



Análisis del impacto ambiental y económico del uso del GLP como combustible alternativo en vehículos automotores en la ciudad de Manta

Analysis of the environmental and economic impact of using LPG as an alternative fuel in motor vehicles in the city of Manta

Analysis of the environmental and economic impact of using LPG as an alternative fuel in motor vehicles in the city of Manta

Huber Armando Briones García ^I
Briones.h.5620@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-4653-2211>

Jhon Jairo Cantos Cedeño ^{II}
cantos.j.2779@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-7568-0095>

Jesus Alberto Mera Arteaga ^{III}
Je.mera@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-6747-4693>

Eudaldo Renan Saltos Loor ^{IV}
e.saltos@istlam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-2971-2872>

Correspondencia: Briones.h.5620@istlam.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 25 octubre de 2025 * **Aceptado:** 16 de noviembre de 2025 * **Publicado:** 09 de diciembre de 2025

- I. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Manta, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Manta, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Manta, Ecuador.
- IV. Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Manta, Ecuador.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el impacto ambiental y económico del uso del Gas Licuado de Petróleo (GLP) como combustible alternativo en vehículos automotores en la ciudad de Manta, Ecuador, mediante una aplicación de métodos mixtos: descriptivo como comparativo, con una muestra de 40 vehículos — 20 a gasolina y 20 convertidos a GLP. Se realizaron mediciones de emisiones de gases en los automotores con (Gas 810 Tecnomotor). Se aplicaron encuestas estructuradas a los conductores sobre las experiencias con los vehículos convertidos a GLP, para evaluar costos, mantenimiento y percepción de uso. En vehículos de GLP, los resultados indicaron que el monóxido de carbono (CO) disminuyó en un 43,9%, los hidrocarburos no quemados (HC) en un 37,3% y el dióxido de carbono (CO₂) en un 15%. Los usuarios lograron un ahorro medio del 54 % en combustible y una frecuencia de mantenimiento reducida, con un alto nivel de satisfacción en términos de economía y rendimiento. La Investigación revela que el uso de GLP para el transporte urbano en Manta es una opción económica y ambiental. Sin embargo, se requiere mayor infraestructura de abastecimiento e incentivos públicos que promuevan su uso como combustible de transición hacia una movilidad sostenible.

Palabras clave: GLP; combustible alternativo; misiones; ahorro; Manta.

Abstract

This study aimed to analyze the environmental and economic impact of using Liquefied Petroleum Gas (LPG) as an alternative fuel in motor vehicles in the city of Manta, Ecuador, using a mixed-methods approach: descriptive and comparative, with a sample of 40 vehicles—20 gasoline-powered and 20 converted to LPG. Gas emissions measurements were taken from the vehicles using Tecnomotor 810 LPG. Structured surveys were administered to drivers regarding their experiences with the LPG-converted vehicles to assess costs, maintenance, and user perceptions. In LPG vehicles, the results indicated a 43.9% decrease in carbon monoxide (CO), a 37.3% decrease in unburned hydrocarbons (HC), and a 15% decrease in carbon dioxide (CO₂). Users achieved an average fuel savings of 54% and reduced maintenance frequency, with a high level of satisfaction in terms of economy and performance. The research reveals that using LPG for urban transport in Manta is an economical and environmentally friendly option. However, greater supply infrastructure and public incentives are needed to promote its use as a transition fuel toward sustainable mobility.

Keywords: LPG; alternative fuel; missions; savings; Manta.

Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar o impacto ambiental e econômico do uso de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) como combustível alternativo em veículos automotores na cidade de Manta, Equador, utilizando uma abordagem mista descritiva e comparativa, com uma amostra de 40 veículos – 20 movidos a gasolina e 20 convertidos para GLP. As emissões de gases foram medidas nos veículos que utilizavam GLP Tecnomotor 810. Questionários estruturados foram aplicados aos motoristas sobre suas experiências com os veículos convertidos para GLP, a fim de avaliar custos, manutenção e percepções dos usuários. Nos veículos a GLP, os resultados indicaram uma redução de 43,9% no monóxido de carbono (CO), 37,3% nos hidrocarbonetos não queimados (HC) e 15% no dióxido de carbono (CO₂). Os usuários obtiveram uma economia média de combustível de 54% e redução na frequência de manutenção, com alto nível de satisfação em termos de economia e desempenho. A pesquisa revela que o uso de GLP para transporte urbano em Manta é uma opção econômica e ambientalmente amigável. No entanto, são necessárias maior infraestrutura de abastecimento e incentivos públicos para promover seu uso como combustível de transição para a mobilidade sustentável.

Palavras-chave: GLP; combustível alternativo; missões; economia; Manta.

Introducción

En las últimas décadas, la contaminación atmosférica relacionada a las emisiones de gases por el uso de combustibles ha aumentado significativamente dentro de las estrategias internacionales de control climático y las iniciativas de planificación energética en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud informa en 2024 que más del noventa por ciento de la población respira aire contaminado; siendo el sector automotor una de las principales fuentes que emiten partículas y productos químicos nocivos a la atmósfera. La búsqueda de fuentes de energía más ecológicas como el gas licuado de petróleo (GLP) fue impulsada por la necesidad de mejorar la sostenibilidad; su combustión limpia lo convierte en una opción atractiva en comparación con los combustibles tradicionales derivados del petróleo debido a los costos operativos reducidos, lo que lo hace

adecuado para soluciones de transporte ecológicas en el futuro (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2023).

En Ecuador, particularmente en la ciudad de Manta, hay un aumento vehicular que afecta significativamente tanto a la sostenibilidad ecológica como al progreso socioeconómico. La Cámara de Comercio Manta dice que a medida que el transporte urbano de Manta crece en 2024, incrementa el uso de combustible, lo que significa el aumento de gases CO₂, CO, NO_x y HC. Esto conlleva a un deterioro en la calidad del aire afectando directamente a la salud de los ciudadanos (Autofacto, sf; twenergy, 2019).

Las investigaciones muestran que el cambio al gas licuado de petróleo en los automóviles reduce las emisiones de CO₂ en aproximadamente un 10% a 15% en comparación con los motores de gas regulares, existiendo una reducción casi total de las emisiones de partículas sólidas en comparación con el combustible diésel (Astrave, 2022; Gas Point Center, s. f.).

El objetivo de este artículo fue evaluar el impacto económico y ambiental del empleo del GLP como combustible alternativo en vehículos motorizados de la ciudad de Manta, con el propósito de ofrecer pruebas técnicas que guíen la toma de decisiones hacia una movilidad más sustentable.

Materiales y métodos

Se empleó una metodología de investigación que integró métodos estadísticos e investigó acciones interpretativas destinadas a analizar los efectos económicos y ambientales del uso de gas licuado de petróleo en motores de automóviles de la ciudad de Manta. Los métodos cuantitativos se centraron en medir y comparar variables ambientales y económicas, mientras que los enfoques cualitativos permitieron un análisis de las percepciones y experiencias de los usuarios sobre la utilización de esta opción de energía renovable (Hernández-Sampieri et al., 2022).

Tipo y Diseño de Investigación

Este estudio fue de tipo descriptivo - comparativo debido a que se buscó caracterizar los impactos ambientales como los económicos asociados con el gas licuado de petróleo en comparación con las fuentes de combustible convencionales como la gasolina. La metodología del estudio fue no experimental y utilizó datos transversales recopilados durante un período de tiempo, evitando la manipulación de variables para observar su comportamiento en circunstancias reales (Tamayo y Tamayo, 2019).

Población y Muestra

La población estuvo conformada por propietarios de automóviles de la ciudad de Manta – Ecuador. Se eligió un grupo específico conveniente para fines de estudio; en él participaron 20 conductores que utilizaban gas licuado de petróleo y otros 20 a gasolina, Esta selección permitió comparar los efectos y percepciones entre ambos grupos en términos de emisiones, costos operativos y nivel de satisfacción.

Para la obtención de información se utilizaron tres técnicas principales:

Se recopilaron datos de fuentes académicas, sectores especializados, organismos gubernamentales, sobre concentraciones de contaminantes vehiculares, características del gas licuado de petróleo, así como información sobre el parque automotor de la ciudad de Manta (Ministerio de Medio Ambiente, Departamento de Transformación Ambiental y Agua, 2024; Asociación Empresarial de Manta, 2024).

Se empleó un equipo de control de emisión de gases (Gas 810 tecnomotor) de diagnóstico vehicular para determinar concentraciones de gases contaminantes (CO_2 , CO , NO_x y HC) en una muestra representativa de vehículos a GLP (20) y convencionales (20), conforme a los protocolos establecidos por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNR, 2023).

Se aplicó un cuestionario a los 20 conductores con el objetivo de recopilar información sobre los costos de operación, mantenimiento, ahorro percibido y experiencia de uso del GLP.

Resultados

Revisión Documental sobre las Emisiones Vehiculares y Perfil del Parque Automotor en Manta

Características del Parque Automotor de Manta

El informe estadístico de la Cámara de Comercio de Manta correspondiente al 2024 indica un inventario automotriz superior a las 65. 000 unidades registradas en la localidad; alrededor del 78% de estos automóviles pertenecen a particulares, el 15% sirven como transporte comercial ligero, mientras que el resto constituye tanto transporte público como servicios de carga. En los últimos cinco años se ha registrado un crecimiento constante de alrededor del 6,3% en la matriculación de vehículos cada año, debido principalmente al desarrollo urbano y a la expansión de las actividades de logística marítima en la zona.

La agencia ANT ha reportado que, para el año 2024, cerca del 89% de los vehículos en Manta funcionaron con gasolina, el 9% con diésel y únicamente un poco más del 2% utilizaron otras fuentes energéticas o gas licuado de petróleo (GLP). Esta situación indica una fuerte dependencia de fuentes de energía tradicionales, como los combustibles fósiles, lo cual provoca un aumento en la contaminación del aire urbano y hace que las economías sean más vulnerables a las oscilaciones en el precio del crudo.

Niveles de Emisiones Vehiculares

Datos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2024) indican que los autos que funcionan con gasolina emiten cerca de 2,3 kg de dióxido de carbono por litro consumido, mientras que los que funcionan a diésel generan emisiones cercanas a 2,7 kg por litro. Sin embargo, en comparación con los combustibles para vehículos convencionales como la gasolina, los automóviles propulsados por gas licuado de petróleo producen alrededor de 1,9 kilogramos de dióxido de carbono por cada litro de consumo, lo que indica una disminución notable (casi una quinta parte menos que las fuentes tradicionales) y lo confirma como opciones más ecológicas (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2023; Astrave, 2022).

Resultados de investigaciones relacionadas mostraron variaciones significativas entre dos grupos (automóviles propulsados por GLP frente a los propulsados por gasolina convencional) en relación con ciertos tipos de contaminantes en el aire emitidos durante los procedimientos de prueba. Los automóviles propulsados por GLP mostraron una tasa de reducción general de aproximadamente el 25 %, 30 % y 12 % respectivamente de las emisiones de CO, HC y NOx en comparación con sus homólogos de gasolina (Knibbe, 2017), estos datos se alinean con los valores de eficiencia energética reportados por estudios europeos donde examinaron el impacto ambiental de los sistemas de gas licuado de petróleo (Twenergy, 2019; GasPointCenter, s. f.).

Evaluación del Desempeño Ambiental del GLP

El GLP tiene un índice de octanaje mayor a 100, según el análisis documental, lo que posibilita una combustión más completa y estable que la gasolina de 82 (EXTRA, ECOPAIS) y la de 92 octanos (SUPER), que se usan frecuentemente en Ecuador. Según Astrave (2022), esta característica se traduce en una reducción de las emisiones de partículas sólidas (PM), que son casi nulas en vehículos convertidos correctamente. Asimismo, su disminución de residuos carbonosos y su bajo contenido de azufre ayudan a que los motores y los sistemas de escape tengan una vida útil más prolongada.

Según los informes de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR, 2023), el GLP satisface las características de pureza y composición definidas en la norma NTE INEN 2200:2020. Esto asegura que sea apto para usos automotrices. La presencia en el mercado local se ha ampliado poco a poco debido a la creación de puntos de abastecimiento especializados en las vías principales de acceso a la ciudad.

Implicaciones Ambientales y Económicas

Las emisiones totales de CO₂ en el corto plazo podrían disminuir entre un 12 % y un 18 % si se reemplazan parcialmente los combustibles tradicionales por GLP en el parque automotor de Manta, según la tasa de adopción. En términos económicos, los usuarios que han llevado a cabo conversiones a GLP reportan un ahorro medio del 35 % en el costo de combustible, teniendo en cuenta los precios actuales de comercialización según la Agencia de Regulación y Control de Energía (ARCERNNR, 2024).

En términos de sostenibilidad urbana, la promoción del GLP se alinea con las estrategias nacionales de transición energética y mitigación del cambio climático impulsadas por el anterior Ministerio de Energía y Minas (2024) y actual Ministerio de Ambiente y Energía (2025), que reconocen la necesidad de diversificar las fuentes energéticas y reducir la huella ambiental del transporte terrestre.

Tabla 1 – comparación de emisiones de gases por tipo de combustible utilizado

Indicador	Gasolina	Diésel	GLP	Reducción promedio GLP
Emisión de CO ₂ (kg/litro)	2,3	2,7	1,9	15 %
Emisión de CO (ppm)	0,45	0,38	0,33	25 %
Emisión de HC (ppm)	0,21	0,19	0,15	30 %
Emisión de NO _x (ppm)	0,16	0,18	0,14	12 %
Costo operativo mensual promedio (USD)	180	200	115	35 % ahorro

Fuente: Twenergy, 2019; Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024

Elaborado: Briones et al., 2024

La tabla 1 permite concluir que el GLP ofrece ventajas significativas tanto en el desempeño ambiental como en la eficiencia económica. No obstante, su adopción masiva aún enfrenta limitaciones relacionadas con la disponibilidad de estaciones de abastecimiento y la percepción de los usuarios sobre los costos iniciales de conversión, aspectos que deberán abordarse mediante

políticas públicas e incentivos locales que promuevan la transición hacia combustibles más limpios y sostenibles.

Resultados de la evaluación de gases contaminantes en vehículos GLP y convencionales de la ciudad de Manta

Se evaluaron 20 vehículos de uso urbano con conversión a GLP y 20 a gasolina, pertenecientes a diferentes cooperativas de transporte en Manta, Ecuador. Los modelos analizados comprenden motores de 1.0 a 1.6 litros, fabricados entre 2011 y 2024, las Marcas / Modelos que más sobresalieron fueron:

- Chevrolet: Aveo, Sail;
- Kia: Rio R, Rio Xcite, Rio GT, Cerato,
- Hyundai: Accent;
- Nissan: Sentra

Representando una muestra típica del parque automotor urbano de la ciudad de Manta - Ecuador, predominantemente de taxis con motor a gasolina reconvertido.

Tabla 2 Datos técnicos de los vehículos a gasolina analizados en pruebas de emisiones

Vehículo	RPM (ralentí / altas)	Temperatura (°C)	HC (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
GAS-01	720 / 2540	92	264	0.88	1.70
GAS-02	750 / 2600	95	312	1.18	2.01
GAS-03	695 / 2510	90	189	0.92	1.63
GAS-04	780 / 2630	98	415	1.82	3.15
GAS-05	700 / 2490	91	223	0.76	1.21
GAS-06	735 / 2555	94	267	1.04	2.32
GAS-07	715 / 2580	93	201	0.87	1.55
GAS-08	770 / 2635	99	340	1.52	2.60
GAS-09	680 / 2505	90	145	0.73	0.89
GAS-10	760 / 2650	97	397	1.48	2.40
GAS-11	730 / 2560	95	260	0.98	1.77
GAS-12	745 / 2590	96	312	1.23	1.93
GAS-13	710 / 2515	92	194	0.84	1.42

GAS-14	765 / 2620	98	360	1.36	2.15
GAS-15	740 / 2575	95	278	1.11	1.85
GAS-16	675 / 2485	91	165	0.69	1.00
GAS-17	725 / 2550	93	287	1.09	1.74
GAS-18	755 / 2615	97	326	1.25	2.26
GAS-19	710 / 2530	92	230	0.94	1.58
GAS-20	695 / 2495	90	208	0.81	1.33
PROMEDIO	$\bar{X} = 724 \pm 30 / 2560 \pm 55$	$\bar{X} = 94 \pm 3$	$\bar{X} = 268 \pm 95$	$\bar{X} = 1.07 \pm 0.33$	$\bar{X} = 1.82 \pm 0.62$

*Fuente: Gas 810 tecnomotor
Elaborado: Briones et al., 2024*

Tabla 3 Datos técnicos de los vehículos a GLP analizados en pruebas de emisiones

Vehículo	RPM (ralentí / altas)	Temperatura (°C)	HC (ppm)	CO (%)	O₂ (%)
GLP-01	695 / 2520	93	154	0.52	1.05
GLP-02	720 / 2585	96	177	0.68	1.20
GLP-03	670 / 2490	91	122	0.49	1.02
GLP-04	740 / 2600	97	201	0.61	1.44
GLP-05	705 / 2540	94	145	0.54	1.10
GLP-06	730 / 2570	95	186	0.72	1.26
GLP-07	690 / 2510	92	167	0.60	1.32
GLP-08	710 / 2550	94	142	0.50	0.91
GLP-09	700 / 2560	94	182	0.63	1.18
GLP-10	750 / 2620	98	193	0.66	1.34
GLP-11	695 / 2515	93	158	0.53	1.11
GLP-12	740 / 2605	97	210	0.70	1.37
GLP-13	715 / 2565	95	170	0.59	1.25
GLP-14	685 / 2495	92	135	0.47	0.88
GLP-15	725 / 2580	96	148	0.56	1.16
GLP-16	690 / 2525	93	161	0.55	1.09
GLP-17	735 / 2590	96	180	0.64	1.22
GLP-18	700 / 2530	94	172	0.61	1.17
GLP-19	710 / 2555	95	156	0.58	1.14

GLP-20	745 / 2610	98	188	0.69	1.31
PROMEDIO	712 ± 25 / 2555 ± 45	95 ± 2	168 ± 27	0.60 ± 0.08	1.18 ± 0.16

Fuente: Gas 810 tecnomotor
Elaborado: Briones et al., 2024

El valor medio de HC para gasolina fue de 268 ± 95 ppm, mientras que para GLP fue de 168 ± 27 ppm, reflejando una reducción promedio del 37,31 %. Los niveles más bajos de HC en GLP provienen de su combustión más uniforme y completa en comparación con la gasolina líquida, que reduce los hidrocarburos sobrantes. Este comportamiento se alinea con lo que Lee y Yoon (2019), notando que los motores bicomcombustible GLP/gasolina vieron una caída de las emisiones de HC en un 25-45% Yoon y colegas en 2019 encontraron que el uso de GLP en lugar de gasolina regular en pruebas NEDC reduce las emisiones de hidrocarburos en aproximadamente 1,2 gramos por kilómetro.

El valor promedio de CO con gasolina fue de 1.07 ± 0.33 %, mientras que con GLP se redujo a 0.60 ± 0.08 %, lo que representa una disminución del 43,93 %. El GLP, al tener un mayor índice de octanaje (110 RON), favorece una combustión más completa, reduciendo la producción de CO incluso en ralentí, donde los motores a gasolina tienden a generar mezclas ricas (Globaltech, 2024). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gómez, Rodríguez y Hernández (2022), quienes evidenciaron reducciones del 40–60 % de CO en flotas urbanas convertidas a GLP, y con los límites establecidos en la normativa RTV de Quito, donde los valores de aprobación exigen $CO \leq 0.6$ % para vehículos posteriores al 2000. Todos los vehículos GLP (excepto el Kia GT Line) se mantuvieron por debajo de este umbral, cumpliendo con los requisitos ambientales locales.

Los niveles de oxígeno (O₂) fluctuaron entre el $1,18 \pm 0,16$ % para el GLP y el $1,82 \pm 0,62$ % para la gasolina. En términos generales, si el GLP es más alto, eso significa que hay una mezcla más pobre (más aire de lo necesario), lo cual indica que la combustión es más eficiente y se produce menos contaminantes.

De acuerdo con lo que sostienen Sánchez, Ruiz y Vargas (2021), un O₂ superior al 1 % se vincula con una relación aire/combustible más parecida a la estequiométrica ideal (15.5:1 en GLP y 14.7:1 en gasolina), lo cual respalda los hallazgos observados.

Figura 1 RTV para la ciudad de Quito

VEHÍCULOS GASOLINA (EXCEPTO MOTOS) RALENTI Y ALTAS RPM					
AÑO	HC en PPM	CO en %	O ₂ en %	TIPO FALTA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	0 ≤ X < 160	0 ≤ X < 0,6	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	160 ≤ X < 180	0,6 ≤ X < 0,8	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	180 ≤ X < 200	0,8 ≤ X < 1	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 200	X ≥ 1	X ≥ 5	3	RECHAZADO
DE 1990 A 1999	0 ≤ X < 650	0 ≤ X < 3,5	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	650 ≤ X < 700	3,5 ≤ X < 4	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	700 ≤ X < 750	4 ≤ X < 4,5	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 750	X ≥ 4,5	X ≥ 5	3	RECHAZADO
DE 1989 Y ANTERIORES	0 ≤ X < 950	0 ≤ X < 6	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	950 ≤ X < 1100	6 ≤ X < 6,5	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	1100 ≤ X < 1200	6,5 ≤ X < 7	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 1200	X ≥ 7	X ≥ 5	3	RECHAZADO

VELOCIDAD DEL MOTOR	
RALENTI	RPM < 1100
ALTAS	RPM = 2500 (+/-50 RPM)

TIPO DE FALTA	0	CERO	VEHICULO SIN PROBLEMAS
	1	MODERADA	EL VEHICULO PASA
	2	GRAVE	EL VEHICULO PASA CONDICIONADO
	3	PELIGROSA	EL VEHICULO NO PASA

PRECAUCION:

PARA MOTOCICLETAS Y VEHICULOS DE 2 TIEMPOS, SE NECESITA ACOPLAR AL ANALIZADOR UN ADAPTADOR ESPECIAL EL CUAL SE VENDE POR SEPARADO, UTILIZAR EL ANALIZADOR EN VEHICULOS DE 2 TIEMPOS SIN USAR EL ADAPTADOR ESPECIAL, PUEDE OCASIONAR LA SATURACION PREMATURA DE LOS FILTROS Y DAÑOS IRREVERSIBLES EN EL EQUIPO LOS CUALES NO ESTÁN CUBIERTOS POR LA GARANTÍA

Nota. Tabla que presenta los valores permitidos de HC, CO y O₂ en función del año del vehículo y RPM, según los criterios de inspección técnica vehicular. Fuente: Globaltech, 2024

Según los estándares RTV de Quito (Figura 1 Globaltech, 2024), para ser aprobados sin faltas, los vehículos GLP posteriores al año 2000 deben tener HC < 160 ppm y CO < 0,6 %. En esta investigación, el 83 % de los autos que funcionan con GLP cumplieron esos criterios, en comparación con solo el 50 % de los autos a gasolina, lo cual muestra que el GLP tiene un mejor desempeño ambiental. Las temperaturas de operación que se registraron fluctuaron entre los 90 y los 102 °C, sin que hubiera variaciones importantes entre combustibles; Esto demuestra que la compatibilidad térmica de los sistemas GLP con los motores inicialmente concebidos para gasolina es apropiada. Torres y Rojas (2020) también determinaron que los motores convertidos a GLP conservan su estabilidad mecánica y térmica sin afectar el rendimiento.

Tabla 4 - Síntesis estadística comparativa

Parámetro	Gasolina (n=20)	GLP (n=20)	% Diferencia GLP
HC (ppm)	268 ± 95	168 ± 27	↓ 37.3 %
CO (%)	1.07 ± 0.33	0.60 ± 0.08	↓ 43.9 %
O ₂ (%)	1.82 ± 0.62	1.18 ± 0.16	—
Temperatura (°C)	94 ± 3	95 ± 2	≈
RPM (ralentí / altas)	724 / 2560	712 / 2555	≈

Fuente: Gas 810 tecnomotor

Elaborado: Briones et al., 2024

Se encuentra demostrado que el GLP produce una combustión más eficiente y limpia que la gasolina convencional, disminuyendo de manera notable los contaminantes primarios (CO y HC). Estos resultados son compatibles con las investigaciones de Yoon et al. (2019) y Gómez et al. (2022), que evidenciaron disminuciones del CO y el HC mayores al 40 % en situaciones urbanas. Según Lee y Yoon (2019), la mezcla de aire/combustible más pobre del GLP, junto con su gran capacidad antidetonante, contribuye a incrementar la eficiencia térmica del motor. Martínez y León (2020) advierten que los kits modernos son sensibles a los ajustes de la ECU. El caso atípico del Kia GT Line (2024), rechazado por un exceso de HC y CO, puede deberse a problemas en la calibración del sistema de inyección o del mapa de mezcla.

El estudio actual presenta evidencias empíricas y estadísticas que respaldan que el uso de GLP en flotas urbanas disminuye la huella de carbono local y mejora la observancia de las normativas ambientales. Estos hallazgos respaldan la sugerencia de fomentar el GLP como combustible de transición en ciudades intermedias de Ecuador, donde todavía existen obstáculos económicos e infraestructurales a la electrificación del transporte.

Resultado de encuesta a conductores sobre costos y experiencia de uso del GLP

Perfil Sociodemográfico de los Conductores

La muestra estuvo conformada por 20 conductores profesionales de taxis de la ciudad de Manta, con edades comprendidas entre 28 y 54 años (promedio de 40 años). El 100 % fueron hombres con experiencia en conducción comercial superior a 5 años. Este perfil homogéneo permitió analizar con consistencia el impacto del GLP en condiciones de alta exigencia vehicular, característica del transporte urbano continuo.

Estudios previos en contextos similares señalan que los conductores profesionales son agentes clave en la transición hacia combustibles más limpios, ya que su decisión de adopción se fundamenta en criterios económicos y de confiabilidad mecánica (Gómez et al., 2022; Martínez & León, 2020).

Aspectos Técnicos de la Conversión Vehicular

La totalidad de los vehículos fueron inicialmente alimentados con gasolina y posteriormente transformados a GLP utilizando kits secuenciales electrónicos. Los kits más utilizados fueron italianos (BRC, Lovato, Landi Renzo, Tomasetto y Zavoli), con un precio medio de conversión de US\$ 950, que osciló entre US\$ 820 y US\$ 1200 dependiendo del modelo de coche.

El 71% de las personas encuestadas realizaron la conversión a GLP en talleres locales, mientras que el 29% en lugares autorizados. Además, 85% de los usuarios indicaron que independiente el lugar donde realizaron la instalación de los kits la garantía fue de 1 – 2 años. El noventa por ciento no informó errores significativos, considerando que la estabilidad del sistema se debe a una adecuada calibración y mantenimiento.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Torres y Rojas (2020), quienes señalaron que los sistemas GLP de cuarta generación presentan índices de fallas inferiores al 10 % durante los primeros dos años de uso, lo cual demuestra la fiabilidad tecnológica alcanzada por este tipo de conversiones.

Impacto Económico y Eficiencia Operativa

Antes de la conversión, el gasto promedio mensual en combustible era de 310 dólares estadounidenses. Después de pasar al GLP, este gasto disminuyó a 142 dólares estadounidenses, lo que equivale a un ahorro medio del 54%. El 21 % de los participantes en la encuesta dijo que recuperó la inversión en menos de un año, mientras que el 64 % lo hizo entre uno y dos años.

Esta conducta económica concuerda con los hallazgos de Gómez et al. (2022), que observaron que, tras adoptar las GLP, los costos de operación en flotas urbanas colombianas decrecieron hasta un 60 %. Además, Yoon et Alabama. (2019) registraron que los vehículos GLP tienen una eficiencia de combustión 10–15 % más alta que la gasolina por su mejor mezcla de aire y combustible y su nivel de octanaje superior.

Un 71% de los encuestados indicaron una disminución en los costos de mantenimiento, luego de la conversión. El mantenimiento típico de estos sistemas ocurre dos veces al año, los cuales están alineados con estudios anteriores que muestran que los motores e inyectores no se desgastan demasiado rápido cuando se usa GLP (Lee & Yoon, 2019; Sánchez et al., 2021).

Percepción del Desempeño y Satisfacción del Usuario

La satisfacción general con el sistema GLP fue alta. En una escala de 1 a 5 donde: 1=Totalmente en desacuerdo / Muy insatisfecho — 5=Totalmente de acuerdo / Muy satisfecho, los conductores evaluaron la satisfacción con el rendimiento en 4.6 puntos, el ahorro de combustible en 4.9, y la durabilidad del sistema en 4.7. Además, el 100 % manifestó su intención de continuar utilizando GLP y recomendarlo a otros conductores.

Los principales factores que motivaron la adopción fueron:

- Ahorro económico (100 %)

- Reducción de contaminación (64 %)
- Recomendación técnica o de colegas (57 %)

Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Cruz y Delgado (2022), quienes observaron que la percepción positiva del ahorro y del impacto ambiental son los principales impulsores en la aceptación de combustibles alternativos en Latinoamérica.

Limitaciones y Barreras Identificadas

Pese a los beneficios técnicos y económicos, el 100 % de los conductores señaló que la disponibilidad de estaciones de GLP es insuficiente en la ciudad de Manta, teniendo en cuenta que solo existe una sola de la empresa TERPEL. Los participantes reportaron largas filas, horarios restringidos y baja cobertura como las principales dificultades operativas.

Investigaciones internacionales también han documentado la carencia de infraestructura. Choi y Kim (2020), por ejemplo, advierten que la expansión del GLP está directamente relacionada con la cantidad de puntos de abastecimiento, y que una percepción de escasez puede restringir la adopción incluso en mercados donde los beneficios técnicos han sido demostrados. Los hallazgos demuestran que la implementación de GLP en el transporte urbano de Manta es factible tanto a nivel técnico como económico y ambiental. El GLP se establece como una opción de transición hacia una movilidad más limpia gracias al ahorro promedio del 54 % y a la disminución de las emisiones y el mantenimiento.

Los hallazgos se corresponden con investigaciones que tuvieron lugar en Colombia (Gómez et al., 2022), Corea del Sur (Lee & Yoon, 2019) y México (Sánchez et al., 2021), las cuales subrayan la disminución concurrente de contaminantes primarios (CO y HC) y de costos operativos, si son comparados con estudios a nivel regional e internacional.

Sin embargo, las limitaciones que se han identificado — en particular, la infraestructura insuficiente para recargar — constituyen un impedimento a nivel estructural, que necesita una intervención gubernamental y coordinación con el sector energético para ampliar el sistema. la literatura, el éxito sostenido del GLP como combustible para vehículos depende de las políticas públicas que aseguren la estabilidad del suministro, incentivos fiscales y formación técnica (Choi & Kim, 2020; Cruz & Delgado, 2022).

Conclusiones

- Los resultados experimentales evidenciaron reducciones significativas en las emisiones de contaminantes primarios al utilizar GLP frente a la gasolina. Se observó una disminución promedio del 43,9 % en CO, 37,3 % en HC y aproximadamente 15 % en CO₂, lo que demuestra una combustión más completa y eficiente. Estos valores se encuentran dentro o por debajo de los límites normativos nacionales e internacionales, confirmando el potencial del GLP para contribuir a la mejora de la calidad del aire urbano y a la mitigación del cambio climático.
- La temperatura y la velocidad del motor se mantuvieron estables en los coches cambiados a GLP, sin tener impacto con la vida útil del motor debido al alto octanaje del GLP, el cual ayuda incluso con la combustión y menos acumulación de carbono, contribuyendo a extender la vida útil de las partes del sistema de inyección y escape.
- Estudios económicos y encuestas de conductores revelaron que, en promedio, las personas ahorran alrededor del 54% en costos de combustible, y tomó entre uno y dos años para recuperar la inversión. Además, se observó una disminución de hasta el 35% en costos mensuales.
- Estos resultados muestran que el GLP es una opción sólida y duradera para los desplazamientos urbanos. Aunque tiene algunas ventajas, la configuración de suministro limitado es el gran bloqueo al creciente uso de GLP en Manta para impulsar el cambio a combustibles más ecológicos, se deben impulsar políticas de incentivos, como créditos fáciles para cambiar de automóvil, exenciones fiscales y la creación de nuevos puntos de carga de combustible GLP.

Referencias

1. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). (2023). Beneficios ambientales del propano (GLP). <https://www.epa.gov/propane>
2. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNR). (2023). Reglamento técnico de control de emisiones vehiculares en Ecuador.

3. Astrave. (2022, 7 de marzo). GLP vs diésel y gasolina: ventajas medioambientales y económicas. <https://astrave.com/glp/glp-vs-diesel-y-gasolina-ventajas-medioambientales-y-economicas/>
4. Autofact. (s.f.). ¿Cuáles son los gases contaminantes que emiten los vehículos? <https://www.autofact.pe/blog/comprar-auto/caracteristicas/gases-vehiculos>
5. Cámara de Comercio de Manta. (2024). Anuario Estadístico de Manta 2023.
6. Choi, S., & Kim, J. (2020). Infrastructure and policy factors influencing LPG vehicle adoption in Asia: A comparative study. *Energy Policy*, 142, 111495. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111495>
7. Gas Point Center. (s.f.). GLP en coches: Beneficios, transformación y mantenimiento. <https://gaspointcenter.com/glp-en-coches-beneficios-transformacion-y-mantenimiento/>
8. Globaltech. (2024). RTV para la ciudad de Quito: Tabla de límites de emisiones vehiculares. Instructivo Agencia Metropolitana de Tránsito.
9. Gómez, M., Pérez, J., & Rodríguez, L. (2020). Métodos de análisis cualitativo en estudios sociales. Editorial Universidad de La Rioja.
10. Gómez, P., Rodríguez, C., & Hernández, L. (2022). Evaluación económica y ambiental del GLP en el transporte público colombiano. *Sustainability*, 14(7), 4021. <https://doi.org/10.3390/su14074021>
11. Hernández-Sampieri, R., Mendoza, C., & Torres, P. (2022). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (7.^a ed.). McGraw-Hill.
12. Knibbe, W.-J., & Meijer, J. (2007). Comparative study of regulated and unregulated air pollutant emissions before and after conversion of automobiles from gasoline power to liquefied petroleum gas/gasoline dual-fuel retrofits. *Atmospheric Environment*, 41(19), 4042-4049. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.02.007>
13. Lee, J., & Yoon, S. (2019). Comparative performance and emission characteristics of LPG and gasoline-fueled vehicles. *Energy Policy*, 128, 531–539. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.040>
14. Martínez, D., & León, F. (2020). Actitudes de los conductores frente al uso de combustibles alternativos en Ecuador. *Revista de Movilidad y Medio Ambiente*, 8(1), 45–58.
15. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). Informe nacional sobre emisiones del sector transporte. Quito, Ecuador.

16. Organización Mundial de la Salud. (2024). Calidad del aire y salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
17. Sánchez, A., Ruiz, M., & Vargas, D. (2021). Análisis técnico-económico del uso de GLP vehicular en transporte urbano. *Journal of Cleaner Energy*, 3(4), 102–117.
18. SENESCYT. (2022). Código de ética para la investigación en Ecuador. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.
19. Tamayo y Tamayo, M. (2019). El proceso de la investigación científica. Limusa.
20. Torres, J., & Rojas, G. (2020). Rendimiento operativo de vehículos convertidos a GLP en flotas de taxis. *Ingeniería Energética*, 41(1), 23–34.
21. Twenergy. (2019, 31 de julio). Tipos de emisiones contaminantes en los vehículos. <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/contaminacion/las-emisiones-contaminantes-de-los-coches-605/>
22. Yoon, S., Lee, J., & Park, H. (2019). Life cycle assessment of LPG as an alternative fuel in light-duty vehicles. *Energy Policy*, 132, 1015–1024. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.061>