones duales diésel-GLP, lo cual se consolidaría como otro paso más hacia la apertura del mercado del Autogás en el país.

Respecto a la parte ambiental y a las posibilidades de la apertura del mercado de GLP vehicular en Colombia, se ha identificado el diseño de medidas y políticas direccionadas a la reducción del nivel de contaminación del aire, especialmente en las grandes ciudades, para lo cual se ha considerado el uso de fuentes de combustibles alternativas más amigables. Se resalta en este punto las menores emisiones de contaminantes del GLP en comparación con el diésel, la gasolina y otros combustibles, sumado a sus cualidades de eficiencia en el rendimiento del vehículo. Esto, sin duda alguna, se consolida como un punto importante a favor para la apertura del mercado de GLP vehicular en Colombia, considerando que responde a una necesidad ambiental de gran relevancia.

En lo relacionado con la oferta y demanda de GLP, se cuenta con cifras positivas por cuanto se proyectan incrementos significativos en la producción del GLP, pasando de 23.000 barriles diarios en el 2014 a más de 40.000 barriles diarios para el año 2022, lo que permitiría suplir la demanda del país y contar con excedentes para su exportación.

Referencias

Asociación Colombiana de Vehículos Automotores. (2016). *Informe vehículos híbridos y eléctricos, diciembre, Colombia*. Obtenido de Andemos.org: <http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2017/01/Informe-H%C3%ADbridos-y-El%C3%A9ctricos-2016-12.pdf>

Asociación Colombiana de Vehículos Automotores. (26 de julio de 2016). *Sector Automotor*. Obtenido de Andemos.org: <http://www.andemos.org/index.php/2016/07/26/2016/>

Asociación Colombiana de Vehículos Automotores. (25 de enero de 2017). *Inventario de emisiones vehículos Colombia*. Obtenido de Andemos.org: <http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2017/03/Presentacion-ANDEMOS-Emisiones-01.25.2017-v8.pdf>

Chaparro, M. G. (2015). Evaluación del uso de Gas Licuado de Petróleo en vehículos automotores convencionales sobre territorio colombiano. [*Trabajo de maestría*]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Escuela de Procesos y Energía.

Colfecar. (2014). *Gas Licuado de Petróleo: ¿una opción de combustible para el transportador de carga por carretera?* Obtenido de http://www.colfecar.org.co/ESTUDIOS%20ECONOMICOS%20PDF/Informes%20Especiales/2014/11.%20NOVIEMBRE%202014_INFORME_GAS%20LICUADO%20DE%20PETR%C3%93LEO.pdf

Colombia, Congreso de la República. (31 de julio de 2006). Ley 1083 de 2006; por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial 46.346*. Bogotá, D.C.

Colombia, Congreso de la República. (9 de junio de 2015). Ley 1753 de 2015; Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país". Bogotá, D.C.

Colombia, Ministerio de Minas y Energía. (30 de diciembre de 2015). Grupo de participación y servicio al ciudadano. *Informe, Proyecto de Resolución "por la cual se autoriza el uso de Gas*

Licuada de Petróleo GLP como arburante en trnasporte automotor (autogas) para la realización de pruebas piloto en el territorio nacional". Bogotá, D.C.

Colombia, Ministerio de Minas y Energía. (09 de junio de 2016). Resolución 40577 de 2016; por la cual se autoriza el uso del gas licuado de petróleo, GLP, como carburante en motores de combustión interna, carburante en transporte automotor (autogás) y demás usos del GLP, para la realización de pruebas piloto. Bogotá, D.C.

Colombia, Ministerio de Minas y Energía. (2017). *Gas Licuado de Petróleo*. Obtenido de Minminas.gov.co: <https://www.minminas.gov.co/gas-licuado-de-petroleo-glp-1>

Colombia, Ministerio de Minas y Energía. (2017). *Prohición de GLP*. Obtenido de Minminas.gov.co: <https://www.minminas.gov.co/prohibicion-glp1>

Cordero, F. A., Rolín, M., & Callejas, E. (febrero de 2013). Evaluación financiera del uso de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en empresas dedicadas al transporte de carga terrestre. *[Trabajo de grado]*. San Salvador, El Salvador: Universidad del Salvador, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Contaduría Pública.

Dennis, S. (2002). *Plant Engineer's Reference Book*. Londres.

EConcept. (noviembre de 2016). El sector de vehículos en Colombia: Características y propuestas de mejora a su régimen impositivo. <http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2016/11/Econcept-Estudio.pdf>.

García, G. (2014). Exposición de motivos. *Proyecto de Ley 39*. Bogotá, D.C.

Marín, C. P. (2015). Introducción del GLP en el mercado español de combustibles: un análisis a nivel local. *[Tesis de grado]*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, Programa de Economía.

Ospina, J. F., Cruz, E., Cajamarca, G., Ocampo, P., Cárdenas, J., Flórez, J., . . . Rincón, S. (septiembre de 2007). Estudio sectorial Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo 2002-2006. Bogotá, D.C.: SUperintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Peña, C. (2015). Evaluación de la penetración del Gas Licuado de Petróleo como combustible en el sector transporte en Colombia. *[Trabajo de grado]*. Bogotá, D.C.: Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Pradilla, M. A., Popayán, A. E., & Peña, C. (2013). Cadena del Gas Licuado de Petróleo 2013. Bogotá, D.C.: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética.