



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Panorama del gas natural vehicular en México

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Petrolero

P R E S E N T A

Enoc Isaí Pérez García

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Dorantes Sevilla



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025

Índice

Introducción.....	1
Objetivo.....	3
Capítulo I.- Gas natural.....	4
1.1 Gas natural	4
1.2 Propiedades fisicoquímicas	4
1.2.1 Origen.....	4
1.2.2 Composición internacional.....	4
1.2.3 Instituciones que rigen la calidad del gas natural internacional	6
1.2.4 Poder calorífico	7
1.2.5 Impurezas	8
1.2.6 Composición nacional.....	9
1.2.7 Normas que rigen la calidad del gas natural nacional.....	10
1.3 Beneficios, usos y aplicaciones del gas natural	12
1.3.1 Sectores de consumo	12
1.3.2 Beneficios	15
1.3.3 Comparativa de poder calorífico	17
1.3.4 Producción de contaminantes	18
1.3.5 Riesgos	20
1.3.5.1 Salud y medio ambiente.....	20
Capítulo II.- Producción nacional, procesamiento e importación	21
2.1 Regiones de producción de Gas Natural	21
2.2 Producción nacional.....	26
2.2.1 Centro procesador de gas.....	27
2.2.1.1 Procesamiento	29
2.2.1.2 Capacidad nominal	37
2.2.1.3 Capacidad operativa.....	38
2.2.1.4 Principales cuencas de producción	44
2.2.1.5 Centros procesadores de gas natural en México.....	45
2.3 Importación.....	46
Capítulo III.- Contexto histórico de las tecnologías del transporte y el combustible.....	52
3.1 Contexto mundial.....	52
3.1.1 Mercado mundial de combustibles	52

3.1.1.1	Producción Gasolina, Diesel y Gas Natural.	53
3.1.1.2	Comercio de Gasolina, Diesel y Gas Natural.	56
3.1.1.3	Consumo Gasolina, Diesel y Gas Natural.....	60
3.2	Línea del tiempo de las tecnologías del transporte.....	62
3.3	Ventajas del consumo de gas natural vehicular	64
3.4	Comparativa entre los precios de los combustibles	65
3.5	Comparativa de producción CO ₂	71
Capítulo IV.- Logística para desarrollar la actividad de gas natural vehicular y atender las necesidades del usuario final		74
4.1	Permisos otorgados por la CRE	74
4.2	Mapa de los gasoductos de México	76
4.2.1	Información técnica sobre los gasoductos	77
4.2.1.1	Longitud y capacidad	77
4.3	Estaciones de servicio de Gas Natural en México.....	82
4.3.1	Normas que rigen las instalaciones de aprovechamiento de gas natural	82
Capítulo V.- Gas Natural Vehicular en México.....		91
5.1	Situación actual del gas natural vehicular en México	91
5.1.1	Comparativa entre la Gasolina, el Diesel, el Gas LP y el Gas Natural Vehicular	93
5.1.2	Precios.....	93
5.1.3	Rendimiento por combustible	95
5.2	Accesibilidad a expendios al público	96
5.3	Normas que regulan el uso de Gas Natural Vehicular	97
5.4	Beneficios gubernamentales que ofrece el uso del Gas Natural Vehicular	100
5.5	Comparativa entre los países alrededor del mundo y México con respecto al uso de GNV.....	101
5.5.1	Porcentaje del parque vehicular que utiliza Gas Natural Vehicular	101
5.5.2	Políticas aplicadas que fomentan el uso del Gas Natural Vehicular	106
Conclusión.....		110
Anexo 1.- Conversión vehicular al uso de Gas Natural Vehicular en México.....		112
1.1	Tramites gubernamentales.....	112
1.2	Costo económico	114
1.2.1	Accesorios necesarios para la conversión.....	115
1.1.2	Proceso de conversión.....	120
Bibliografía:.....		121

índice de ilustraciones.

Tabla 1.1.2-1 Composición del gas natural en el mercado Estadounidense.	5
Tabla 1.1.2-2 Composición del Gas Natural en el mercado Europeo.	5
Tabla 1.1.3-1 Organismos internacionales reguladores de hidrocarburos.	6
Tabla 1.1.4-1 Poder calorífico del gas natural.	8
Tabla 1.1.6-1 Composición del Gas Natural nacional.	10
Tabla 1.1.7-1 Unidades de medida de la NOM-010-ASEA-2016.	11
Tabla 1.2.3-1 Poder calorífico por combustible.	17
Tabla 2.2.1.2-1 Capacidad nominal de los centros procesadores de Gas Natural.	38
Tabla 2.2.1.3-1 Endulzamiento de Gas Natural por centro procesador de gas.	39
Tabla 2.2.1.3-2 Recuperación de líquidos del gas dulce por centro procesador de gas.	40
Tabla 2.2.1.3-3 Fraccionamiento de líquidos por centro procesador de gas.	42
Tabla 2.2.1.5-1 Centros procesadores de gas en México.	45
Tabla 2.3-1 Importación de Gas Natural en México mediante Gasoducto y camión.	47
Tabla 2.3-2 Importación de Gas Natural por punto de internación.	49
Tabla 2.3-3 Comparativa entre la importación y producción de Gas Natural en México (MMPCD).	50
Tabla 3.4-1 Comparativa internacional entre los precios de la gasolina.	66
Tabla 3.4-2 Comparativa internacional entre los precios del diesel.	67
Tabla 3.4-3 Comparativa internacional entre los precios del Gas LP.	69
Tabla 3.4-4 Comparativa internacional entre los precios del Gas Natural para el sector industrial.	70
Tabla 3.4-5 Comparativa entre precios del Gas Natural para el sector doméstico.	70
Tabla 3.5-1 Comparativa entre la producción de CO ₂ por combustible.	72
Tabla 4.2.1.1-1 Información técnica sobre los gasoductos en operación.	77
Tabla 4.2.1.1-2 Información técnica de los gasoductos en desarrollo.	80
Tabla 4.2.1.1-3 información sobre los gasoductos en proyecto.	81
Tabla 5.1.2-1 Promedio de precios de la gasolina reportados en el territorio nacional.	93
Tabla 5.1.2-2 Promedio de precios de Gas Natural Reportados en el territorio nacional.	93
Tabla 5.1.2-3 Precios promedio del Gas LP por entidad federativa.	94
Tabla 5.1.2-4 Promedio General de los precios del Gas LP.	94
Tabla 5.5.1-1 Comparativa entre el porcentaje del parque vehicular en países de América que funcionan a partir del Gas Natural.	103
Tabla 5.5.1-2 Comparativa entre el porcentaje del parque vehicular en países de la Union Europea que funcionan a partir del Gas Natural.	104
Gráfico 1.2.1-1 Consumo de Gas Natural en la Union Europea.	14
Gráfico 1.2.3-1 Comparativa de poder calorífico por combustible.	18
Gráfico 2.1-1 Promedio de producción de Gas natural por región.	25
Gráfico 2.1-2 Porcentaje de participación de cada región en la producción nacional de Gas Natural.	26
Gráfico 2.2-1 Comparativa de la producción nacional de Gas Natural CNIH – SENER.	27

Gráfico 2.2.1.3-1 Porcentaje de aprovechamiento del procesamiento de endulzamiento de gas amargo por centro de procesamiento de Gas Natural.	39
Gráfico 2.2.1.3-2 Porcentaje de participación por centro procesador de gas en el proceso de endulzamiento de gas amargo.	40
Gráfico 2.2.1.3-3 Porcentaje de aprovechamiento del proceso de recuperación de líquidos del gas dulce por centro procesador de gas.	41
Gráfico 2.2.1.3-4 Porcentaje de participación por centro procesador de gas en el proceso de recuperación de líquidos de gas dulce.	42
Gráfico 2.2.1.3-5 Porcentaje de aprovechamiento del proceso de fraccionamiento de líquidos del Gas Natural.	43
Gráfico 2.2.1.3-6 Porcentaje de participación por centro procesador de gas en el proceso de fraccionamiento de líquidos.	44
Gráfico 2.3-1 Importación de gas natural en México mediante gasoductos.	48
Gráfico 2.3-2 Importación de Gas Natural mediante camión.	48
Gráfico 2.3-3 Importación de Gas Natural por punto de internación.	49
Gráfico 2.3-4 Comparativa entre la importación y la producción de Gas Natural en México.	50
Gráfico 3.1.1.1-1 Principales países productores de Gasolina y Diesel 2022.	54
Gráfico 3.1.1.1-2 Principales países productores de Gas Natural 2022.	54
Gráfico 3.1.1.1-3 Tendencia de producción de Gasolina y Diesel por región 1990-2022.	55
Gráfico 3.1.1.1-4 Tendencia de producción de Gas Natural por región 1990-2022.	55
Gráfico 3.1.1.2-1 Principales países exportadores de Gasolina y Diesel 2022.	56
Gráfico 3.1.1.2-2 Principales países exportadores de gas natural 2022.	57
Gráfico 3.1.1.2-3 Principales países importadores de Gasolina y Diesel 2022.	58
Gráfico 3.1.1.2-4 Principales países importadores de Gas Natural 2022.	58
Gráfico 3.1.1.2-5 Balance comercial de Gasolina y Diesel por región 2022.	59
Gráfico 3.1.1.2-6 Balance comercial de Gas Natural por región 2022.	59
Gráfico 3.1.1.3-1 Principales países consumidores de Gasolina y Diesel 2022.	60
Gráfico 3.1.1.3-2 Principales consumidores de Gas Natural 2022.	61
Gráfico 3.1.1.3-3 Tendencia de consumo de Gasolina y Diesel por región 1990-2022.	61
Gráfico 3.1.1.3-4 Tendencia de consumo de Gas Natural por región 1990-2022.	62
Gráfico 3.4-1 Comparativa de los precios internacionales de los combustibles.	71
Gráfico 3.5-1 Generación de CO ₂ por combustible.	73
Gráfico 3.5-2 Histórico de generación de CO ₂ por combustible 1990-2021.	73
Gráfico 5.1-1 Matriz energética de México.	92
Gráfico 5.1-2 Generación eléctrica en México por tipo de energía.	92
Gráfico 5.1.2-1 Comparativa de precios entre las Gasolinas, Diesel, Gas Natural Vehicular y el Gas LP.	95
Gráfico 5.1.3-1 Rendimiento por combustible.	96
Gráfico 5.2-1 Comparativa entre el número de estaciones de servicio de Gasolina, Diesel y Gas Natural Vehicular y centros de carburación existentes dentro de la república mexicana.	97
Gráfico 5.5.1-1 Porcentaje del parque vehicular que funciona a partir de GNV en países de la unión Europea y en países de América.	104
Gráfico 5.5.1-2 Comparativa entre precios para la conversión de vehículos a GNV.	105

Ilustración 1.2.2-1	Beneficios del gas natural	17
Ilustración 2.2.1-1	Proceso de separación de Gas Natural	30
Ilustración 2.2.1-2	Proceso de endulzamiento de gas natural.	31
Ilustración 2.2.1-3	Proceso de recuperación de azufre.....	33
Ilustración 2.2.1-4	Proceso de remoción de mercurio del Gas Natural.	35
Ilustración 2.2.1-5	Proceso de rechazo de nitrógeno mediante destilación criogénica.	36
Ilustración 2.2.1-6	Procesamiento de gas natural.....	37
Ilustración 3.2-1	Línea del tiempo de las tecnologías del transporte.	63
Ilustración 5.5.2-1	Holograma otorgado al realizar el cambio al uso de Gas Natural.	114
Ilustración 5.5.2-1	Filtro de Gas Natural Vehicular.....	115
Ilustración 5.5.2-2	Manómetro.....	115
Ilustración 5.5.2-3	Inyectores.	116
Ilustración 5.5.2-4	Electroválvula.....	116
Ilustración 5.5.2-5	Control central eléctrico.	117
Ilustración 5.5.2-6	Regulador de presión.....	117
Ilustración 5.5.2-7	Conmutador de Gas/GNV.	118
Ilustración 5.5.2-8	Tubería.....	118
Ilustración 5.5.2-9	Válvula para cilindro.....	119
Ilustración 5.5.2-10	Válvula de carga	119
Ilustración 5.5.2-11	Cilindro de Almacenamiento.	120
Mapa 2.1-1	Región Marina Noreste.	21
Mapa 2.1-2	Región Marina Suroeste.	22
Mapa 2.1-3	Región Norte.....	23
Mapa 2.1-4	Región Norte.....	24
Mapa 2.2.1.5-1	Ubicación de los centros procesadores de gas en México.	46
Mapa 4.2-1	Red de principales gasoductos en México.	77
Mapa 4.2.1-1	Estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular.	82

Agradecimientos

Jamás podre tener las palabras correctas para cada uno de los que influyeron en mí a lo largo de mi vida, a todos aquellos que me animaron a no permanecer en mi zona de confort, a los que me mostraron el amor que tenían por mí cuando más miedo sufrí, pues es gracias a ellos que los días más oscuros de mi vida se iluminaron, dentro de mí sé que todos ellos no lo hicieron en búsqueda de retribución no obstante, hoy quiero dedicarles unas cuantas palabras.

Creo fervientemente que el agradecimiento es la memoria del corazón y por esto agradezco principalmente a mis padres, Lilia Garcia Córdova, quien me dio la vida y religiosamente procuro mi bienestar, con quien por más discusiones tenga siempre olvida nuestros desacuerdos cuando se trata de demostrarme amor, por otra parte y lógicamente mi padre Alfredo Pérez Esquivel quien día a día ha trabajado de manera incansable con la finalidad de que sus hijos logren sus metas, y que de igual manera nunca ha faltado en los momentos en los que se le necesita, pues para él siempre antes que todo está el amor por sus hijos, ambos lo han dado todo por mí.

También quiero agradecer al ingeniero Eduardo Dorantes Sevilla, no solo por ser mi director de tesis, sino también por ser una guía en mi carrera profesional, quien me animo a tomar riesgos y a buscar superarme día a día, de igual manera al ingeniero Oscar Hernández Hernández, quien se tomó el tiempo para transmitirme su conocimiento sobre el trabajo de campo, además de ser un impulso dentro de mi carrera, dándome la oportunidad de expandir mis horizontes y buscar nuevas oportunidades.

Creo fielmente que los amigos son miembros de tu familia que tienes el privilegio de elegir, por esto quiero agradecer a Eduardo Bello, José de la Peña, Laiza Sharlene, Nickol Ramírez, Mar Nava, José Menchaca, quienes no solo desempeñaron la función de ser amigos entre clases o en los ratos libres, si no también estuvieron cuando tuve problemas y aflicciones que por momentos y tal vez sin su conocimiento, fueron la motivación que me faltaba para continuar con mi etapa estudiantil.

Por último, quiero dar gracias a Jazmín Carolina Tamayo Castillo quien fue mi apoyo, mi inspiración, mi consejera, mi motivación, mi compañera, a quien dedico mis logros

y en quien me refugio en mis fracasos, quien no tuvo reparo en corregirme cuando estaba haciendo las cosas mal, y quien era la primera en alegrarse por mis logros.

A todos ellos y aquellos a los que no menciono, les agradezco por todo.

Introducción

El presente trabajo busca mostrar el potencial que posee el Gas Natural dentro del territorio mexicano, planteando las ventajas que presenta su consumo en relación con el consumo de otros combustibles presentes en el mercado, ventajas como una menor cantidad en la emisión de contaminantes, un menor costo, mayor seguridad de manejo y una mayor versatilidad de empleo.

Al comienzo se expone al gas natural como molécula, es decir su clasificación, la composición necesaria para ser distribuido y comercializado, su poder calorífico y las impurezas con las que es producido, respecto a su composición se presentan las instituciones y normas que regulan la calidad del gas natural a nivel nacional e internacional, para posteriormente ubicar al gas natural como producto, mostrando los sectores de consumo en los que se encuentra y los beneficios que presenta en cada uno.

Se exponen las estadísticas recuperadas de dependencias gubernamentales en relación con los niveles de producción de gas natural que presenta México, de igual manera con la capacidad instalada de procesamiento con la que se cuenta en comparación al porcentaje de procesamiento que se lleva a cabo dentro de estos, para finalizar mostrando el volumen que se reporta para poder cubrir con la demanda nacional.

Posteriormente, se busca ubicar el gas natural dentro del contexto mundial del comercio hidrocarburos y sus productos derivados, para comparar el comportamiento del gas natural en comparación con los combustibles como la gasolina y el diesel y presentar el nivel de consumo que existe en otros países en comparación con México, con la finalidad de mostrar las ventajas que presentan los sectores en los que estos países emplean el gas natural.

Se muestra la logística existente dentro del territorio mexicano, desde los permisos y normas, así como la infraestructura para llevar a cabo las actividades necesarias para distribuir y comercializar el gas natural, dentro de esto se presenta una comparativa

entre precios, eficiencia de consumo así como la infraestructura de servicio existente para cubrir con la demanda de los demás combustibles disponibles en México.

Para concluir se detalla la situación en la que se encuentra el gas natural vehicular en México, en comparación con combustibles como la gasolina y el diesel, en rubros como el precio, la accesibilidad de expendios al público y las normas que rigen el correcto uso del gas natural vehicular dentro del territorio nacional, contrastando lo anterior mostrando el porcentaje vehicular con el que cuentan y las políticas con las que los países alrededor del mundo implementaron o se encuentran implementando el uso de gas natural vehicular, identificando el procedimiento legal, técnico y coste económico necesario para realizar la conversión al uso del gas natural vehicular dentro del territorio mexicano.

Objetivo

En el presente trabajo de investigación documental se muestra el panorama general del gas natural dentro y fuera del territorio mexicano, mediante la presentación de los datos estadísticos referentes al gas natural, ya sea en su producción, comercio y sectores de consumo, además de los entes regulatorios y normas existentes en torno al gas natural pues se busca plantear las áreas de oportunidad que ha mostrado a lo largo del tiempo en aquellos países que han optado por su consumo, centrándose en la aplicación del gas natural vehicular como fuente de energía para los vehículos adaptados a su uso para exponer las ventajas en el área de salud, ambiental y económica que resulta del consumo del gas natural, contrastando con las deficiencias de infraestructura presentes en México para satisfacer las necesidades del usuario final.

Capítulo I.- Gas natural

1.1 Gas natural

1.2 Propiedades fisicoquímicas

1.2.1 Origen

Comúnmente se nombra de manera general Gas Natural, pero se debe entender que este se clasifica de manera más específica por su origen la Organización Latinoamericana de Energía [OLADE] et al. (2017)¹ nos dice que se puede clasificar de la siguiente manera:

Gas natural asociado:

Mezcla gaseosa de hidrocarburos que se produce asociada con el petróleo crudo. Generalmente contiene fracciones de hidrocarburos líquidos ligeros (condensables) por lo que se le llama frecuentemente “gas húmedo”.

Gas natural no asociado:

Mezcla gaseosa de hidrocarburos constituida principalmente por el metano obtenido de los campos de gas. Como en general no contiene condensables se le suele llamar “gas seco” o “gas libre”.

1.2.2 Composición internacional

Alrededor del mundo existen dependencias gubernamentales o privadas que se dedican a monitorear las actividades relacionadas al gas natural, mismas que proporcionan un estándar de la calidad que este debe tener, la International Organization for Standardization [ISO], (2013)², proporciona la ISO 13686:2013 Natural gas — Quality designation, que muestra las siguientes tablas.

¹ Organización Latinoamericana de Energía [OLADE], García, F. G., Yujato, M. Y., & Arenas, A. A. (2017). Manual de Estadística Energética 2017 (2.a ed.) [Internet]. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0380.pdf>

² International Organization for Standardization [ISO]. (2013, Junio). ISO 13686:2013 Natural gas — Quality designation. International Organization for Standardization. Recuperado 11 de agosto de 2023, de <https://www.iso.org/standard/53058.html>

Tabla 1.2.2-1 Composición del gas natural en el mercado Estadounidense.

Mercado estadounidense		
Propiedad	Unidades	Cantidad
Metano (CH ₄)	% vol.	93,3
Etano	% vol.	3,2
Propano (C ₃ H ₈)	% vol.	0,7
C ₄	% vol.	0,4
Total, de inertes (CO ₂ y N ₂)	% vol.	2,6
Poder calorífico	MJ/m ³	38,46
Gravedad específica	Adimensional	0,598

La ISO 13686:2013 Natural gas— Quality designation menciona que la información anterior puede tomarse como la calidad general dentro del territorio estadounidense, pero pueden existir variaciones mínimas en la cantidad de sus propiedades, debido a que se tiene que adecuar a las necesidades de la zona en la que es distribuido el gas natural.

Tabla 1.2.2-2 Composición del Gas Natural en el mercado Europeo.

Mercado Europeo		
Propiedad	Unidades	Cantidad
Metano	% vol.	70,0 - 98,0
Etano	% vol.	0,3 - 18,0
Propone	% vol.	< 8,0
Butano	% vol.	< 2,0
Pentano	% vol.	< 0,2
Nitrógeno	% vol.	< 30,0
Bióxido de carbono	% vol.	< 15,0

Respecto al mercado europeo lo que más importancia tiene sobre la calidad del gas natural es que el % vol. concuerde con la tabla anterior, haciendo especial énfasis en

que el % vol. del metano como propiedad del gas natural sea muy cercano al 98,0, además que las impurezas representen menos de 0,1 % vol. de la composición total del gas natural.

A partir de esto se puede observar que las calidades requeridas alrededor del mundo son muy altas, pero siguen teniendo cierto grado de tolerancia respecto a las cantidades de cada propiedad que conforman el gas natural, dependiendo la ubicación en la que se busca distribuir

1.2.3 Instituciones que rigen la calidad del gas natural internacional

Alrededor del mundo existen múltiples organismos que se encargan de regular las actividades relacionadas con la producción, transporte y distribución del gas natural, también se encargan de establecer las calidades del gas natural aceptada dentro de su territorio, así como vigilar que la calidad del gas natural para exportación, apegándose a las regulaciones internacionales, el Ente Nacional Regulador de Gas [ENARGAS] (2020)³ expone algunos de estos organismos, a continuación, se presenta una tabla con los organismos que son expuestos.

Tabla 1.2.3-1 Organismos internacionales reguladores de hidrocarburos.

PAIS	ORGANISMOS INTERNACIONALES	ACRONIMO
Argentina	Ente Nacional Regulador del Gas	ENARGAS
Bolivia	Agencia Nacional de Hidrocarburos	ANH
Brasil	Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles	ANP
Canadá	Alberta – Alberta Energy Regulator	AER
Canadá	National Energy Board	NEB
Chile	Comisión Nacional de Energía	CNE
Colombia	Comisión de Regulación de Energía y Gas	CREG
España	Comisión Nacional de los Mercados y Competencia	CNMC
México	Comisión Reguladora de Energía	CRE
Perú	Organismo Supervisor de la inversión de Energía	OSINERG

³ ENTE NACIONAL REGULADOR DE GAS [ENARGAS]. (2020). Reguladores de Energía. enargas.gob.ar. Recuperado 15 de agosto de 2023, de <https://www.enargas.gob.ar/secciones/enlaces-interes.php>

PAIS	ORGANISMOS INTERNACIONALES	ACRONIMO
UK	Office of the Gas and Electricity Markets	OFGEM
Uruguay	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua	URSEA
USA	Federal Energy Regulatory Commission	FERC

1.2.4 Poder calorífico

Este se puede clasificar en dos tipos, como expone la Secretaría de Energía [SENER] (2010)⁴ en la sección tercera de definiciones de la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, de la siguiente manera:

1. *Poder calorífico superior (Hs): es la cantidad de energía térmica producida por la combustión completa a presión constante de una unidad de volumen medido en base seca de gas natural con aire, a condiciones estándar, cuando los productos de la combustión se mantienen a una temperatura de 288,15 K y la entalpía del agua formada durante el proceso de combustión se determina en fase líquida.*
2. *Poder calorífico inferior (Hi): es la cantidad de energía térmica producida por la combustión completa a presión constante de una unidad de volumen medido en base seca de gas natural con aire, a condiciones estándar; cuando todos los productos de combustión se mantienen a la misma temperatura (condición estándar) en estado gaseoso.*

Tomando lo anterior como base se puede definir el poder calorífico como la cantidad de calor que se genera por kilogramo o metro cubico de combustible que se oxida de forma completa, teniendo como unidades más comunes [kcal/kg], [kcal/m³], [kJ/kg], [MJ/kg].

A continuación, se muestra la tabla que presenta La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE]⁵, (2023) sobre el poder calorífico del gas natural.

⁴ SENER. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010. En Diario Oficial de la Federación (DOF) (NOM-001-SECRE-2010). Recuperado 11 de julio de 2023, de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3997/sener/sener.htm>

⁵ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE]. (2023). LISTA DE COMBUSTIBLES Y SUS PODERES CALORÍFICOS 2023 QUE SE CONSIDERARÁN PARA IDENTIFICAR A LOS USUARIOS CON UN PATRÓN DE ALTO CONSUMO, ASÍ COMO LOS FACTORES PARA DETERMINAR LAS EQUIVALENCIAS EN TÉRMINOS DE BARRILES

Tabla 1.2.4-1 Poder calorífico del gas natural.

Combustible	Poder calorífico neto	Unidad de medida
Gas natural (promedio asociado y no asociado)	39.083	[MJ/m ³]
Gas natural asociado	40.357	[MJ/m ³]
Gas natural no asociado	37.808	[MJ/m ³]
Gas seco	33.543	[MJ/m ³]
Gas seco de exportación	55.804	[MJ/m ³]
Gas seco de importación	38.24	[MJ/m ³]

1.2.5 Impurezas

Al ser un producto recuperado ya sea como Gas asociado es decir extraído junto con petróleo o Gas no asociado lo que significa que fue recuperado sin petróleo crudo, en cualquiera de los casos, se producirá con contaminantes en su composición que, aun representando un pequeño porcentaje de la producción del gas natural, debe ser removido para el correcto transporte, almacenamiento, venta y uso, por lo que se emplean distintas etapas y procesos para su eliminación.

Cada proceso por el que el Gas Natural tiene que pasar elimina los contaminantes presentes cuando este es producido, tales como:

Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), Dióxido de Carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), Nitrógeno (N₂), Sulfuro de Carbonilo (COS), Monóxido de Carbono (CO), Agua (H₂O), Mercurio (Hg) (CABIMAS & LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, 2011⁶)

Todo esto con el fin de evitar la corrosión o el desgaste de los gasoductos por el que será transportado o los tanques en el que será almacenado, lo que se busca conseguir con llevar a cabo estos procesos es que la cantidad de contaminantes sea cercana a

EQUIVALENTES DE PETRÓLEO. En SENER. Secretaría de Energía. Recuperado 19 de julio de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/809207/lista_combustibles_y_sus_poderes_calorificos_2023.pdf

⁶ CABIMAS & LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA. (2011, agosto). Impurezas del gas natural. monografias.com. Recuperado 4 de febrero de 2024, de <https://www.monografias.com/docs/Impurezas-Del-Gas-Natural-F3QHYYTFJ8GNZ>

cero, pero es una cantidad imposible de obtener, pues siempre existirán remanentes diminutos dentro del gas natural, que serán aceptados hasta cierto punto.

Teniendo el conocimiento de que existirá un pequeño remanente de contaminantes, la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, respecto a los contaminantes presentes luego del proceso de eliminación de estos dice lo siguiente:

El gas natural, en el punto de transferencia de custodia que haya sido acordado entre las partes, debe estar técnicamente libre de:

- a) Agua, aceite e hidrocarburos líquidos.*
- b) Material sólido, polvos y gomas.*
- c) Otros gases que puedan afectar a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución o a los equipos o instalaciones de los usuarios. (SENER, 2010)*

1.2.6 Composición nacional

Dentro del territorio mexicano existen dependencias gubernamentales que se encargan de monitorear las actividades relacionadas con la producción, transporte, almacenamiento y venta de los hidrocarburos, en este caso la Secretaría de Energía (SENER) fue la encargada de plantear las normas que se tienen que seguir, presentando la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, que plantea la calidad con la que debe circular el gas natural dentro del territorio mexicano, a continuación se observan los valores vigentes para la clasificación del Gas Natural.

Tabla 1.2.6-1 Composición del Gas Natural nacional.

Propiedad	Unidades	Zona Sur	Resto del País
		A partir del 1 de enero de 2013	
Metano (CH ₄)-Min.	% vol.	83,00	84,00
Oxígeno (O ₂)-Max.	% vol.	0,20	0,20
Bióxido de Carbono (CO ₂)-Max.	% vol.	3,00	3,00
Nitrógeno (N ₂)-Max.	% vol.	6,00	4,00
Nitrógeno. Variación máxima diaria	% vol.	±1.5	±1.5
Total de inertes (CO ₂ y N ₂)-Max.	%vol.	6,00	4,00
Etano-Max.	% vol.	11,00	11,00
Temperatura de rocío de hidrocarburos-Max.	K (°C)	271,15 (-2)	271,15 (-2)
Humedad (H ₂ O)-Max.	mg/m ³	110,00	110,00
Poder calorífico superior-Min.	MJ/m ³	36,80	37,30
Poder calorífico superior-Max.	MJ/m ³	43,60	43,60
Ácido sulfhídrico (H ₂ S)-Max.	mg/m ³	6,00	6,00
Azufre total (S)-Max.	mg/m ³	150,00	150,00

1.2.7 Normas que rigen la calidad del gas natural nacional

Dentro de la norma NOM-001-SECRE-2010 Especificaciones del gas natural, se expone que esta “cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003 (Calidad del gas

natural) y la NOM-EM-002-SECRE-2009 (Calidad del gas natural durante el periodo de emergencia severa)” (SENER, 2010)

La Secretaria de Energía [SENER] (2010) expone que la NOM-001-SECRE-2010

tiene como finalidad establecer las especificaciones que debe cumplir el gas natural que se maneje en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, para preservar la seguridad de las personas, medio ambiente e instalaciones de los permisionarios y de los usuarios.

Dentro de la sección **2. Campo de aplicación:** de la NOM-010-ASEA-2016 se puede apreciar el alcance de esta norma, pues

Esta Norma es aplicable al gas natural que se entrega en cada uno de los puntos de inyección a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución, así como en cada uno de los puntos de transferencia de custodia a otros permisionarios o usuarios finales.

La Norma no aplica al gas natural que se conduce desde pozos y complejos procesadores, ni al gas natural licuado que se transporta por buques tanque a las terminales de almacenamiento de gas natural licuado, ni al gas natural licuado y el gas natural que se maneja en dichas terminales previamente a su inyección al sistema de transporte. (SENER, 2010)

En la búsqueda de homogeneizar los conceptos la NOM-001-SECRE-2010, cuenta con el apartado tercero de definiciones, donde se busca definir los conceptos que fueron tomados como base a la hora de ser redactada se presenta un compendio de unidades de medida sobre las que se estarán manejando las cantidades y volúmenes que se hablen dentro del documento, siendo las siguientes unidades:

Tabla 1.2.7-1 Unidades de medida de la NOM-010-ASEA-2016.

Unidades de medida	
MJ/m ³	Megajoule por metro cúbico
mg/m ³	Miligramo por metro cúbico
% vol.	Por ciento en volumen

Unidades de medida	
K	Kelvin
kPa	KiloPascal
m ³	Metro cúbico
J	Joule

Agregando que el uso de decimales tendrá que ser expresado con una coma sobre la línea (,) y de ser el caso que la magnitud del número que se pretenda utilizar sea menor que la unidad, el signo decimal será precedido por un cero.

1.3 Beneficios, usos y aplicaciones del gas natural

1.3.1 Sectores de consumo

El gas natural es un producto muy versátil, ya que actualmente es ocupado para satisfacer las necesidades de una amplia gama de sectores la Secretaria de Energía [SENER] & Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos (2022)⁷, clasifica las áreas donde se aprovecha dentro del territorio mexicano, siendo las siguientes:

1. Combustible

a) Transporte:

- *Vehicular*

b) Hogares:

- *Calentadores de agua*
- *Estufas*
- *Calefacción*

c) Comercios:

- *Aire acondicionado*
- *Calentadores de agua*
- *Hornos*

d) Industrias:

- *Sistema de calefacción*

⁷ Secretaria de Energía [SENER] & Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos. (2022, 9 diciembre). Gas Natural [Comunicado de prensa]. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166646/Gas_Natural.pdf

- Secado
- Generación de vapor
- Hornos

2. Generación de energía eléctrica

a) Plantas de ciclo combinado

- *Que funcionan en dos etapas, la primera que aprovecha la energía de la combustión del gas natural dentro de una turbina de gas que acopla un generador que transforma esta energía mecánica en eléctrica y la segunda etapa que aprovecha el vapor que generan los gases de escape (ICAEN, 2019)⁸.*

3. Materia prima

a) Elaboración de productos petroquímicos:

- *El gas natural puede ser convertido a hidrógeno, etileno o metanol, de manera relativamente fácil y económica, productos con los que se puede fabricar plásticos y fertilizantes.*

El Consejo de la Unión Europea (2023)⁹, explica la importancia del gas natural en los 27 países que componen la Unión Europea,

En 2021, los 27 países de la Unión Europea consumieron 412 000 millones de metros cúbicos de gas. El gas se utiliza principalmente para la generación de electricidad, la calefacción doméstica y los procesos industriales. Más del 30 % de los hogares de la UE utilizan gas para la calefacción.

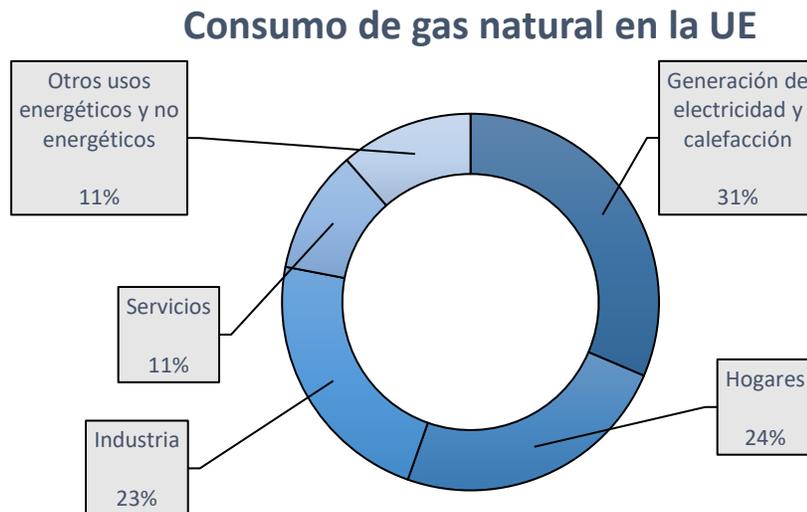
De esto se puede apreciar el impacto que genera el gas natural dentro de la sociedad europea, pues se puede observar que el gas natural se utiliza para sectores importantes para el correcto funcionamiento de una sociedad, (*ídem*, 2023)

⁸ Instituto Catalán de Energía [ICAEN]. (2019). El ciclo combinado. gencat. Recuperado 8 de agosto de 2023, de <https://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/tecnologies/combinat/index.html#:~:text=El%20ciclo%20combinado%20es%20una,grandes%20centrales%20productoras%20de%20electricidad.>

⁹ Consejo de la Unión Europea. (2023, 7 febrero). Where does the EU's gas come from? European Council. Recuperado 17 de diciembre de 2023, de <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/eu-gas-supply/#:~:text=El%20gas%20se%20utiliza%20principalmente,dom%C3%A9stica%20y%20los%20procesos%20industriales.>

proporciona una gráfica que describe el uso del gas natural dentro de los países de la unión Europea.

Gráfico 1.3.1-1 Consumo de Gas Natural en la Unión Europea.



Nota: Consumo de gas natural en la UE [esquema], por Consejo de la Unión Europea, 2023, Infografías, (<https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/eu-gas-supply/>)

De igual manera el Departamento de Energía de los Estados Unidos por sus siglas en inglés [DOE] (2020) considera que el gas natural ocupa una parte fundamental dentro de la producción de energía eléctrica, mencionando lo siguiente,

Hace una década, un cuarto de la energía que se utilizaba para crear electricidad en Estados Unidos provenía del gas natural. Hoy en día, representa casi un 40 % y se prevé que continúe de este modo durante las próximas décadas.

Igual que la Unión Europea el gas natural representa gran parte de la matriz energética, además el Departamento de Energía de los Estados Unidos por sus siglas en inglés [DOE] (2020)¹⁰ presenta las áreas en las que el gas natural es empleado siendo las siguientes:

¹⁰ Departamento de Energía de los Estados Unidos [DOE]. (2020). EL PETRÓLEO Y EL GAS NATURAL DE EE. UU. En Department of Energy. Recuperado 17 de diciembre de 2023, de https://www.energy.gov/sites/prod/files/2021/01/f82/Oil_and_Natural_Gas_Spanish_Dec182020.pdf

- **Atención médica:** para hacer los plásticos que se fabrican a partir de líquidos del gas natural, como guantes quirúrgicos, antisépticos, medicamento y una amplia variedad de dispositivos médicos.
- **Industria automotriz:** para realizar los plásticos de los que se compone un automóvil, y como combustible alternativo
- **Agricultura:** utilizando el gas natural como una fuente de hidrógeno necesaria para combinarse con nitrógeno y producir amoníaco, que se utiliza como un fertilizante químico: ayudando a aumentar la producción de cultivos.
- **Construcción de viviendas:** se utilizan materiales derivados del gas natural como aislantes o revestimiento de espuma plástica, vinílicos, selladores pinturas de alto rendimiento, tubos de PVC entre otros.
- **Productos de consumo:** como puede ser ropa, botellas, envases, computadoras, teléfonos, celulares, muebles entre otros.

1.3.2 Beneficios

El gas natural es un combustible muy versátil, motivo por el cual se puede aprovechar en una gran gama de productos y servicios, el Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Hidrocarburos [MINEM], (s. f.)¹¹ explica que las principales dentro de sus principales ventajas están:

a) Combustible más ecológico, limpio y menos contaminante

Esto debido a que la combustión de este combustible tiene una menor producción de contaminantes en comparación con los demás combustibles que se encuentran a disposición del consumidor.

b) Brinda comodidad

Al ser un combustible más fácil de transportar, este puede ser distribuido mediante tuberías que lleguen directo al sitio de consumo, evitando la necesidad de ocupar

¹¹ Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Hidrocarburos [MINEM]. (s. f.). USOS Y VENTAJAS DEL GAS NATURAL. En Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Hidrocarburos. Recuperado 10 de diciembre de 2023, de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/GAS%20NATURAL%20EN%20EL%20SECTOR%20RESID-COMERCIAL%20JUNIO%202009.pdf>

medios de transporte como camiones cisterna, por lo que se puede tener un suministro continuo.

c) Económico

El gas natural es por lo regular más barato que el petróleo crudo razón por la que se puede tener un ahorro mayor cuando se opta por consumirlo en lugar de los combustibles disponibles en el mercado.

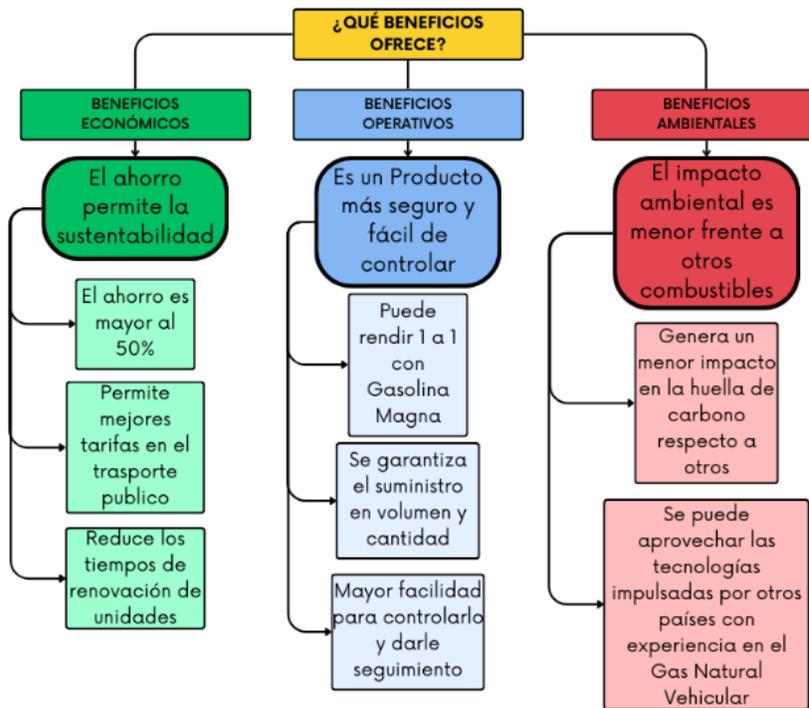
d) Seguro

Gracias a sus propiedades como su nula toxicidad, que no es corrosivo y que se disipa rápidamente cuando se escapa al medio ambiente, brinda la seguridad necesaria para su uso.

El CENTRO NACIONAL DE CONTROL DEL GAS NATURAL [CENAGAS], (s.f.)¹² clasifica los beneficios de la siguiente manera.

¹² CENTRO NACIONAL DE CONTROL DEL GAS NATURAL [CENAGAS]. (s.f.). SOBRE EL GAS NATURAL Y SUS BENEFICIOS. En gob.mx. Recuperado 15 de agosto de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261167/Sobre_el_GN.pdf

Ilustración 1.3.2-1 Beneficios del gas natural



1.3.3 Comparativa de poder calorífico

Se plantea que cuanto mayor sea el poder calorífico del combustible, menor será la cantidad de este que se utilizará para producir calor, razón por la que es tan importante el concepto de poder calorífico, pues la calidad del gas que se utilice estará relacionada con los costes energéticos.

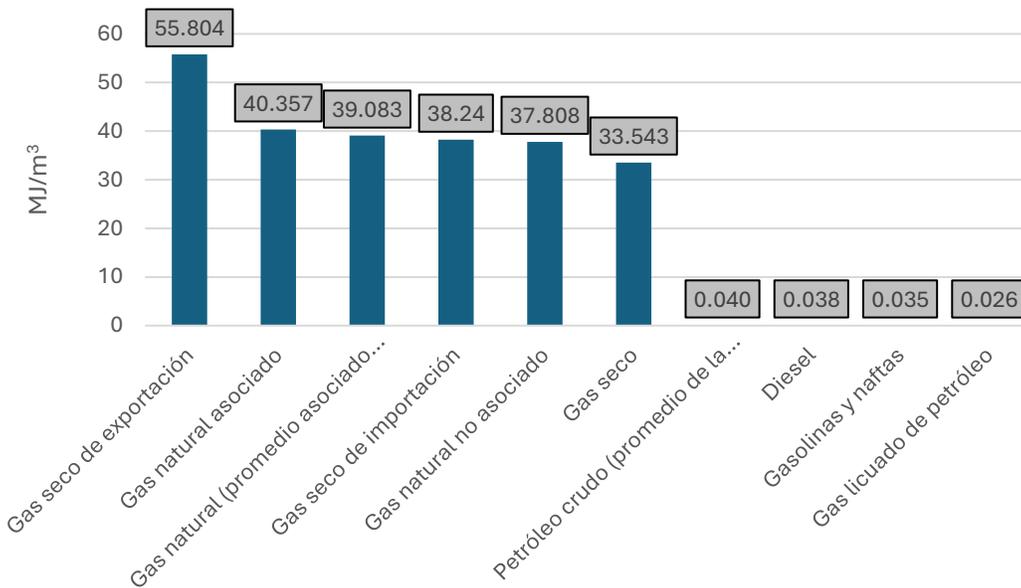
La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE], (2023) presenta una lista sobre el poder calorífico de los combustibles, con el fin de que se pueda observar la diferencia existente entre cada uno de estos.

Tabla 1.3.3-1 Poder calorífico por combustible.

Combustible		Poder calorífico neto	Unidad de medida
Referencia	Petróleo crudo (promedio de la producción)	0.040	[MJ/m ³]
Gaseosos	Gas natural (promedio asociado y no asociado)	39.083	[MJ/m ³]

Combustible		Poder calorífico neto	Unidad de medida
	Gas natural asociado	40.357	[MJ/m ³]
	Gas natural no asociado	37.808	[MJ/m ³]
	Gas seco	33.543	[MJ/m ³]
	Gas seco de exportación	55.804	[MJ/m ³]
	Gas seco de importación	38.24	[MJ/m ³]
Líquidos	Diesel	0.038	[MJ/m ³]
	Gas licuado de petróleo	0.026	[MJ/m ³]
	Gasolinas y naftas	0.035	[MJ/m ³]

Gráfico 1.3.3-1 Comparativa de poder calorífico por combustible.



A partir de la información que la tabla anterior presenta, se puede ver la ventaja en el poder calorífico que presenta el gas natural contra los demás combustibles, lo que plantea una mejor eficiencia energética, lo que dará como resultado un menor coste económico cuando se emplee este combustible como método para generar energía.

1.3.4 Producción de contaminantes

Cada uno de los combustibles que se ocupan para la generación de energía o como combustibles de transportes tienen de manera inherente la producción de gases contaminantes cuando estos son oxidados completamente o en otras palabras cuando sufren un proceso de combustión, siendo principalmente gases tales como:

- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Hidrocarburos no quemados (HC)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Benzopirenos

Comenzando con los contaminantes que son producidos cuando los combustibles son oxidados completamente, el registro de emisiones y transferencias de contaminantes, por sus siglas en inglés PRTR (2023)¹³ dice lo siguiente

- Dióxido de Carbono (CO₂): es un gas incoloro, inodoro y ligeramente ácido que tiende a depositarse en las zonas bajas por ser más pesado que el aire tiene una densidad de 1,98 kg/m³.

Respecto a los demás contaminantes, Ortuya (2023)¹⁴ explica lo siguiente:

- Monóxido de Carbono (CO): se produce cuando la combustión no es completa, debido al exceso de carburante o a la falta de oxígeno en la mezcla.
- Hidrocarburos no quemados (HC): son restos de combustible que quedan sin quemar y vapores de aceite, que se generan por una mala ignición, un pobre encendido.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x): se producen cuando el oxígeno y el nitrógeno que participan en la combustión, se combinan de diversas formas” Existiendo varios tipos de óxidos de nitrógeno, NO₂, NO₃ y N₂O razón por la que se representan con como NO_x de forma genérica.
- Benzopirenos: son partículas sólidas provocadas por problemas en la formación de la mezcla de aire combustible

¹³ Pollutant Release and Transfer Registers [PRTR]. (2023). CO₂ (Dióxido de carbono). registros de emisiones y transferencias de contaminantes. Recuperado 6 de agosto de 2023, de <https://prtr-es.es/CO2-Dioxido-de-carbono.15590.11.2007.html>

¹⁴ Ortuya, O. N. (2023). ¿Cuáles son los gases contaminantes que emiten los vehículos? autofact. <https://www.autofact.pe/blog/comprar-auto/caracteristicas/gases-vehiculos#toc-index-3>

1.3.5 Riesgos

1.3.5.1 Salud y medio ambiente

Como se ha mostrado anteriormente el consumo de combustibles trae consigo de manera estrechamente relacionada la producción de contaminantes, mismos que conllevan diferentes problemas de salud para cada uno de los individuos de la sociedad, así como daños al medio ambiente en el que desarrollan sus actividades diarias además Ortuya (2023) muestra lo siguiente:

- El dióxido de Carbono (CO_2), constituye uno de los mayores representantes de los gases de efecto invernadero, debido a que su exceso en la atmósfera dificulta la salida de los rayos del sol, generando un permanente calentamiento del planeta.
- Monóxido de Carbono (CO), este gas es muy peligroso pues no tiene olor ni color; en altas concentraciones puede provocar dolores de cabeza, malestares, dejar inconsciente a una persona o incluso acabar con su vida en cosa de minutos, debido a que notar su presencia es casi imposible.
- Hidrocarburos no quemados (HC), aunque no son mortales una elevada concentración compuestos puede provocar irritación en los ojos, la piel y el sistema respiratorio, además de que pueden agravar enfermedades relacionadas con los pulmones.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x), su emisión puede ser muy peligrosa porque tienen ciclos de vida muy largos y son capaces de destruir el ozono de la atmósfera, provocando el efecto invernadero.
- Benzopirenos son responsables de contaminar el aire y participar en la formación de la gruesa capa de smog que se puede observar sobre las ciudades, además, son considerados altamente cancerígenos.

Capítulo II.- Producción nacional, procesamiento e importación

2.1 Regiones de producción de Gas Natural.

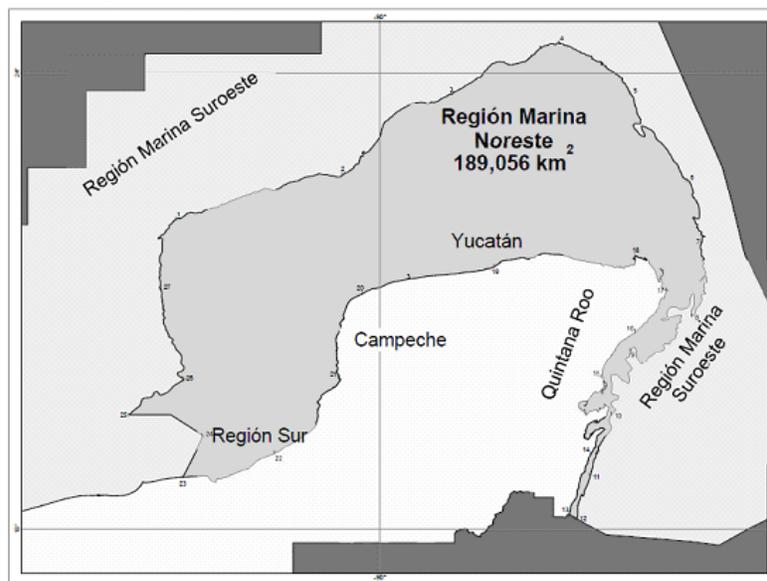
Dentro del territorio mexicano, la producción de hidrocarburos se divide en diferentes unidades administrativas que integran Pemex-Exploración y Producción, EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION (2013)¹⁵, expone dentro de la sección XXXII a la sección XXXV, del artículo 4 del Estatuto orgánico de Pemex-Exploración y Producción, muestra el área que comprende cada una de las unidades administrativas, siendo las siguientes.

- **Región Marina Noreste.**

El territorio que se encuentra situado en aguas del Golfo de México y Mar Caribe hasta la batimetría de los 500 metros, (...).

Colinda al norte, oriente y poniente con la Región Marina Suroeste y la línea batimétrica de los 500 metros, y al sur con la Región Sur. Su superficie se constituye en 189.056 km².

Mapa 2.1-1 Región Marina Noreste.



Nota. Región Marina Noreste [Mapa], por EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION, 2013, Diario Oficial de la Federación,

¹⁵ EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION. (2013). ESTATUTO ORGANICO DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION. En Diario oficial de la federacion. Recuperado 28 de agosto de 2023, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5293895&fecha=28/03/2013&print=true

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5293895&fecha=28/03/2013&print=true

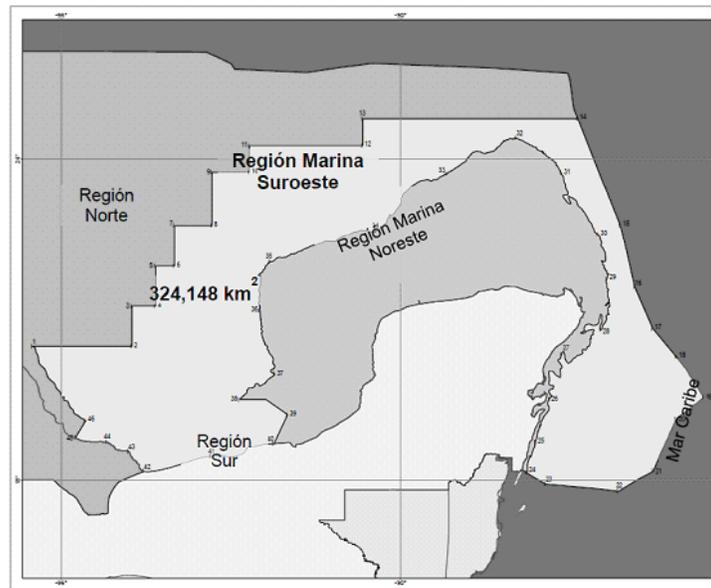
- **Región Marina Suroeste.**

El territorio que se encuentra situado en aguas del Golfo de México y Mar Caribe, (...).

Colinda al norte y al poniente con la Región Norte, al oriente con el Golfo de México y el Mar Caribe, al sur con la Región Sur y la Región Marina Noreste.

Su superficie se constituye en 324.148 km².

Mapa 2.1-2 Región Marina Suroeste.



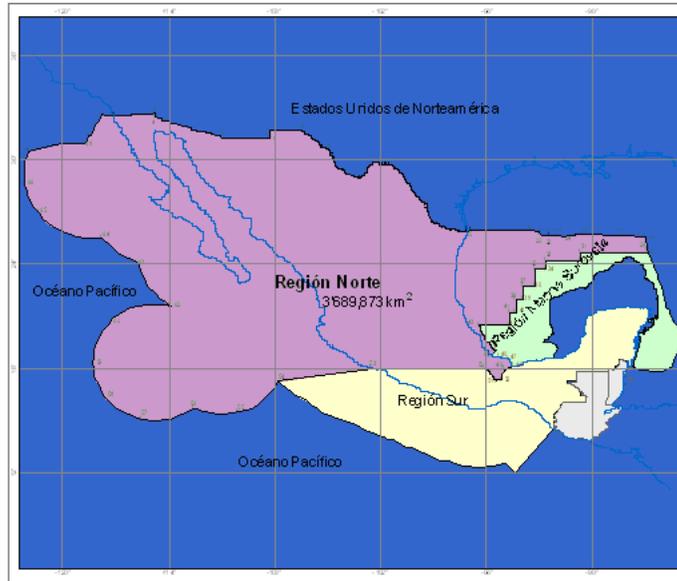
Nota. Región Marina Suroeste [Mapa], por EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION, 2013, Diario Oficial de la Federación, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5293895&fecha=28/03/2013&print=true

- **Región Norte.**

El territorio que se encuentra situado en la circunscripción territorial de los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Colima, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Distrito Federal, (...).

Colinda al norte con la frontera de los Estados Unidos de América, al sur con los límites de la Región Sur, al poniente con el Océano Pacífico y al oriente con la Región Marina Suroeste. Su superficie se constituye en 3,689.873 km².

Mapa 2.1-3 Región Norte.



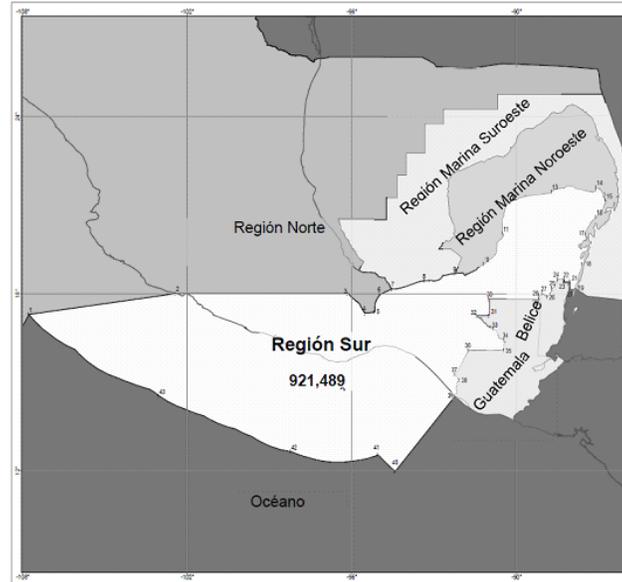
Nota. Región Norte [Mapa], por EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION, 2013, Diario Oficial de la Federación, (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5293895&fecha=28/03/2013&print=true)

- **Región Sur.**

El territorio que se encuentra situado en la circunscripción territorial de los Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas y Oaxaca, (...).

Colinda al norte con la Región Norte en el paralelo 18 °, con la Región Marina Suroeste y la Región Marina Noreste, al oriente con la Región Marina Suroeste y la Región Marina Noreste, al sureste con Belice y Guatemala; al sur y poniente con el Océano Pacífico. Su superficie se constituye en 921.489 km².

Mapa 2.1-4 Región Norte.



Nota. Región Sur [Mapa], por EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION, 2013, Diario Oficial de la Federación, (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5293895&fecha=28/03/2013&print=true)

Cada una de estas regiones por separado aportan un porcentaje de la producción de gas natural que México reporta, el Sistema de Información Energética [SIE] cuenta con un apartado donde muestra la producción de gas natural independiente de cada región antes mencionada.

México cuenta con organismos encargados de recopilar información acerca de las actividades relacionadas con los hidrocarburos tal como la Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], (2023)¹⁶ expone que cuenta con el Centro Nacional de información [CNIH], que es una unidad encargada de recabar, administrar, analizar y publicar la información sobre las actividades de extracción de hidrocarburos en México, así mismo Secretaría de Energía [SENER] (2021)¹⁷ cuenta con el sistema de información energética [SIE] que se encarga de reunir la información estadística de las empresas, comisiones e institutos que forman el sector energético en México.

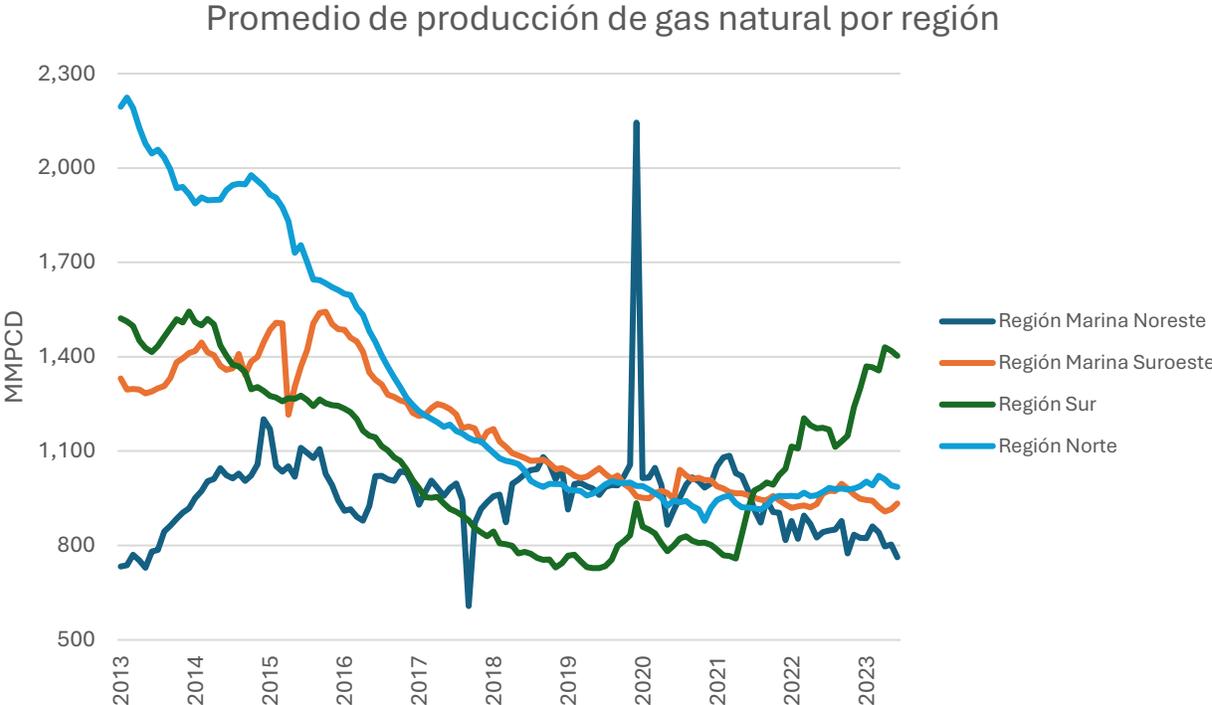
¹⁶ Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. (2023, 1 agosto). Centro Nacional de Información de Hidrocarburos (CNIH). gov.mx. Recuperado 23 de agosto de 2023, de <https://www.gob.mx/cnh/articulos/centro-nacional-de-informacion-de-hidrocarburos-cnih-64831#:~:text=El%20CNIH%20es%20la%20Unidad,hydrocarburos%20en%20el%20territorio%20nacional.>

¹⁷ Secretaría de Energía [SENER]. (2021). Sistema de Información Energética (SIE). sie.energia.gob.mx. Recuperado 23 de agosto de 2023, de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about>

Ambas instituciones proveen de esta información para el público en general, basándose en los principios de la información gubernamental, transparencia de la gestión pública y rendición de cuenta, es gracias a esto que se puede conocer el promedio de producción mensual.

A continuación, se presenta una gráfica que muestra el promedio de producción mensual que ha tenido cada una de las regiones durante el periodo que comprende de enero del 2013 a junio del 2023.

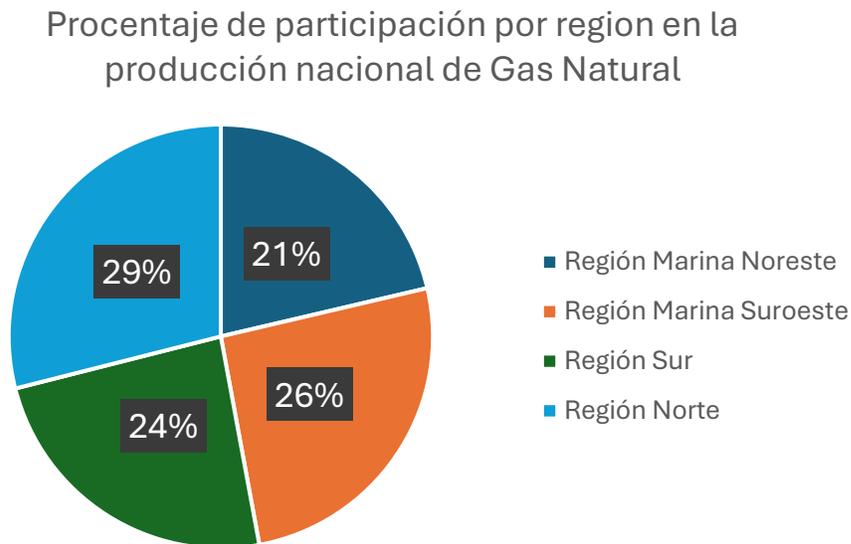
Gráfico 2.1-1 Promedio de producción de Gas natural por región.



De esta manera se puede observar que la región Marina Noreste tuvo un pico de producción bastante elevado en cerca del año 2020, además se puede observar que los promedios de producción de la región Marina Sureste y la región Norte, presentan una tendencia a declinar, contrario a la región Sur que presenta durante los últimos años un incremento en su promedio de la producción.

En conjunto cada una de las regiones aporta a la producción general de gas natural que México reporta, a continuación, se muestra el porcentaje de participación en la producción de gas natural nacional, información que se plasma en la siguiente figura.

Gráfico 2.1-2 Porcentaje de participación de cada región en la producción nacional de Gas Natural.



De esta manera se observa que en general todas las regiones aportan un porcentaje similar a la producción general nacional de gas natural, siendo la región Norte la que más ha aportado.

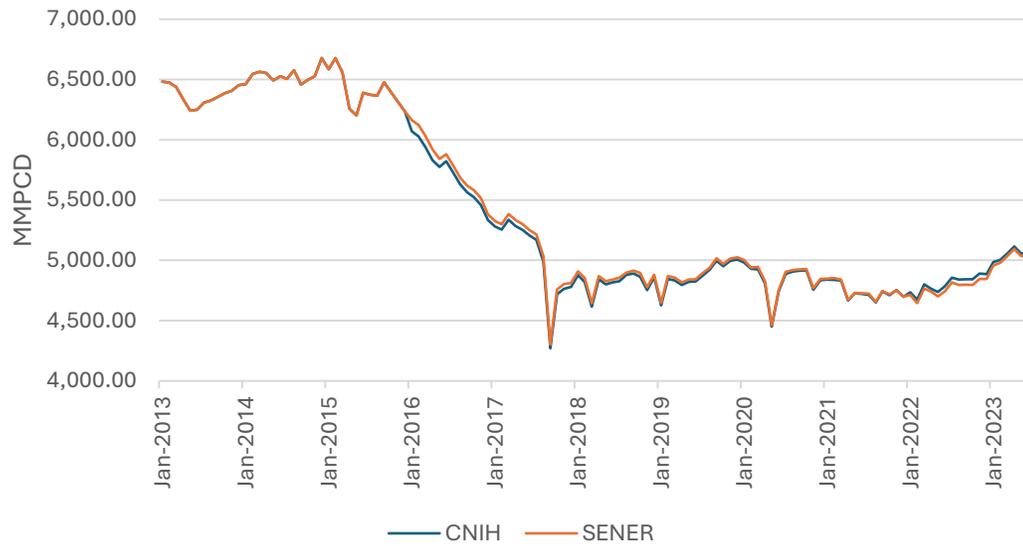
2.2 Producción nacional

México es uno de los principales países productores de gas natural en Latinoamérica ocupando el segundo lugar, después de Brasil y seguido por Colombia en el tercer lugar, con producciones de 4,234.22 (MMPCD), 4,947.58 (MMPCD) y 1,910.52 (MMPCD) respectivamente (El Economista, 2022)¹⁸.

A continuación, se presentan gráficas que muestran los promedios de producción mensual en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD) de los años 2013 – 2023 a partir de los datos proporcionados por ambas instituciones.

¹⁸ El Economista. (2022, 8 octubre). Brasil y México lideran la producción de gas natural en América Latina. El Economista. Recuperado 22 de agosto de 2023, de <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Brasil-y-Mexico-lideran-la-produccion-de-gas-natural-en-America-Latina-20221008-0015.html>

Gráfico 2.2-1 Comparativa de la producción nacional de Gas Natural CNIH – SENER.



Se puede apreciar en la tabla que los datos proporcionados por ambas instituciones se aproximan bastante, de esta manera se puede asegurar que ambas proporcionan información fiable y actualizada.

Partiendo de los datos observados se puede apreciar que la producción nacional de Gas Natural desde del 2015 tuvo una disminución considerable, mientras que en el periodo que comprende desde el 2018 hasta el 2023 la producción ha mostrado cierta estabilidad, pero sin recuperar los niveles de producción que se tenía durante el periodo anterior al 2015.

2.2.1 Centro procesador de gas

La SECRETARÍA DE ENERGÍA [SENER] (2017)¹⁹, dentro de su glosario de términos petroleros, define complejo como un término que se utiliza dentro de la industria petrolera para referirse a aquellas plantas que cuentan con instalaciones superficiales comunes, por otra parte, el termino de complejo procesador de gas no se encuentra formalmente definido dentro de este documento, pero si es mencionado dentro de otros términos tales como:

¹⁹ SECRETARÍA DE ENERGÍA [SENER]. (2017). GLOSARIO DE TERMINOS PETROLEROS [Conjunto de datos]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227892/GLOSARIO_DE_TERMINOS_PETROLEROS_2017.pdf

- **Factor de encogimiento por impurezas (fei):** Es la fracción que resulta de considerar las impurezas de gases no hidrocarburos (compuestos de azufre, bióxido de carbono, nitrógeno, etc.) que contiene el gas amargo. Se obtiene de la estadística de operación del último periodo anual del complejo procesador de gas donde se procesa la producción del campo analizado.
- **Factor de encogimiento por impurezas y licuables en planta (feilp):** Es la fracción obtenida al considerar las impurezas de gases no hidrocarburos (compuestos de azufre, bióxido de carbono, nitrógeno, etc.) que contiene el gas amargo, así como el encogimiento por la generación de líquidos de planta en el complejo procesador de gas.
- **Factor de recuperación de líquidos en planta (frlp):** Es el factor utilizado para obtener las porciones líquidas que se recuperan en la planta procesadora de gas natural. Se obtiene de la estadística de operación del último periodo anual del complejo procesador de gas donde es procesada la producción del campo analizado.
- **Factor de encogimiento por licuables en plantas (felp):** Es la fracción que resulta de considerar a los licuables obtenidos en las plantas de proceso. Se obtiene de la estadística de operación del último periodo anual del centro procesador de gas donde se procesa la producción del campo en estudio.

De esta manera se puede definir a un complejo procesador de gas o centro procesador de gas, como una planta que cuentan con instalaciones superficiales comunes que se utilizan para llevar a cabo el procesamiento de gas, con la finalidad de tratar el gas natural que se obtiene de los campos productores de hidrocarburos.

Estos centros son los encargados de eliminar las impurezas presentes dentro del gas natural que se extrae de los campos petroleros, pues se busca tener un gas natural que sea más fácil de transportar, represente menos riesgos y no dañe la infraestructura por la cual es transportado.

2.2.1.1 Procesamiento

La función principal de los centros procesadores de gas natural es eliminar los contaminantes contenidos dentro de la composición del gas recién extraído, contaminantes tales como el dióxido de carbono (CO₂) y el ácido sulfhídrico (H₂S), pues estos pueden provocar problemas relacionados con el manejo y transporte del gas natural, problemas tales como corrosión, disminución del poder calorífico y la formación de hidratos. (Ruiz, 2019)²⁰

Para llevar a cabo esta tarea se llevan a cabo etapas de procesamiento mediante las cuales se acondiciona y se eliminan impurezas para poder ser transportado para su consumo final, los procesos son los siguientes.

Etapa 1.- Separación.

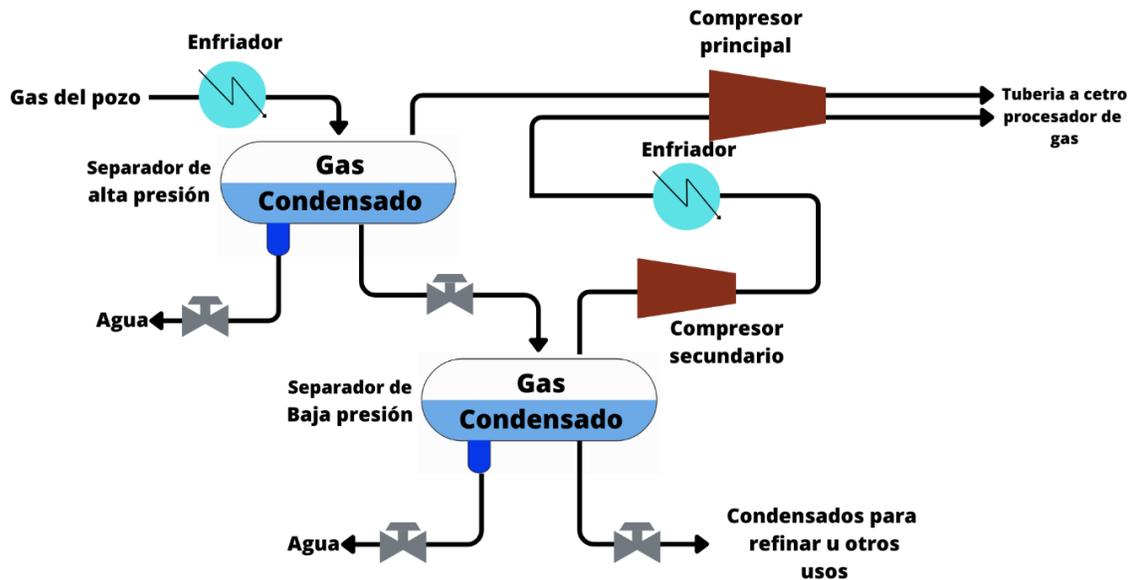
Es el proceso en el cual el gas natural de producción es separado mediante procesos fisicoquímicos que permite separarlo en una fracción que se encuentra en fase gaseosa que se le denomina gas seco y una fracción líquida que se le denomina líquidos de gas natural, además de agua líquida y condensados que pueden ser gasolina natural.

La primera etapa del procesamiento lo constituye la recepción del gas y condensados y la separación física inicial de líquido y gas(...) Se realiza en un separador de fases bifásico o trifásico o en una batería de separadores bifásicos y trifásicos operando a diferentes condiciones de presión y temperatura. (Santillana & Salinas, 2019)²¹.

²⁰ Ruiz, J. A. P. (2019). Procesos industriales en los centros de procesamiento de gas. [www.linkedin.com. https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es](https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es)

²¹ Santillana, J., & Salinas, J. (2019, 1 diciembre). Procesamiento de gas natural. Educación en Ingeniería Química. Recuperado 31 de agosto de 2023, de <https://www.ssecoconsulting.com/procesamiento-de-gas-natural.html#:~:text=Procesos%20de%20separaci%C3%B3n.uso%20final%20del%20gas%20natural>

Ilustración 2.2.1-1 Proceso de separación de Gas Natural.



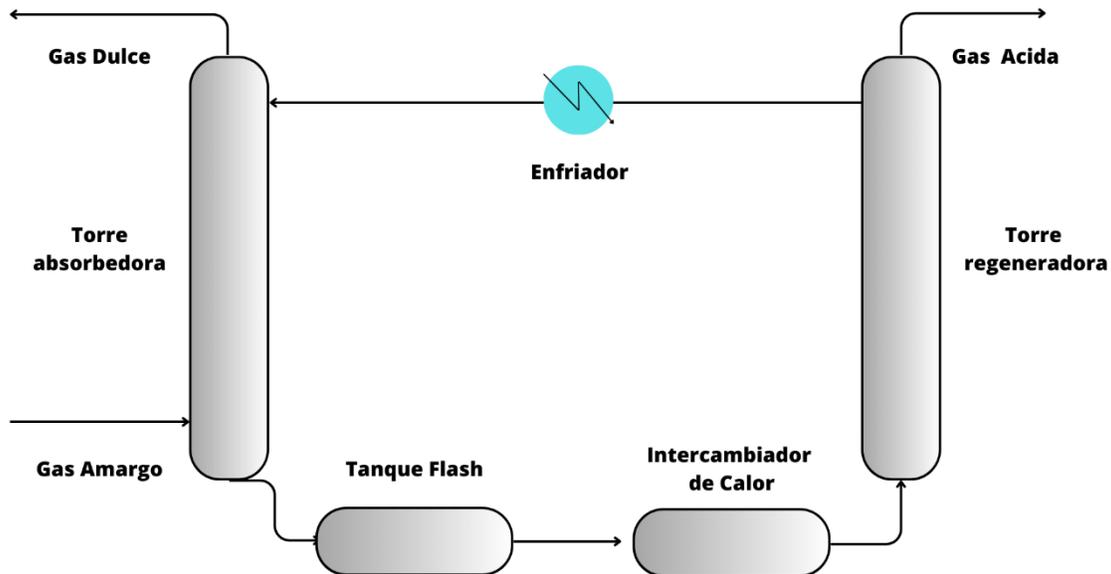
Etapa 2.- Endulzamiento de gas.

(Pérez Ruiz & Cayros Group, 2019)²² explica que el endulzamiento de gas se refiere a la

eliminación por algún mecanismo de contacto el ácido sulfhídrico (H_2S) y el dióxido de carbono (CO_2) al gas(...) Se realiza en una unidad de endulzamiento(...) obteniendo gas libre de estos contaminantes, o al menos con un contenido de estos igual o por debajo de los contenidos aceptables

²² Pérez Ruiz, J. A. P. & Cayros Group. (2019). Procesos industriales en los centros de procesamiento de gas. [www.linkedin.com. https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es](https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es)

Ilustración 2.2.1-2 Proceso de endulzamiento de gas natural.



Gutiérrez *et al.* (2013)²³ describe el proceso de endulzamiento de manera detallada.

1. El gas amargo es introducido en la torre de absorción donde se pone en contacto con la solución de amina pobre, la cual fluye en sentido descendente.
2. Los componentes ácidos del gas son absorbidos por la solución de amina, mientras que el gas dulce deja la torre absorbedora por la parte de superior de la misma.
3. La solución de amina rica, obtenida por el fondo, es enviada a un tanque flash, donde los hidrocarburos absorbidos se liberan como vapor.
4. Posteriormente, la solución de amina rica fluye a través de un intercambiador de calor amina/amina para incrementar su temperatura hasta los 90-110°C.

²³ Gutiérrez, J. P., Ale Ruiz, L., Erdmann, E., & Instituto Tecnológico de Buenos Aires [ITBA]. (2013). DISEÑO DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE GAS NATURAL. En aaig.org. Recuperado 31 de agosto de 2023, de https://www.aaig.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/05f/05f_1423_589.pdf

5. *La amina rica calentada se hace ingresar al regenerador, en donde es despojada de los gases ácidos, hidrocarburos disueltos y agua que pueda contener.*
6. *Finalmente, un enfriador de aire reduce la temperatura de la amina pobre antes de que sea devuelta a la torre de absorción*

Etapa 3.- Recuperación de azufre.

Se realiza debido a que el ácido sulfhídrico (H₂S) es un gas altamente tóxico y de difícil manejo (...) Se hace en la unidad recuperadora de azufre (...) En la unidad recuperadora de azufre se transforma del 90% al 97% del H₂S en azufre sólido o líquido. (Pérez Ruiz & Cayros Group, 2019)

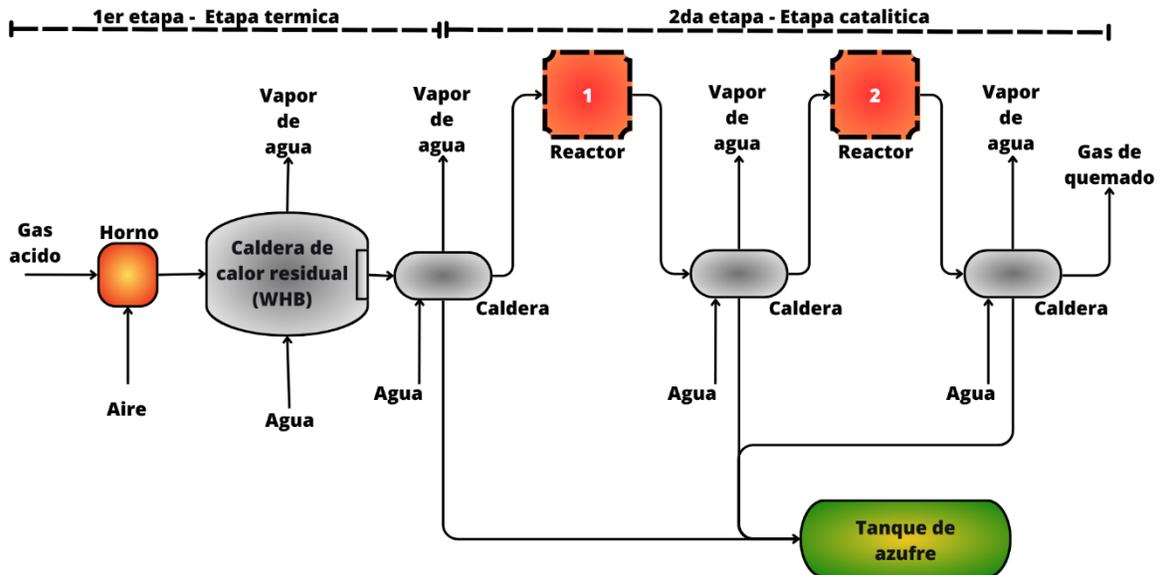
Carmona Rodríguez (s. f.)²⁴ explica que

el proceso Claus es comúnmente empleado para eliminar el ácido sulfhídrico mediante una conversión de este a azufre elemental (...) ya que en el proceso Claus se recupera normalmente de 95 a 97% de ácido sulfhídrico de la corriente de alimentación, el cual es transformado en azufre elemental.

Razón por el proceso de Claus es el proceso más frecuente para la recuperación de azufre dentro de los centros procesadores de gas natural.

²⁴ CARMONA RODRÍGUEZ, A. M. (s. f.). EVALUACIÓN DE BIODISPERSANTES DE AZUFRE EN LA REGENERACIÓN DE CATALIZADORES GASTADOS.
https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_carmona_rodriguez.pdf

Ilustración 2.2.1-3 Proceso de recuperación de azufre.



Carmona Rodríguez (s. f.) describe el proceso Claus de manera más detallada.

Se divide en dos etapas: una térmica y otra denominada catalítica. Esta última etapa suele subdividirse dos etapas catalíticas.

1er etapa – Etapa térmica.

En la etapa térmica se obtiene el SO₂ (dióxido de azufre) necesario para la reacción Claus, por lo que se requiere quemar un tercio de H₂S (ácido sulfhídrico) en un horno a altas temperaturas (600 a 1200°C) y a una presión de 70 kPa empleando aire.

- 1. La combustión genera una gran cantidad de calor, el cual es recuperado en forma de vapor en la caldera de calor residual por sus siglas en inglés (WHB).*
- 2. La corriente que sale del horno alimenta a un condensador donde se separa el azufre del resto de los componentes de la corriente*
- 3. El azufre se condensa y es enviado a un tanque contenedor de azufre.*

4. *El resto de los gases son enviados hacia la segunda etapa del proceso denominada catalítica.*

2da etapa – Etapa catalítica.

Esta cuenta con dos reactores de lecho fijo conectados en serie los cuales operan a temperaturas que van desde 200 hasta 315°C.

1. *Los reactores son alimentados con la corriente que proviene de la etapa térmica, la cual está compuesta de Ácido sulfhídrico (H₂S), Dióxido de azufre (SO₂), Agua (H₂O) y pequeñas trazas de Disulfuro de carbono (CS₂), Monóxido de carbono (CO), Sulfuro de Carbonilo (COS) e Hidrógeno (H).*
2. *A la salida de cada reactor se cuenta con un condensador donde es enfriado el azufre hasta su punto de rocío.*
3. *Posteriormente es enviado a un tanque almacenador de azufre.*
4. *El resto de los componentes gaseosos, denominados gases de cola son enviados a un quemador.*

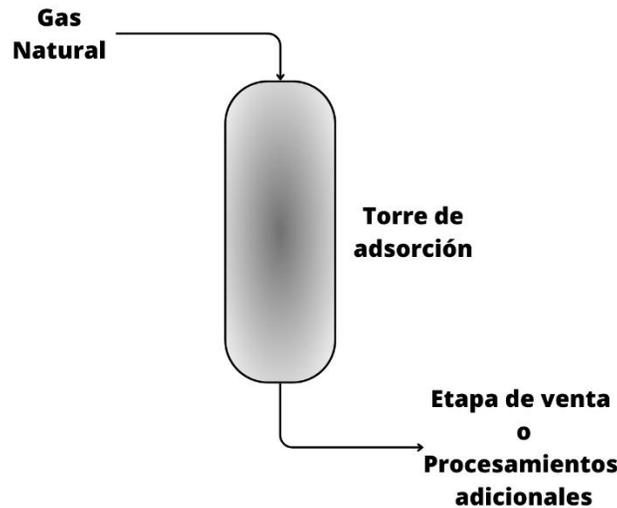
La eficiencia de conversión de ácido sulfhídrico a azufre elemental va de 94% a 95%.

Etapa 4.- Remoción de mercurio.

La remoción de mercurio a niveles no detectables es importante porque es tóxico, puede contaminar los catalizadores que se usan en las unidades de procesamiento de purificación y puede dañar el equipo del sector de transporte debido (...) a la corrosión (...) resultado en numerosas fallas de equipos, interrupciones no programadas y, en algunos casos, incendios. (PALL, 2023)²⁵

²⁵ PALL. (2023). Mercury removal from natural gas - Oil & Gas. pall.com. Recuperado 31 de agosto de 2023, de <https://www.pall.com/ar/es/oil-gas/midstream/midstream-merc-rem-unit-mru.html#:~:text=La%20remoci%C3%B3n%20de%20mercurio%20del,adsorbentes%20no%20regenerativos%20o%20regenerativos>

Ilustración 2.2.1-4 Proceso de remoción de mercurio del Gas Natural.



PALL (2023) describe el proceso de remoción de mercurio de manera más detallada.

La remoción de mercurio del gas natural puede lograrse utilizando adsorbentes no regenerativos o regenerativos. En ambos casos el proceso es el siguiente:

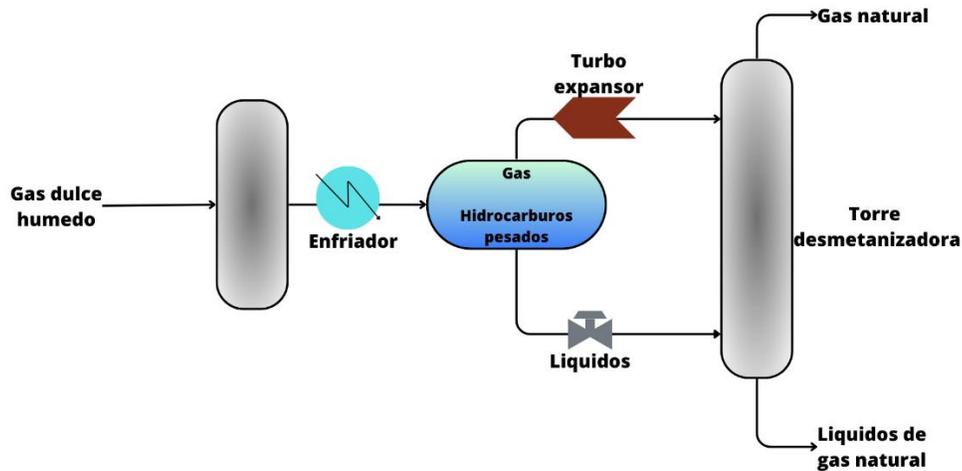
1. El gas de hidrocarburos ingresa a la parte superior de una torre de adsorción.
2. Fluye hacia abajo por el adsorbente donde se adsorbe el mercurio.
3. Luego sale por la parte inferior para pasar a la etapa de venta o procesamientos adicionales.

Etapa 5.- Rechazo de nitrógeno mediante destilación criogénica.

Pérez Ruiz y Cayros Group (2019) explica lo siguiente sobre las plantas de proceso criogénico, “El producto principal de esta planta es el gas natural, básicamente metano, listo para su comercialización, el cual es inyectado al Sistema Nacional de Ductos para su distribución y, en algunos lugares, se usa como bombeo neumático.” Pues mediante el proceso criogénico “el Dióxido de carbono (CO₂) se separa de

Metano (CH_4) e hidrocarburos ligeros.” (ACR & Chaverra Agudelo, 2023)²⁶ Tales como propano (C_3H_8), Isobutano (C_4H_{10}), n-Butano (C_4H_{10}), Pentanos (C_5H_{12}).

Ilustración 2.2.1-5 Proceso de rechazo de nitrógeno mediante destilación criogénica.



Pérez Ruiz y Cayros Group (2019) describe el proceso criogénico de manera más detallada.

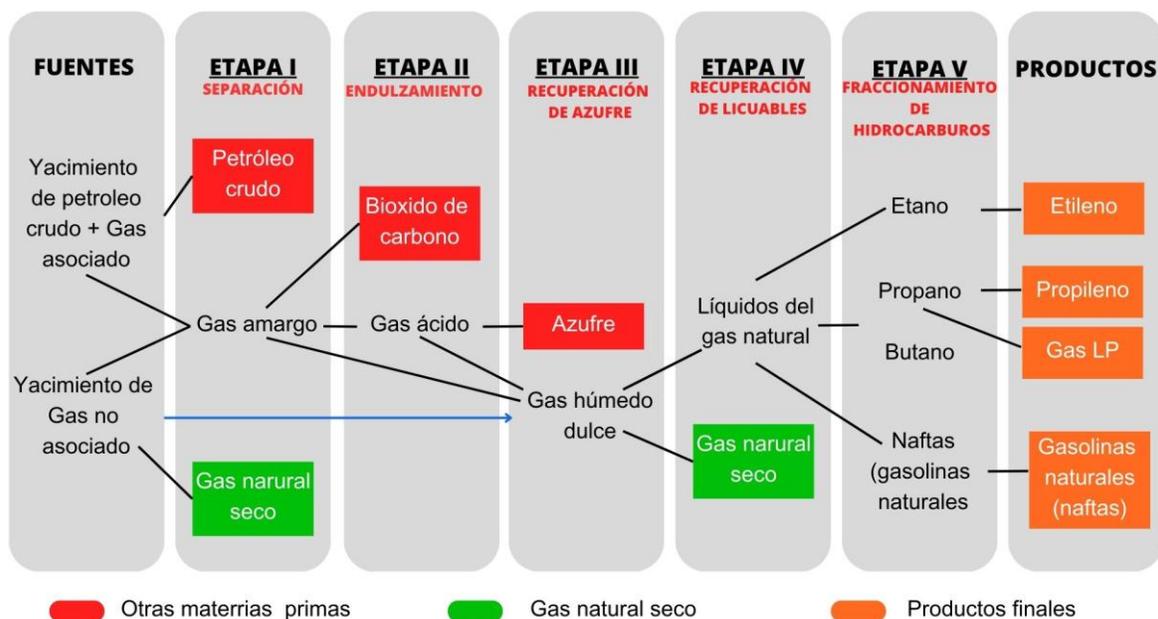
1. La planta de proceso criogénico recibe gas dulce húmedo de las plantas endulzadoras de gas y en algunos casos directamente de los campos productores
2. El gas entra a una sección de deshidratado, donde se remueve el agua casi en su totalidad
3. Posteriormente es enfriado por corrientes frías del proceso y por un sistema de refrigeración mecánica externo.
4. Mediante el enfriamiento y la alta presión del gas es posible la condensación de los hidrocarburos pesados (etano, propano, butano, etc.)

²⁶ Acr Latinoamérica [ACR], & Chaverra Agudelo, D. (2023). Destilación criogénica: una tecnología prometedora para la captura de carbono. <https://www.aclarlatinoamerica.com/201908068851/noticias/empresas/destilacion-criogenica-una-tecnologia-prometedora-para-la-captura-de-carbono.html#:~:text=Sus%20usos%20abarcan%20una%20variedad,el%20procesamiento%20de%20gas%20natural.>

5. Los hidrocarburos pesados son separados y enviados a rectificación en la torre desmetanizadora.
6. El gas obtenido en la separación pasa a un turbo expansor, donde se provoca una diferencial de presión (expansión) súbita, enfriando aún más esta corriente, la cual se alimenta en la parte superior de la torre desmetanizadora.

La Secretaría de Energía [SENER] & Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos (2022), muestra un diagrama que resume el procesamiento de gas natural con los productos que son producidos en cada una de las etapas por las que atraviesa el gas natural.

Ilustración 2.2.1-6 Procesamiento de gas natural.



Nota. Producción y procesamiento del gas natural [Mapa], por Gas Natural y Petroquímica, 2022, Gobierno de México, (http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166646/Gas_Natural.pdf)

2.2.1.2 Capacidad nominal

Cada uno de los complejos procesadores de gas natural que posee México cuenta con una diferente capacidad de procesos y con diferentes configuraciones para llevar a cabo cada uno de los procesos que el gas natural necesita, la Secretaría de Energía

[SENER] (2022)²⁷ dentro de su prontuario estadístico de noviembre 2022 muestra la capacidad operativa con la que cuenta cada uno de los complejos procesadores de gas, mostrando tanto los procesos que puede realizar y la capacidad que puede llevar a cabo dicho proceso con sus respectivas unidades.

Tabla 2.2.1.2-1 Capacidad nominal de los centros procesadores de Gas Natural.

Complejo procesador de gas de Pemex	Endulzamiento de gas (MMPCD)	Endulzamiento de líquidos (MMPCD)	Proceso criogénico (MMPCD)	Fraccionamiento de líquidos (MBD)
Burgos	N/A	N/A	1200	18
Arenque	34	N/A	33	N/A
Poza Rica	250	N/A	490	22
Matapionche	109	N/A	125	N/A
CPGP COATZACOALCOS	N/A	N/A	192	217
La Venta	N/A	N/A	182	N/A
Nuevo Pemex	880	96	1500	208
Cactus	1960	48	1275	104
Cd. Pemex	1290	N/A	915	N/A
Total	4523	144	5912	569

2.2.1.3 Capacidad operativa

La Secretaría de Energía [SENER] (2021) proporciona información de la capacidad operativa de cada uno de los centros procesadores de gas que México posee por medio del Sistema de Información Energética [SIE], presentando los siguientes datos en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD), del proceso de endulzamiento de gas amargo de los centros de proceso de gas que pueden llevarlo a cabo.

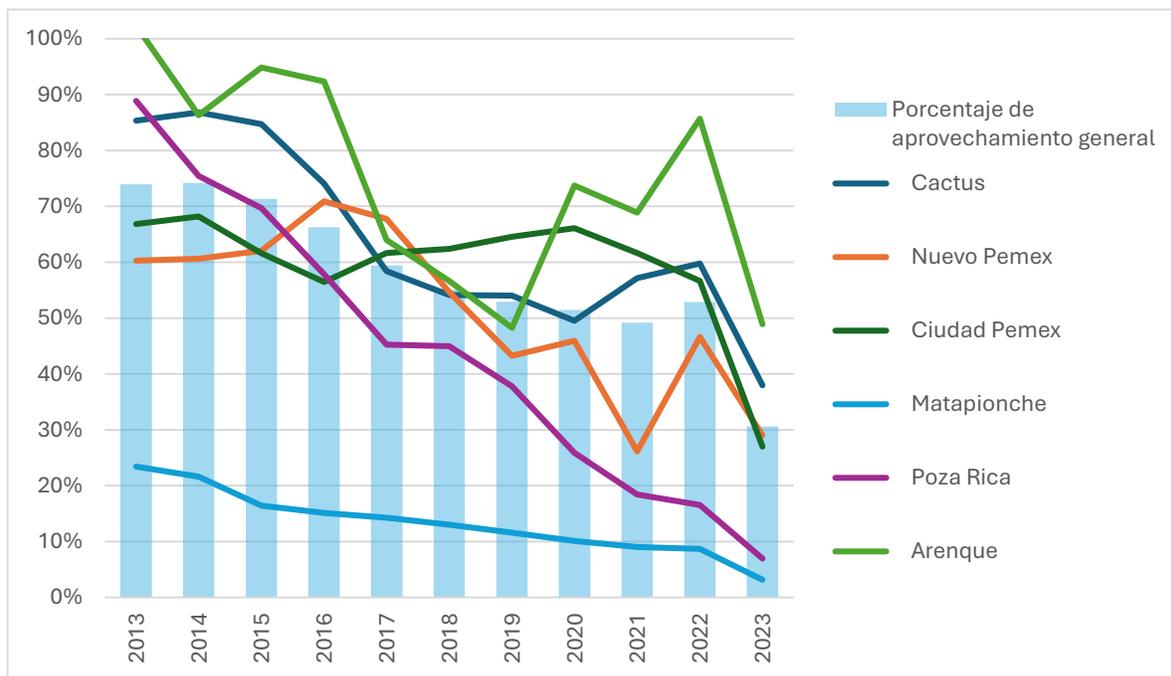
²⁷ Secretaría de Energía [SENER]. (2022). Prontuario estadístico. En gob.mx. Recuperado 30 de agosto de 2023, de <https://www.gob.mx/sener/documentos/prontuario-estadistico-2022>

Tabla 2.2.1.3-1 Endulzamiento de Gas Natural por centro procesador de gas.

Endulzamiento de gas amargo (MMPCD)							
Años	Producción general de endulzamiento de gas amargo	Cactus	Nuevo Pemex	Ciudad Pemex	Matapionche	Poza Rica	Arenque
2013	3,329.99	1,672.39	530.45	862.41	25.52	204.42	34.79
2014	3,356.40	1,701.71	533.55	879.69	23.56	188.55	29.34
2015	3,225.34	1,660.28	545.92	794.73	17.93	174.23	32.25
2016	2,996.86	1,452.19	624.02	728.21	16.50	144.53	31.41
2017	2,687.67	1,145.12	596.40	795.69	15.53	113.17	21.76
2018	2,492.48	1,061.11	480.85	804.64	14.19	112.42	19.27
2019	2,395.59	1,058.73	380.44	832.90	12.63	94.49	16.41
2020	2,327.58	970.33	403.97	852.43	11.02	64.77	25.06
2021	2,224.61	1,120.05	230.17	795.17	9.81	45.99	23.41
2022	2,392.01	1,171.08	410.43	730.53	9.48	41.35	29.14
2023	1,385.37	744.30	255.32	348.29	3.44	17.40	16.63

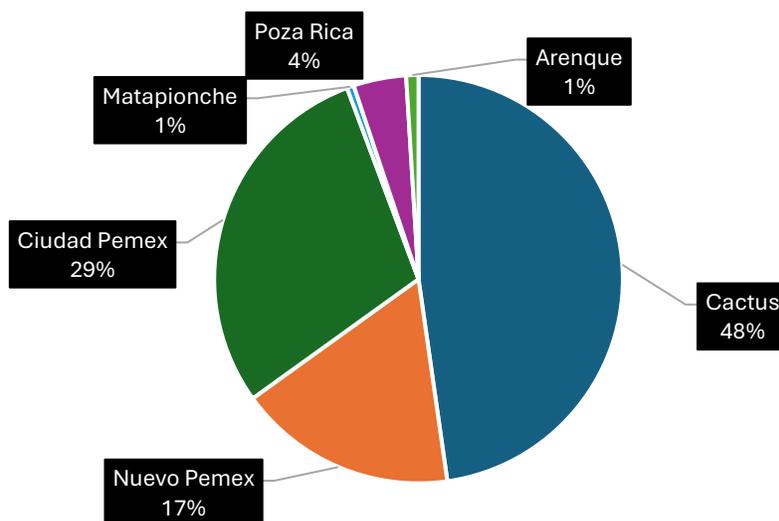
Partiendo de esta información se puede calcular el porcentaje de aprovechamiento que cada centro procesador de gas ha tenido de acuerdo con la capacidad de procesamiento instalado que poseen, a continuación, se muestran las gráficas con el porcentaje de aprovechamiento anual que cada uno de los centros presentó.

Gráfico 2.2.1.3-1 Porcentaje de aprovechamiento del procesamiento de endulzamiento de gas amargo por centro de procesamiento de Gas Natural.



A continuación, se presenta una gráfica que muestra el porcentaje de participación de cada centro procesador de gas en la producción general del proceso de endulzamiento de gas amargo.

Gráfico 2.2.1.3-2 Porcentaje de participación por centro procesador de gas en el proceso de endulzamiento de gas amargo.



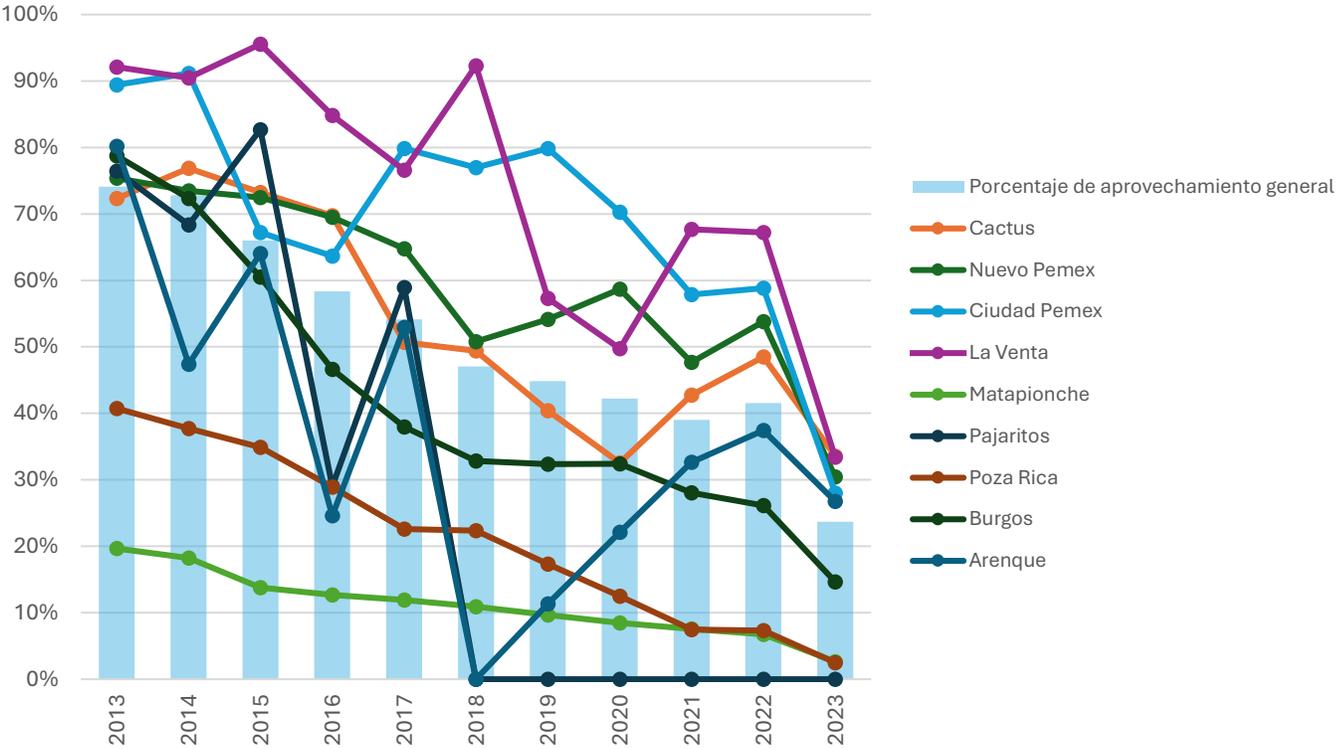
Además, el Sistema de Información Energética [SIE] presenta los siguientes datos en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD), del Proceso de recuperación de líquidos del gas dulce (proceso criogénico), de los centros de proceso de gas que pueden llevarlo a cabo.

Tabla 2.2.1.3-2 Recuperación de líquidos del gas dulce por centro procesador de gas.

Recuperación de líquidos del gas dulce (MMPCD)										
Años	Producción general de recuperación de líquidos del gas dulce	Cactus	Nuevo Pemex	Ciudad Pemex	La Venta	Matapionche	Pajaritos	Poza Rica	Burgos	Arenque
2013	4,381.00	921.99	1,130.65	818.36	167.61	24.58	146.74	199.62	944.98	26.47
2014	4,303.18	980.02	1,101.95	834.10	164.66	22.82	131.20	184.80	868.01	15.63
2015	3,903.73	933.79	1,086.78	614.90	173.90	17.25	158.76	170.93	726.27	21.13
2016	3,449.81	888.96	1,042.76	582.70	154.34	15.85	55.70	141.72	559.66	8.12
2017	3,199.47	646.63	971.41	730.42	139.43	14.89	113.16	110.66	455.41	17.47
2018	2,781.69	630.09	762.13	704.41	167.99	13.61	0.00	109.58	393.89	0.00
2019	2,651.18	514.84	812.40	730.59	104.31	12.11	0.00	84.88	388.32	3.74
2020	2,497.36	414.91	880.58	643.14	90.56	10.58	0.00	61.12	389.16	7.30
2021	2,306.05	544.74	715.17	529.66	123.19	9.46	0.00	36.54	336.50	10.78
2022	2,456.47	618.02	807.27	538.53	122.32	8.47	0.00	35.86	313.66	12.35
2023	1,402.06	428.11	456.54	256.28	60.78	3.31	0.00	12.30	175.92	8.83

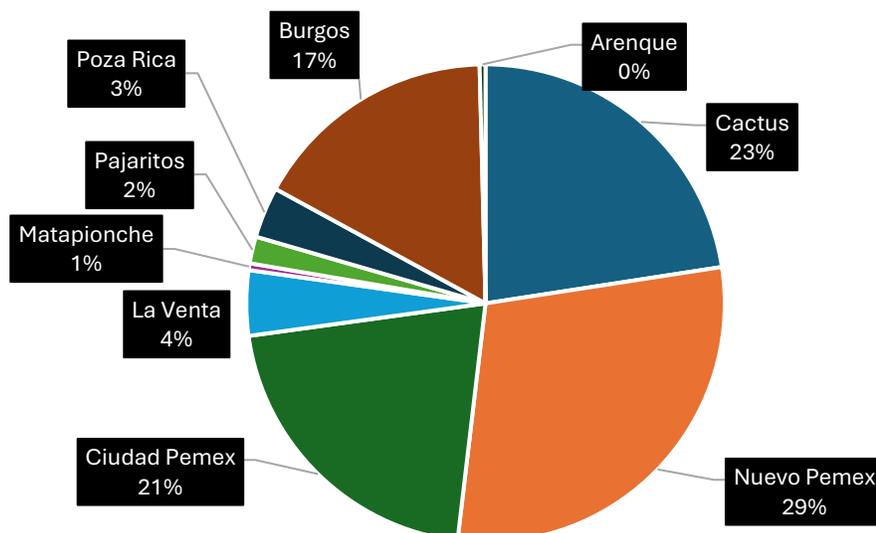
Partiendo de esta información se puede calcular el porcentaje de aprovechamiento que cada centro procesador de gas ha tenido de acuerdo con la capacidad de procesamiento instalado que poseen, a continuación, se muestran la gráfica con el porcentaje de aprovechamiento anual que cada uno de los centros presentó.

Gráfico 2.2.1.3-3 *Porcentaje de aprovechamiento del proceso de recuperación de líquidos del gas dulce por centro procesador de gas.*



A continuación, se presenta una gráfica que muestra el porcentaje de participación de cada centro procesador de gas en la producción general del proceso recuperación de líquidos de gas dulce.

Gráfico 2.2.1.3-4 Porcentaje de participación por centro procesador de gas en el proceso de recuperación de líquidos de gas dulce.



Por otra parte, el Sistema de Información Energética [SIE] presenta los siguientes datos del promedio anual de procesamiento en millones de barriles diarios (MBD), del proceso fraccionamiento de líquidos de los centros de proceso de gas que pueden llevarlo a cabo.

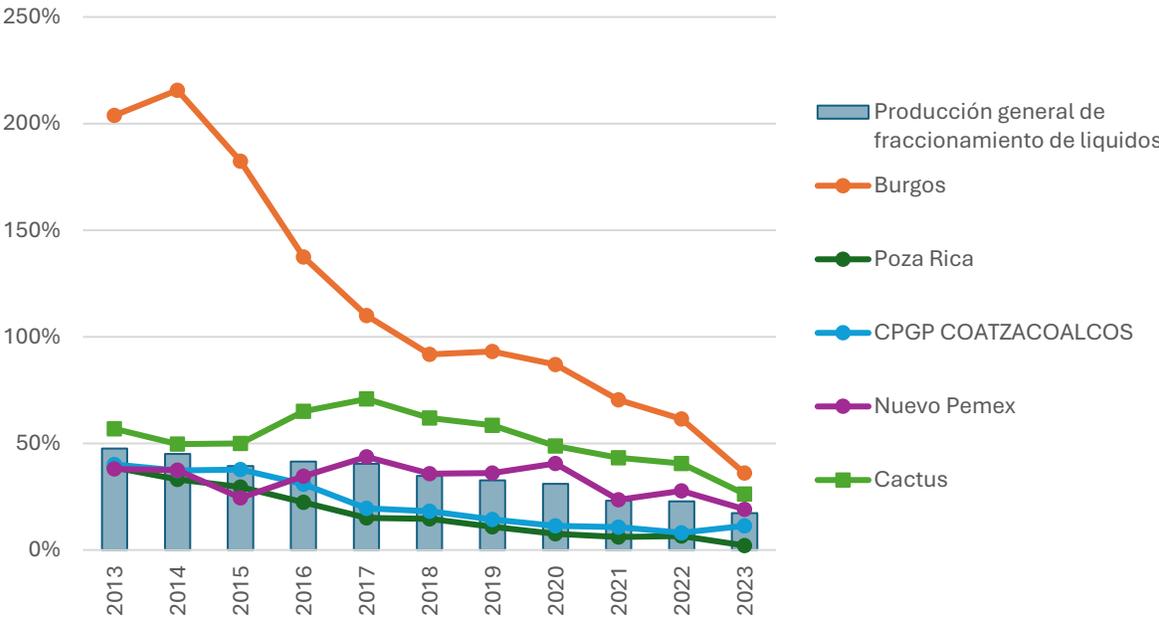
Tabla 2.2.1.3-3 Fraccionamiento de líquidos por centro procesador de gas.

Fraccionamiento de líquidos (MBD)						
Años	Producción general de fraccionamiento de líquidos	Burgos	Poza Rica	CPGP COATZACOALCOS	Nuevo Pemex	Cactus
2013	270.58	36.69	8.51	87.06	79.24	59.07
2014	256.65	38.82	7.30	81.05	77.83	51.64
2015	224.16	32.82	6.50	81.95	50.85	52.04
2016	236.08	24.73	4.91	66.92	71.85	67.66
2017	229.98	19.80	3.30	42.35	90.87	73.66
2018	198.12	16.53	3.21	39.60	74.39	64.39
2019	186.02	16.76	2.39	31.01	75.07	60.80
2020	176.96	15.66	1.69	24.46	84.44	50.71
2021	131.41	12.69	1.33	23.44	49.03	44.93
2022	130.01	11.07	1.43	17.56	57.76	42.19
2023	98.59	6.49	0.47	24.48	39.81	27.35

Partiendo de esta información se puede calcular el porcentaje de aprovechamiento que cada centro procesador de gas ha tenido de acuerdo con la capacidad de

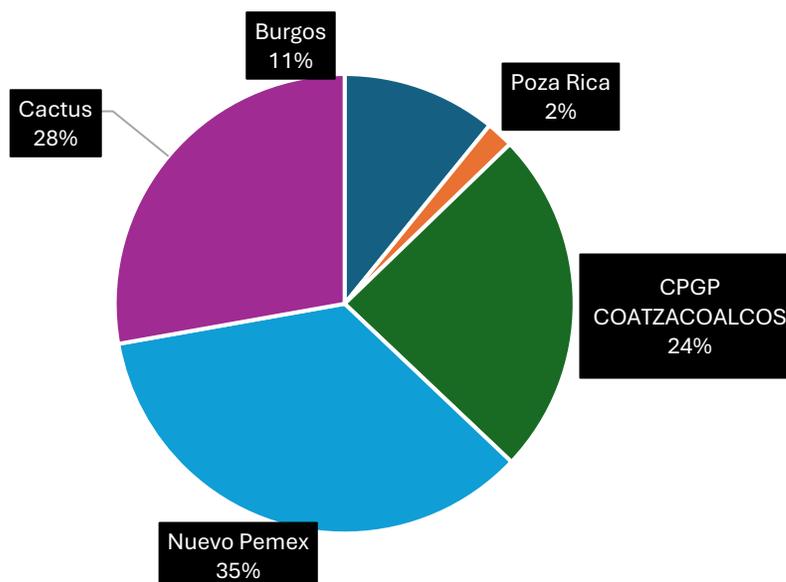
procesamiento instalado que poseen, a continuación, se muestran las gráficas con el porcentaje de aprovechamiento anual que cada uno de los centros presentó.

Gráfico 2.2.1.3-5 *Porcentaje de aprovechamiento del proceso de fraccionamiento de líquidos del Gas Natural.*



A continuación, se presenta una gráfica que muestra el porcentaje de participación de cada centro procesador de gas en la producción general del proceso fraccionamiento de líquidos.

Gráfico 2.2.1.3-6 Porcentaje de participación por centro procesador de gas en el proceso de fraccionamiento de líquidos.



2

Derivado de la información presentada se puede observar que México posee una mayor capacidad de procesamiento de la que se está aprovechando actualmente, mostrando una ventana de oportunidades para el gas natural en México, pues como se puede observar se tiene la capacidad para procesar bastante más gas natural de las que se está produciendo actualmente.

2.2.1.4 Principales cuencas de producción

La Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH] (2022)²⁸ reporta que las principales cuencas de producción de gas natural son las denominadas Cuencas del Sureste, con una producción de 3,047.7 miles de millones de pies cúbicos diarios (MMPCD) representando el 75% de la producción total de gas natural, seguido de la cuenca de burgos con una producción de 490.8 (MMPCD), la cuenca de Veracruz con una producción de 399.4 (MMPCD) y la cuenca Tampico-Misantla con una producción de 98.1 (MMPCD), representando el 12%, 10% y 2% de la producción respectivamente.

²⁸ Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. (2022, octubre). Conoce cuál fue la producción de #hidrocarburos por cuenca a octubre 2022. Twitter. Recuperado 12 de enero de 2024, de https://twitter.com/CNH_MX/status/1600467662324355073?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Cwterm%5E1600467662324355073%7Ctwgr%5E340546408fd505cf7427351dbd42dfc13f0f2eff%7Ctwcon%5Es1_%ref_url=https%3A%2F%2Fenergyandcommerce.com.mx%2Fcuencas-del-sureste-encabezan-produccion-de-hidrocarburos-de-mexico%2F

2.2.1.5 Centros procesadores de gas natural en México

México cuenta con su propia infraestructura para llevar a cabo el procesamiento del gas natural, la Secretaría de energía [SENER] (2022) muestra en su prontuario estadístico de noviembre 2022 los complejos procesadores de gas natural con los que cuenta el territorio nacional, siendo los siguientes.

Tabla 2.2.1.5-1 Centros procesadores de gas en México.

Complejos procesadores de gas	Ubicación
Burgos	Reynosa, Tamaulipas
Arenque	Ciudad Madero, Tamaulipas
Poza Rica	Poza Rica de Hidalgo, Veracruz
Matapionche	El Moralito, Veracruz
CPGP COATZACOALCOS	Coatzacoalcos, Veracruz
La Venta	La Venta, Tabasco
Nuevo Pemex	Estancia Vieja, Tabasco
Cactus	Reforma, Chiapas
Cd. Pemex	Macuspana, Tabasco.

A continuación, se presentan mapas que muestran la ubicación de los centros procesadores de gas natural que México posee, con el fin de que su ubicación sea visualizada de manera más específica.

Mapa 2.2.1.5-1 Ubicación de los centros procesadores de gas en México.



2.3 Importación

El Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C. [IMCO] (2016)²⁹ menciona que la producción de gas natural con la que cuenta actualmente México no es suficiente para cubrir la demanda total de este combustible, razón por la cual se necesitan importaciones de este producto.

El observatorio de complejidad económica (Observatory of Economic Complexity) por sus siglas en inglés [OEC] (2021)³⁰ muestra que durante el 2021 los principales exportadores de gas natural del mundo fueron Australia, Estados Unidos, Qatar, Rusia, y Malasia en ese orden, como se puede observar Estados Unidos fue el segundo mayor exportador de gas natural el 2021, al ser vecino directo con México

²⁹ Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C. [IMCO]. (2016). Un puente entre dos Méxicos (1.a ed.) [Internet]. <https://imco.org.mx/indices/un-puente-entre-dos-mexicos/>

³⁰ Observatory of Economic Complexity [OEC]. (2021). Gas natural, licuado. oec.world. Recuperado 8 de septiembre de 2023, de <https://oec.world/es/profile/hs/natural-gas-liquefied?latestTrendsFlowSelector=flow0>

posee mayores facilidades técnicas debido a la cercanía, por lo que a la hora de proveer de gas natural al territorio mexicano aprovecha la infraestructura que la infraestructura con la que su país vecino cuenta.

La Administración de Información Energética de Estados Unidos (U.S. Energy Information Administration) por sus siglas en inglés [EIA] (2023)³¹ al ser encargada de llevar la estadística y el análisis de la información energética, proporciona la información sobre la importación que México realiza mediante ductos y camiones.

Partiendo de los datos que proporciona la Administración de Información Energética de Estados Unidos [EIA], se puede calcular el promedio de importación anual en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD), que tuvo México mediante gasoducto y mediante camión.

Tabla 2.3-1 Importación de Gas Natural en México mediante Gasoducto y camión.

Importación de Gas Natural en México (MMPCD)		
Años	Gasoducto	Camión
2013	1,803.24	0.35
2014	1,995.12	0.49
2015	2,884.88	0.54
2016	3,762.11	1.03
2017	4,189.91	1.89
2018	4,625.25	1.61
2019	5,108.69	3.02
2020	5,437.85	2.25
2021	5,896.12	3.42
2022	5,694.15	4.26
2023	5,864.40	2.51

A continuación, se muestran gráficas del comportamiento de importaciones de gas natural en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD) de México provenientes de Estados Unidos.

³¹ U.S. Energy Information Administration [EIA]. (2023, 31 agosto). U.S. natural gas exports by country. eia.gov. Recuperado 8 de septiembre de 2023, de https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_m.htm

Gráfico 2.3-1 Importación de gas natural en México mediante gasoductos.

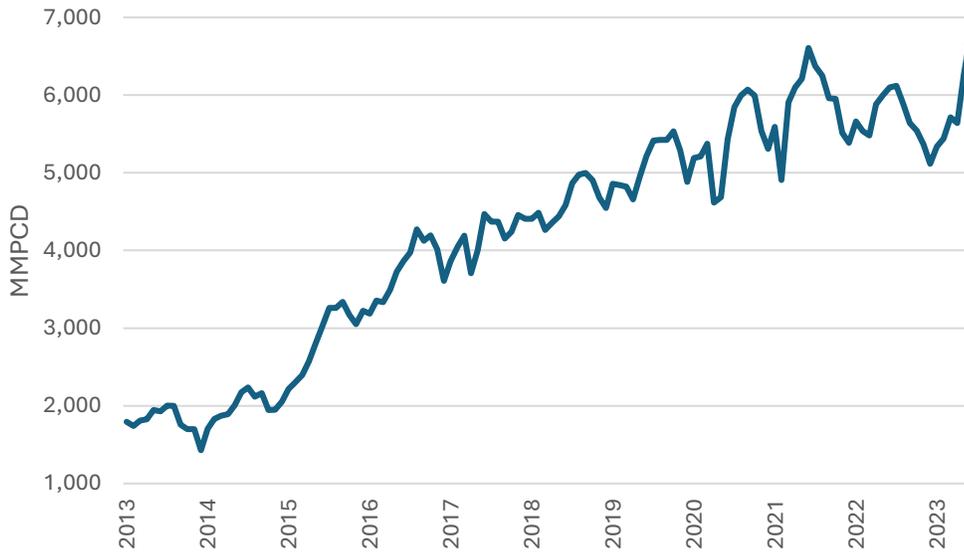
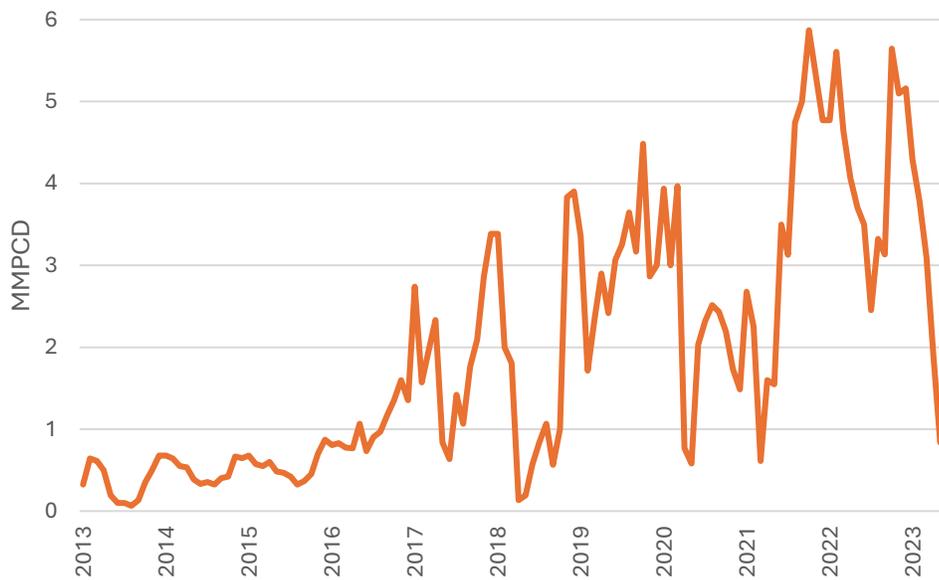


Gráfico 2.3-2 Importación de Gas Natural mediante camión.



Se puede apreciar que las exportaciones de gas natural mediante ducto se han mantenido al alza contrario a la importación mediante camión que constantemente muestra fluctuaciones en su comportamiento por lo que se puede apreciar que la importación de gas natural es más eficiente mediante gasoducto.

Por otra parte, la Secretaría de Energía [SENER] (2021) presenta en su prontuario estadístico de noviembre del 2022, el promedio anual de importación en millones de

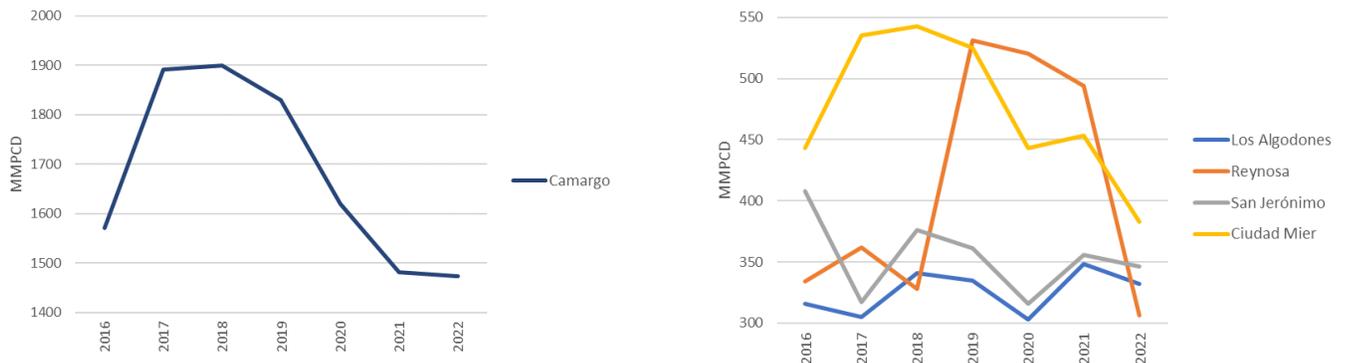
pies cúbicos diarios (MMPCD), por punto de internación, de los que se recuperan los puntos de internación que presentan una importación de gas natural más representativa.

Tabla 2.3-2 Importación de Gas Natural por punto de internación.

Importación de Gas Natural por punto de internación (MMPCD)					
Años	Camargo	San Jerónimo	Ciudad Mier	Los Algodones	Reynosa
2016	1571	408	443	316	334
2017	1891	317	535	305	362
2018	1899	376	543	341	328
2019	1830	361	525	335	531
2020	1620	316	443	303	520
2021	1482	356	453	348	494
2022	1473	346	383	332	306

las siguientes gráficas muestran el comportamiento del promedio de importación mensual mediante cada uno de los puntos de internación.

Gráfico 2.3-3 Importación de Gas Natural por punto de internación.



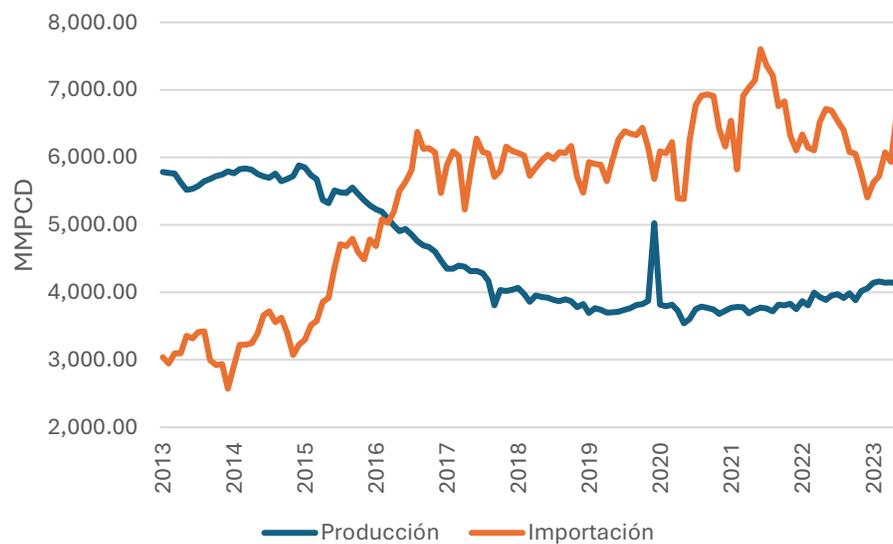
Ahora se tiene delimitada la información de cada uno de los medios por los cuales México importa el gas natural se puede comparar el total de importación de gas natural que México realiza, a continuación, se presenta una tabla que muestra el promedio anual en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD) de la importación total de gas natural de México.

Tabla 2.3-3 Comparativa entre la importación y producción de Gas Natural en México (MMPCD).

Comparativa entre la importación y producción de Gas Natural en México (MMPCD)		
Años	Promedio de importación anual	Promedio de producción anual
2013	3,092.49	5,679.32
2014	3,353.63	5,758.03
2015	4,214.92	5,505.64
2016	5,593.80	4,867.51
2017	5,933.00	4,205.42
2018	5,927.50	3,903.16
2019	6,078.90	3,863.33
2020	6,292.94	3,729.69
2021	6,803.97	3,768.38
2022	6,230.91	3,940.15
2023	6,223.61	4,134.12

A continuación, se presenta una gráfica que muestra el comportamiento del promedio mensual de la importación total de gas natural contra el promedio mensual de producción de gas natural en México.

Gráfico 2.3-4 Comparativa entre la importación y la producción de Gas Natural en México.



Derivado de la gráfica anterior se puede apreciar que mientras la producción de gas natural que reporta México ha disminuido de manera notable, la importación de gas natural ha aumentado continuamente, González (2021)³² explica que esto se debe a la necesidad de cubrir la demanda de gas natural, debido a que la oferta de producto por parte de PEMEX continúa decreciendo, razón por la cual las importaciones representan actualmente el 70% del consumo de este combustible.

³² González, N. (2021, 17 febrero). México depende en 70% del gas natural importado. Excélsior. Recuperado 24 de enero de 2024, de <https://www.excelsior.com.mx/nacional/mexico-depende-en-70-del-gas-natural-importado/1433194>

Capítulo III.- Contexto histórico de las tecnologías del transporte y el combustible

3.1 Contexto mundial

3.1.1 Mercado mundial de combustibles

El mercado internacional de los combustibles se rige bajo los principios de la oferta y demanda, que se puede entender que una cantidad de combustibles disponible mayor a la oferta de estos hace que el precio disminuya, siendo el caso contrario cuando la cantidad de combustibles disponible es menor que la demanda requerida hará que el precio aumente, de igual manera el mercado se ve modificado por las tendencias, tales como la creciente preocupación del público en general por la contaminación producida por los hidrocarburos (Dorantes Sevilla, 2022)³³.

(*Ídem*, 2022) explica los factores estratégicos por los cuales se ve afectado el mercado internacional, empezando por fenómenos como las guerras, ya sea una guerra civil o una guerra entre países, pues en este caso la necesidad de productos derivados del petróleo puede aumentar y de ser el caso que alguno de los participantes de este evento sea un país productor, exportador o cuente con vías de transporte de hidrocarburos altamente transitadas, tal es el caso de la reciente guerra entre Rusia y Ucrania siendo Rusia uno de los más grandes productores de hidrocarburos de la actualidad.

Por otra parte, (*ídem*, 2022), menciona que situaciones como las crisis también son factores importantes que afectan el mercado internacional, crisis tales como la crisis económica inmobiliaria de Estados Unidos de América que se presentó en el 2008, la crisis petrolera del 2014 y más recientemente la crisis provocada por el virus COVID-19, todas estas crisis afectaron de una u otra forma el mercado internacional, cada una afectando de manera diferente el mercado, pues cada una afecto ya sea, el poder adquisitivo, la cantidad disponible de hidrocarburos o disminuyo la cantidad de combustibles consumidos por el público en general.

³³ Dorantes Sevilla, E. D. (2022). COMPORTAMIENTO DEL MERCADO [Diapositivas].

Con lo anterior se infiere los medios de comunicación tienen influencia en la manera en la que el mercado es modificado, ya que debido al gran alcance que estas tienen para brindar información sobre el mercado de hidrocarburos es que se puede observar factores tales como la inestabilidad del mercado y pueden dar pie a la especulación con encabezados publicados o rumores que plantean la posibilidad de ya sea de una escasez de hidrocarburos o eventos que afecten la situación sociopolítica de algún país.

Para terminar con los factores estratégicos *ídem* explica que los embargos y sanciones también son agentes importantes del desarrollo que se puede observar en el mercado de hidrocarburos, pues estos al ser una prohibición del comercio con un país o grupo de países genera que los implicados tengan un intercambio económico y una menor entrada de sus productos al mercado internacional, por lo que la oferta de estos productos se ve mermada.

Partiendo de esto, al mercado de hidrocarburos se le agregan complicaciones nacionales, tales como los fenómenos políticos y sociales que ocurren dentro de cada uno de los países, eventos tales como el cambio de poder, es decir la salida y entrada de nuevos presidentes, huelgas laborales con las que se buscan mejores situaciones laborales y por ende la producción o procesamiento de los hidrocarburos es detenida, represión del gobierno y el hurto de estos productos (Dorantes Sevilla, 2022)

3.1.1.1 Producción Gasolina, Diesel y Gas Natural.

El mercado internacional de combustibles no se limita a la importación y exportación de crudo, pues este no puede ser aprovechado en su totalidad de esta manera, es por esto por lo que el crudo necesita ser refinado, la consultora internacional Enerdata (2023)³⁴ menciona que “en 2022, la producción mundial de productos refinados del petróleo [Gasolina y Diesel] aumentó un 3,3 %, un ritmo más lento que en 2021 (+4,9 %), pero mucho más rápido que en el periodo 2010-2019 (+1,1 %/año).” Mientras que “La producción mundial de gas, que había aumentado un 4,3 % en 2021, se mantuvo estable en 2022” Además, ofrece los datos estadísticos sobre la producción de

³⁴ Enerdata. (2023). Estadísticas sobre producción de crudo. [datos.enerdata.net](https://datos.enerdata.net/petroleo-crudo/datos-produccion-energia-mundial.html). Recuperado 16 de septiembre de 2023, de <https://datos.enerdata.net/petroleo-crudo/datos-produccion-energia-mundial.html>

Gasolina, Diesel y Gas Natural de petróleo de cada uno de los países que cubre su investigación.

Procedente de los datos se recuperan los principales países productores Gasolina, Diesel y Gas Natural con su respectiva producción.

Gráfico 3.1.1.1-1 Principales países productores de Gasolina y Diesel 2022.

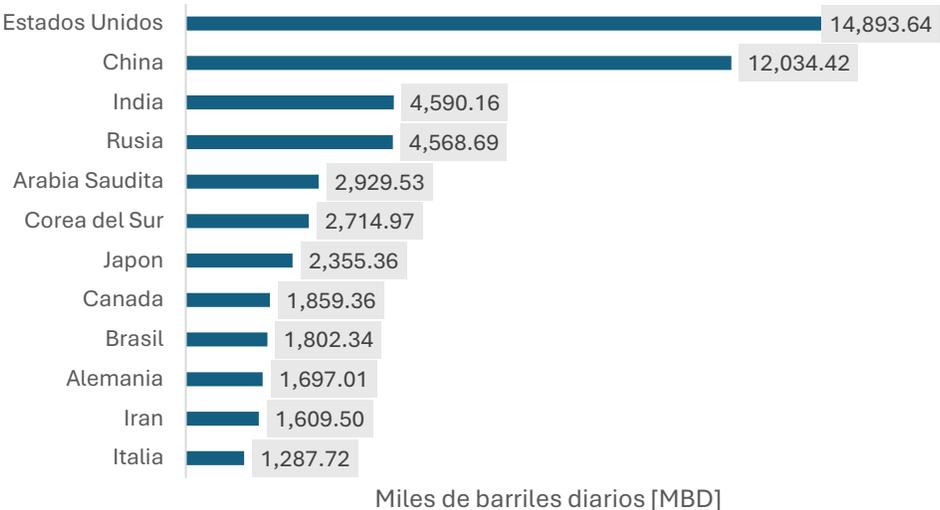
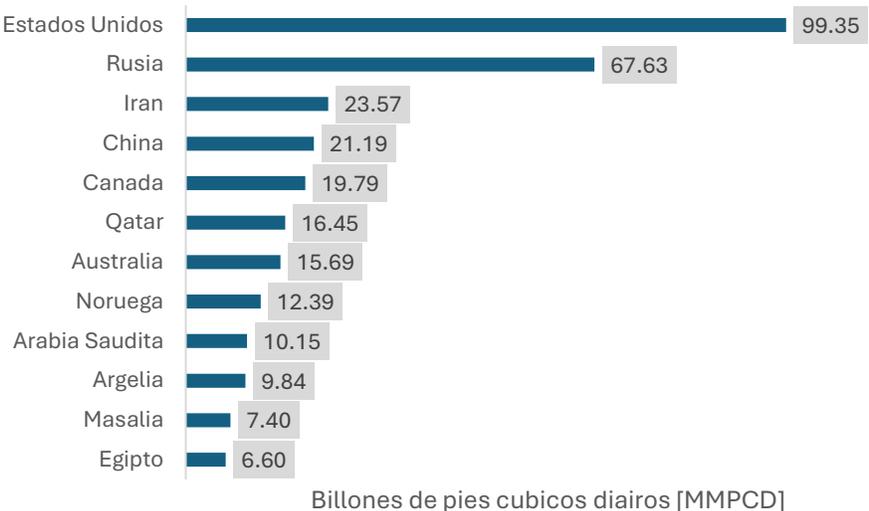


Gráfico 3.1.1.1-2 Principales países productores de Gas Natural 2022.



En ambas gráficas se puede apreciar la amplia superioridad de producción de combustibles que tienen los países como Estados Unidos y China respecto a la

producción de Gasolina y Diesel, mientras que la producción de Gas Natural es dominada de nuevo por Estados Unidos, esta vez en compañía de Rusia, situación que puede ser adjudicada a la infraestructura de procesamiento que con la que cada uno de estos países cuenta.

A partir de las estadísticas que ofrece Enerdata (2023) se recupera la tendencia de producción de Gasolina, Diesel y Gas Natural alrededor del mundo.

Gráfico 3.1.1.1-3 Tendencia de producción de Gasolina y Diesel por región 1990-2022.

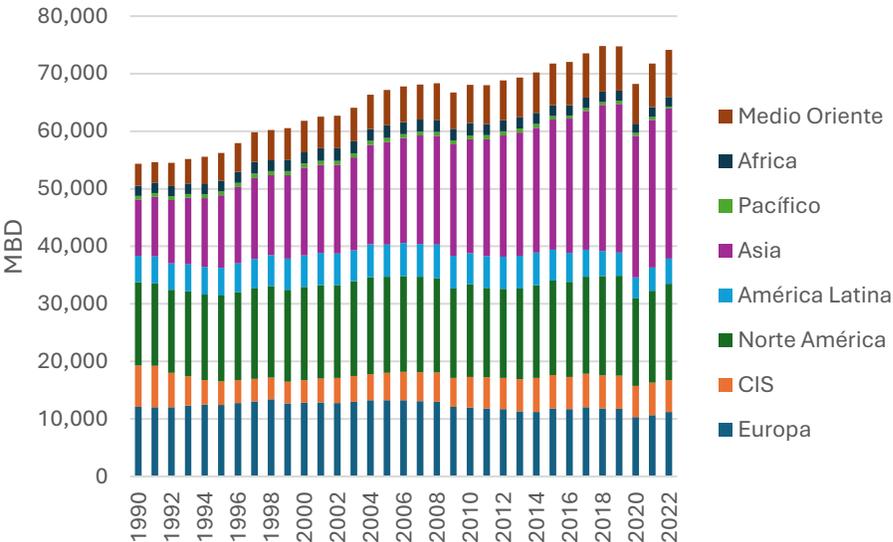
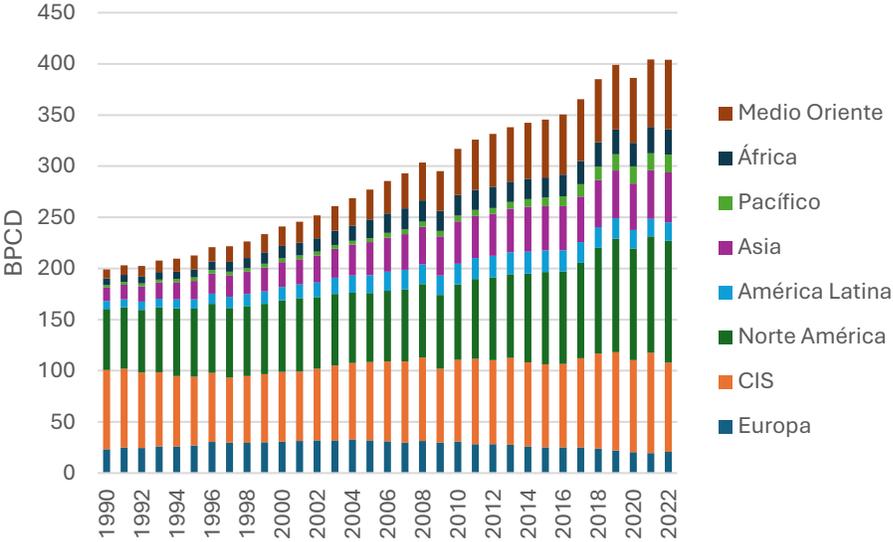


Gráfico 3.1.1.1-4 Tendencia de producción de Gas Natural por región 1990-2022.



Derivado de las Gráficas de producción de Gasolina, Diesel y Gas Natural se puede observar que la tendencia en la producción de Gas Natural ha mostrado un crecimiento notablemente mayor que la tendencia de producción de Gasolina y Diesel, algo que se puede adjudicar al creciente consumo de Gas Natural

3.1.1.2 Comercio de Gasolina, Diesel y Gas Natural.

Enerdata (2023) ofrece los datos estadísticos sobre el comercio de Gasolinas, Diesel y Gas Natural explicando que “A pesar del recorte de los suministros rusos, la UE logró limitar la caída de sus importaciones netas de gas [natural] al 1,3 %.”, a partir de los datos proporcionados se recuperan los principales exportadores de Gasolina, Diesel y Gas natural.

Gráfico 3.1.1.2-1 Principales países exportadores de Gasolina y Diesel 2022.

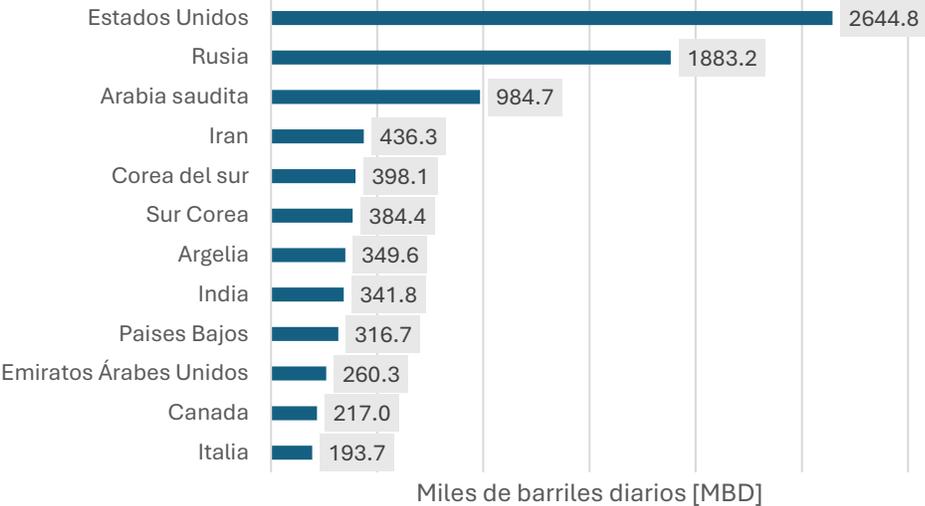
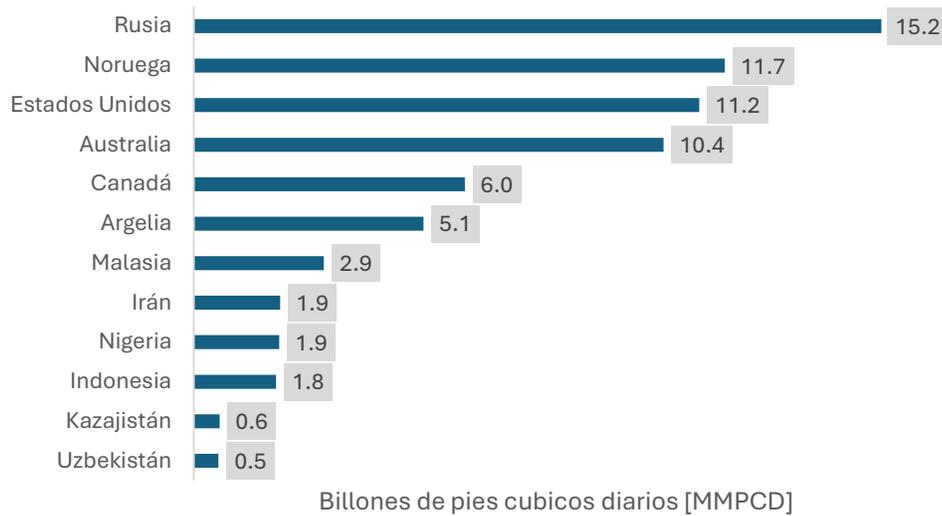


Gráfico 3.1.1.2-2 Principales países exportadores de gas natural 2022.



En ambas gráficas se puede observar la presencia de Rusia, ocupando el segundo lugar en la exportación de Gasolina y Diesel, mientras que ocupa el primer lugar como exportador de Gas Natural, posición que muestra su hegemonía en el mercado del Gas Natural, pues

Tras la guerra de Ucrania, Rusia redujo drásticamente el suministro de gas a Europa (...) también fue suspendiendo progresivamente las entregas de gas a través del gasoducto Nord Stream. La redistribución de las exportaciones de gas a China no logró compensar la disminución de los flujos hacia Europa y, en conjunto, las exportaciones netas de gas de Rusia cayeron un 34 % en 2022. (Enerdata, 2023)

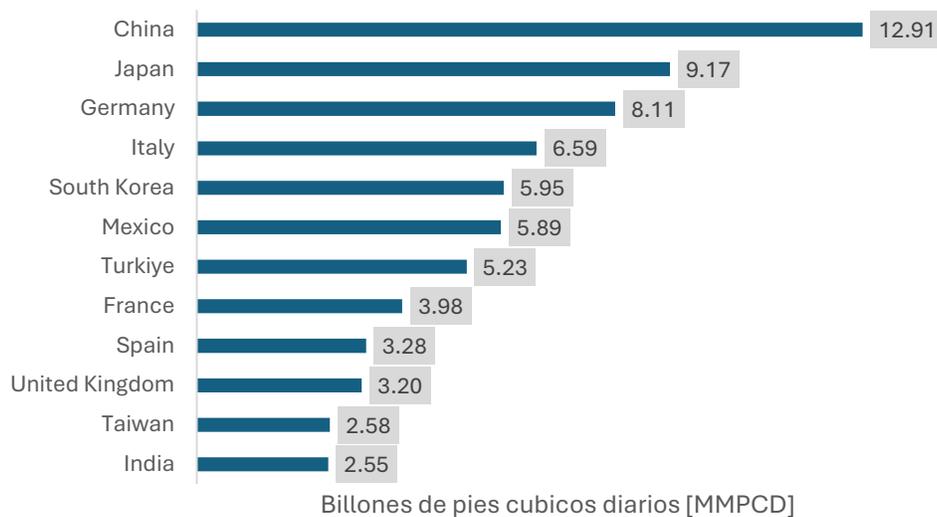
Pues aun con esa disminución en la exportación continúa ocupando el primer lugar como exportador de Gas natural.

De igual manera se recuperan los principales importadores de Gasolina, Diesel y Gas natural, siendo los siguientes.

Gráfico 3.1.1.2-3 Principales países importadores de Gasolina y Diesel 2022.



Gráfico 3.1.1.2-4 Principales países importadores de Gas Natural 2022.



Derivado de las gráficas anteriores se puede observar a aquellos países que son altamente dependientes de la importación de combustibles, ya sea por su baja o nula producción de combustibles.

Por otra parte, se recupera la balanza comercial a nivel mundial que es “la diferencia entre importaciones y exportaciones. El saldo de un exportador neto aparece como un

valor negativo (-)." (Enerdata, 2023), a continuación, se muestran las gráficas de los balances comerciales de la Gasolina, Diesel y Gas Natural.

Gráfico 3.1.1.2-5 Balance comercial de Gasolina y Diesel por región 2022.

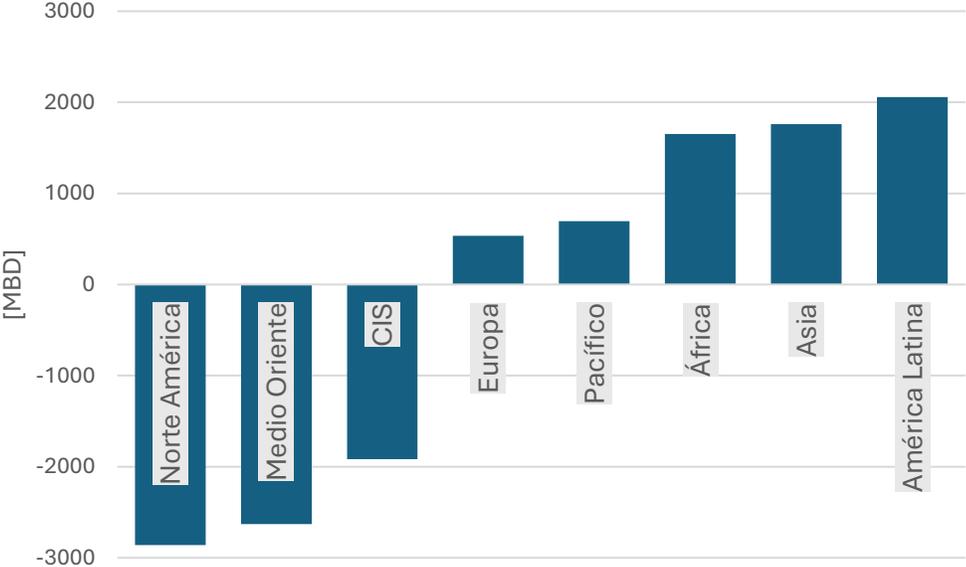
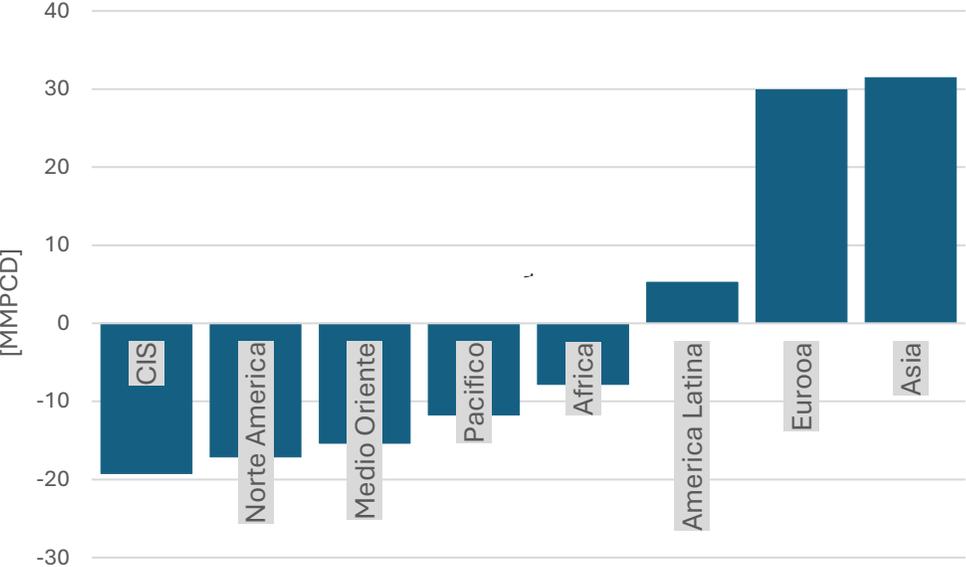


Gráfico 3.1.1.2-6 Balance comercial de Gas Natural por región 2022.



A partir de las gráficas anteriores se puede apreciar aquellas regiones que son principalmente dependientes de las importaciones de combustibles, donde regiones como Norte América, Medio Oriente y la Comunidad de Estados Independientes

(Commonwealth of Independent States) están presentes en ambas gráficas como exportadores de combustibles.

3.1.1.3 Consumo Gasolina, Diesel y Gas Natural.

Respecto al consumo de Gasolina, Diesel Y Gas Natural el sitio la consultora internacional Enerdata (2023) explica que “En 2022, el consumo mundial de productos del petróleo creció un 3,5 %, situándose por encima de su media de 2010-2019 (+1 %/año), pero de forma mucho más lenta que en 2021 (+6,1 %)” mientras que “Tras el aumento del 4,8 % en 2021, el consumo de gas [natural] disminuyó un 1,4 % en 2022, su primer descenso desde 2009, debido a una menor demanda de gas en la UE, Rusia, Brasil y China” a continuación se muestran las gráficas de los principales países consumidores de combustibles.

Gráfico 3.1.1.3-1 Principales países consumidores de Gasolina y Diesel 2022.

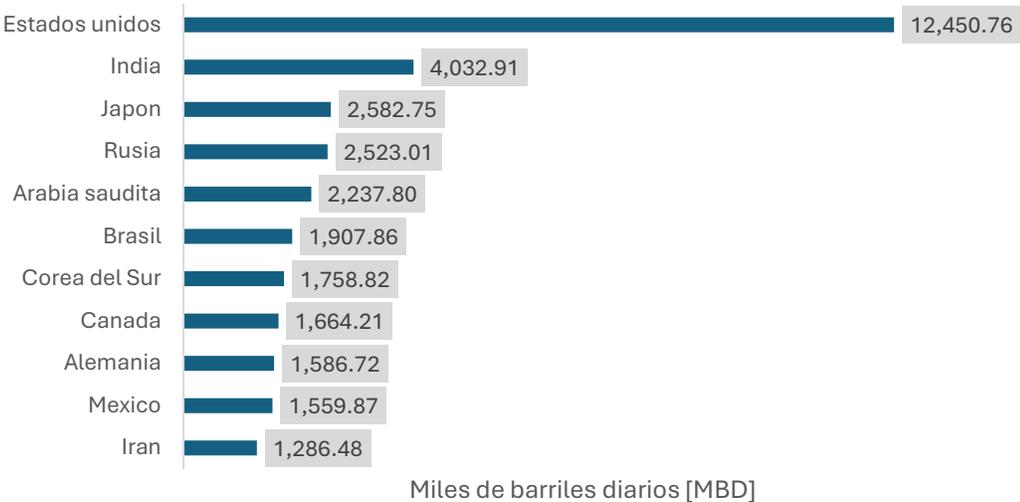
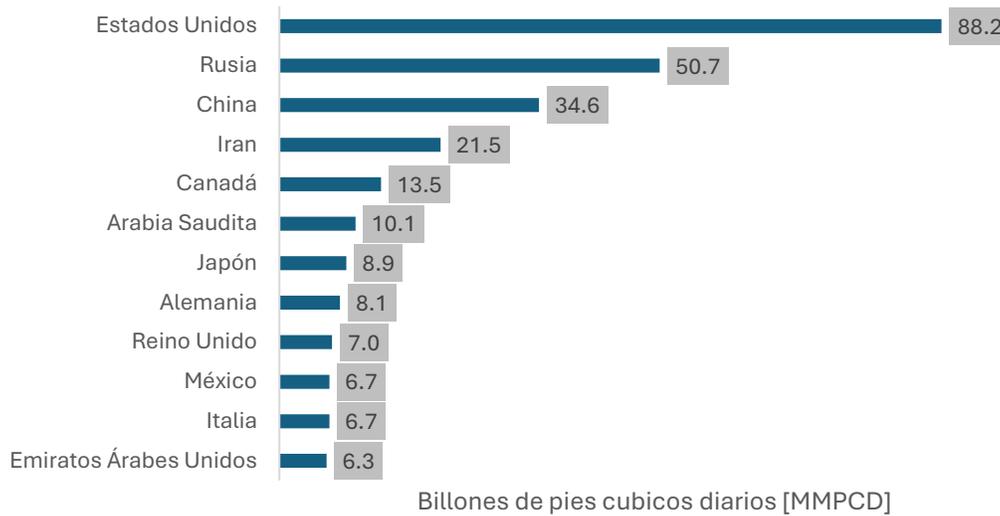


Gráfico 3.1.1.3-2 Principales consumidores de Gas Natural 2022.



En ambas gráficas se puede apreciar la hegemonía en el consumo de combustibles que presenta Estados Unidos, pues supera al segundo puesto de consumo por cantidades notablemente superiores.

A partir de las estadísticas que ofrece Enerdata (2023) se recupera la tendencia de consumo de Gasolina, Diesel y Gas Natural alrededor del mundo.

Gráfico 3.1.1.3-3 Tendencia de consumo de Gasolina y Diesel por región 1990-2022.

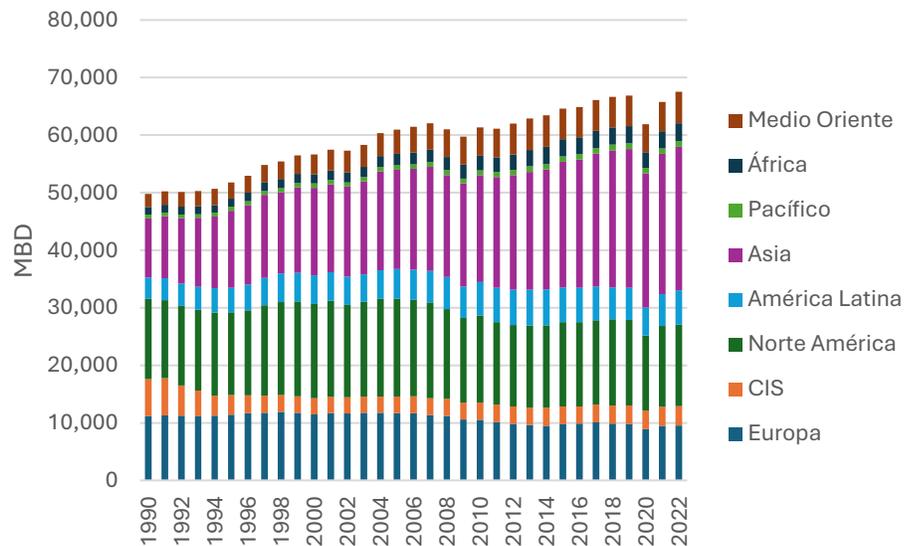
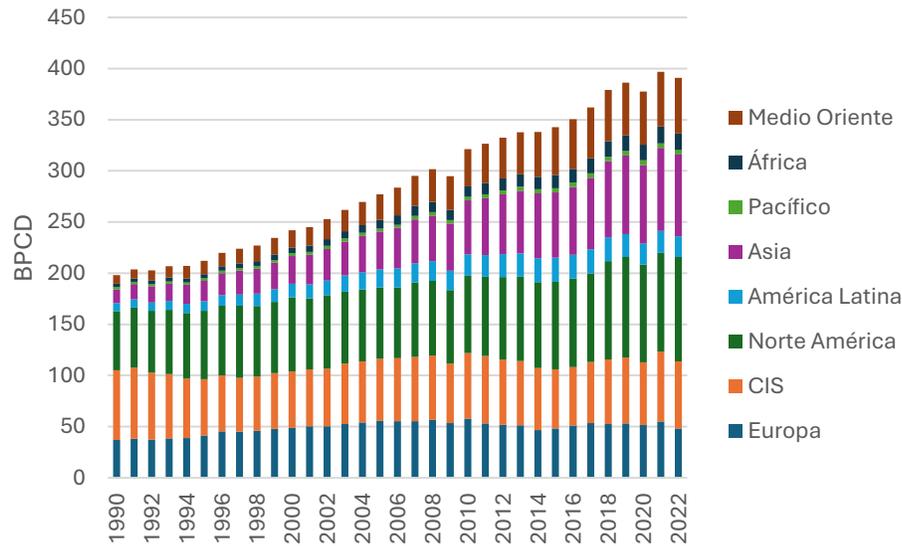


Gráfico 3.1.1.3-4 Tendencia de consumo de Gas Natural por región 1990-2022.



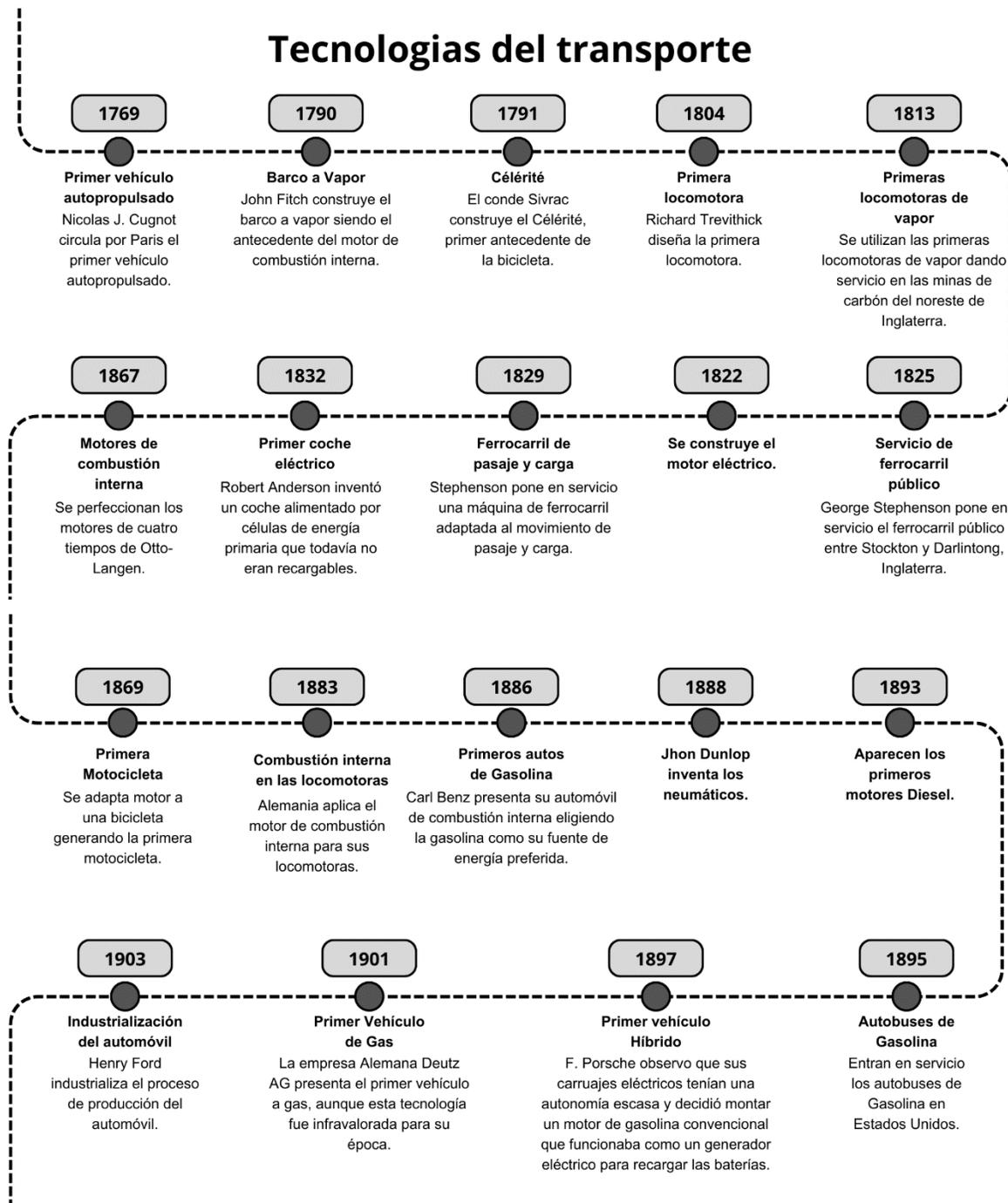
A partir de las gráficas anteriores se puede observar que la tendencia del consumo de combustibles se encuentra al alza, siendo el consumo de Gas Natural quien muestra un crecimiento más acelerado que el consumo de Gasolina y Diesel.

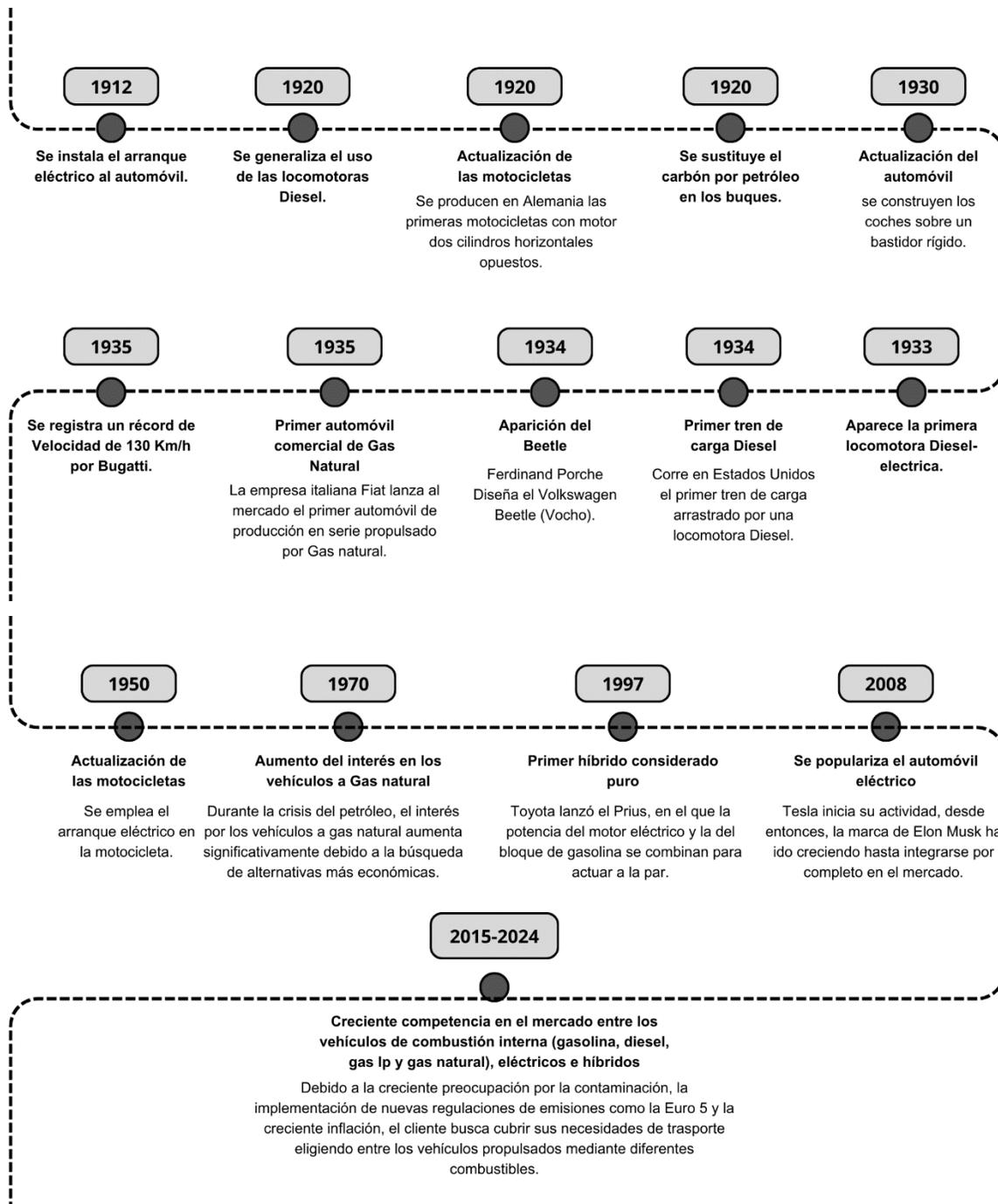
3.2 Línea del tiempo de las tecnologías del transporte

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT] (s. f.)³⁵ presenta un documento que muestra la evolución de las tecnologías del transporte, a continuación, se muestra una línea del tiempo que recupera los eventos más relevantes en relación con el presente trabajo.

³⁵ Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (s. f.). ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE. En gov.mx. <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt307.pdf>

Ilustración 3.2-1 Línea del tiempo de las tecnologías del transporte.





3.3 Ventajas del consumo de gas natural vehicular

El creciente aumento de precios en los precios de los combustibles como la gasolina ha generado que el público busque opciones más viables para costear los precios de

transporte, la Compañía de gas del sur de California por sus siglas en inglés [SoCalGas] (s. f.)³⁶ plantea que además del ahorro económico existen otras ventajas tales como:

- Emisiones más limpias: “Los NGV producen de 20 a 30 por ciento menos gases de efecto invernadero que los vehículos de gasolina o de diesel.”
- Menor contaminación odorífera y acústica: “El nivel de ruido de un motor de CNG es menor que el de un motor diesel, ya que provoca un 90 por ciento menos de ruido.”
- Bajo riesgo de contaminación por accidentes: “El gas natural vehicular no contamina el agua subterránea(...) no tienen que lidiar con la amenaza de fugas de tanques subterráneos”
- Alto rendimiento “La gasolina Premium tiene un octanaje de 91. El gas natural tiene un octanaje de aproximadamente 130. Este mayor octanaje permite un aumento en la compresión del motor y una mayor eficiencia de la combustión.”
- Crecimiento del mercado de gas natural vehicular: “A escala mundial, el mercado para el gas natural vehicular es enorme. Actualmente, hay 15 millones de vehículos en operación en todo el mundo(...) el mercado del gas natural vehicular está todavía al comienzo de la curva de crecimiento.”

3.4 Comparativa entre los precios de los combustibles

La diferencia de precios entre los combustibles presentes en el mercado puede ser uno de los principales puntos a tomar en cuenta al momento de seleccionar dentro de las alternativas existentes.

El sitio web Global Petrol Prices (2023)³⁷ ofrece los datos sobre los precios de la gasolina y el Diesel actualizados a la fecha del 25 de diciembre del 2023, explicando que

³⁶ Compañía de gas del sur de California [SoCalGas]. (s. f.). BENEFICIOS DE LOS VEHÍCULOS DE GAS NATURAL. SoCalGas. Recuperado 18 de diciembre de 2023, de <https://www.socalgas.com/es/for-your-business/natural-gas-vehicles/benefits>

³⁷ Global Petrol Prices. (2023, 25 diciembre). Precios de la gasolina en todo el mundo. GlobalPetrolPrices.com. Recuperado 29 de diciembre de 2023, de https://es.globalpetrolprices.com/gasoline_prices/

Como regla general, los países más ricos tienen los precios más altos, mientras que los países más pobres y los países que producen y exportan petróleo tienen precios significativamente más bajos... Todos los países tienen acceso a los mismos precios del petróleo en los mercados internacionales, pero se imponen diferentes impuestos. Como resultado, los precios de la gasolina son diferentes.

A continuación, se muestran los precios por país obtenidos del sitio web Global Petrol Prices:

Tabla 3.4-1 Comparativa internacional entre los precios de la gasolina.

Precios de la gasolina, 25-dic-2023 (m ³ , USD)					
Hong Kong	3.098	Bulgaria	1.470	China	1.135
Mónaco	2.352	Costa de Marfil	1.468	Uzbekistán	1.134
Islandia	2.288	Malí	1.453	Curazao	1.133
Países Bajos	2.084	Chile	1.448	Dominica	1.129
Liechtenstein	2.062	Uganda	1.446	Botsuana	1.126
Noruega	2.056	Romania	1.440	Haití	1.119
Dinamarca	2.054	Ucrania	1.433	Esuatini	1.116
Finlandia	2.054	Burkina Faso	1.426	Lesoto	1.087
Suiza	2.054	Costa Rica	1.423	Guatemala	1.060
Barbados	2.018	Bahamas	1.421	Afganistán	1.059
Singapur	2.018	México	1.420	Honduras	1.057
Grecia	2.018	Bosnia y Herzegovina	1.413	Surinam	1.036
Mayotte	1.988	Mongolia	1.410	Ghana	1.030
Albania	1.985	Guinea	1.402	Guyana	1.028
Israel	1.973	Macedonia del norte	1.386	Liberia	1.022
Italia	1.958	Etiopía	1.377	Taiwán	1.005
Francia	1.949	Cabo Verde	1.375	El Salvador	1.000
Islas Wallis y Futuna	1.948	Fiyi	1.374	Gabón	0.998
Uruguay	1.918	Kenia	1.372	Colombia	0.977
Belice	1.910	Perú	1.364	Puerto Rico	0.970
Alemania	1.895	Laos	1.353	Pakistán	0.946
Irlanda	1.894	Mozambique	1.350	Maldivas	0.931
Suecia	1.847	Santa Lucía	1.343	Vietnam	0.930
Rep. Centroafricana	1.846	Nicaragua	1.336	Panamá	0.910
San Marino	1.842	Rep. Dominicana	1.329	Indonesia	0.908
Portugal	1.812	Jamaica	1.322	Estados Unidos	0.892
Reino Unido	1.801	Aruba	1.321	Bután	0.891
Estonia	1.794	Sri Lanka	1.307	Siria	0.876
Bélgica	1.779	Myanmar	1.306	Paraguay	0.833

Precios de la gasolina, 25-dic-2023 (m³, USD)					
Nueva Zelanda	1.764	Moldova	1.300	Argentina	0.826
Letonia	1.691	Ruanda	1.298	Túnez	0.819
España	1.689	Madagascar	1.278	Kirguistán	0.802
Eslovaquia	1.670	Granada	1.271	Emir. Árabes Unidos	0.776
Senegal	1.661	Tailandia	1.270	Líbano	0.753
Serbia	1.644	Cuba	1.260	Nigeria	0.717
Croacia	1.640	Nepal	1.253	Bielorrusia	0.715
Jordania	1.635	Tanzania	1.253	Sudán	0.700
Austria	1.632	Canadá	1.253	Ecuador	0.634
Islas Caimán	1.629	India	1.252	Omán	0.621
Hungría	1.626	Georgia	1.241	Arabia Saudita	0.621
Polonia	1.622	Japón	1.229	Rusia	0.598
República Checa	1.620	Sudáfrica	1.228	Azerbaiyán	0.588
Luxemburgo	1.612	Camerún	1.225	Qatar	0.577
Montenegro	1.612	Corea del Sur	1.207	Iraq	0.573
Mauricio	1.570	Congo Democrático	1.206	Bolivia	0.541
Marruecos	1.564	Australia	1.187	Kazajstán	0.532
Zimbabue	1.550	Turquía	1.186	Baréin	0.530
Lituania	1.545	Zambia	1.178	Malasia	0.442
Seychelles	1.535	Togo	1.175	Turkmenistán	0.428
Andorra	1.525	Brasil	1.161	Egipto	0.406
Sierra Leona	1.524	Namibia	1.158	Angola	0.362
Burundi	1.523	Camboya	1.156	Argelia	0.343
Eslovenia	1.523	Filipinas	1.142	Kuwait	0.342
Malawi	1.504	Benín	1.141	Venezuela	0.035
Chipre	1.488	Trinidad y Tobago	1.138	Libia	0.031
Malta	1.480	Bangladesh	1.137	Irán	0.029

Tabla 3.4-2 Comparativa internacional entre los precios del diesel.

Precios del diesel, 25-dic-2023 (m³, USD)					
Hong Kong	2.894	Ucrania	1.430	Filipinas	1.067
Mónaco	2.330	Mozambique	1.428	Madagascar	1.062
Islandia	2.314	Togo	1.426	Indonesia	1.059
Suecia	2.273	Etiopía	1.414	Jordania	1.057
Rep. Centroafricana	2.265	México	1.414	Cuba	1.050
Liechtenstein	2.261	Marruecos	1.412	Estados Unidos	1.029
Suiza	2.257	Guinea	1.402	Guatemala	1.027
Finlandia	2.162	Uganda	1.380	Afganistán	1.016
Noruega	2.016	Santa Lucía	1.343	Rep. Dominicana	1.015

Precios del diesel, 25-dic-2023 (m ³ , USD)					
Albania	2.006	Malta	1.336	Sri Lanka	1.009
Islas Wallis y Futuna	1.980	Macedonia del norte	1.332	China	1.008
Bélgica	1.938	Granada	1.331	Camboya	0.998
Dinamarca	1.935	Kenia	1.330	Bangladesh	0.992
Francia	1.924	Nueva Zelanda	1.327	Paraguay	0.982
Italia	1.918	Costa Rica	1.325	El Salvador	0.979
Reino Unido	1.914	Mongolia	1.319	Pakistán	0.978
Irlanda	1.897	Fiyi	1.319	Gabón	0.965
Países Bajos	1.893	Jamaica	1.303	Bután	0.964
Singapur	1.881	Ruanda	1.295	Laos	0.953
Alemania	1.874	Canadá	1.293	Maldivas	0.949
Israel	1.874	Cabo Verde	1.289	Honduras	0.941
Grecia	1.845	Sudáfrica	1.287	Puerto Rico	0.928
Serbia	1.832	Georgia	1.280	Taiwán	0.904
San Marino	1.803	Tanzania	1.280	Argentina	0.903
Austria	1.760	Turquía	1.276	Uzbekistán	0.896
Croacia	1.758	Senegal	1.267	Panamá	0.871
Mayotte	1.745	Botsuana	1.266	Emir. Árabes Unidos	0.869
Portugal	1.738	Aruba	1.262	Tailandia	0.867
Belice	1.734	Suazilandia	1.256	Vietnam	0.810
Hungría	1.699	Haití	1.239	Kirguistán	0.802
Letonia	1.696	Lesoto	1.235	Siria	0.779
Estonia	1.687	Australia	1.235	Líbano	0.749
Zimbabue	1.680	Brasil	1.221	Bielorrusia	0.715
Eslovaquia	1.666	Camerún	1.208	Túnez	0.715
Polonia	1.664	Congo Democrático	1.202	Rusia	0.704
Luxemburgo	1.655	Costa de marfil	1.200	Omán	0.671
Barbados	1.647	Guyana	1.195	Sudán	0.656
República Checa	1.644	Liberia	1.191	Trinidad y Tobago	0.647
España	1.643	Myanmar	1.189	Kazajstán	0.632
Lituania	1.628	Curazao	1.188	Colombia	0.608
Malawi	1.625	Moldova	1.186	Qatar	0.563
Chipre	1.622	Chile	1.184	Bolivia	0.538
Seychelles	1.588	Nicaragua	1.179	Bahréin	0.477
Montenegro	1.568	Nepal	1.178	Azerbaiyán	0.471
Eslovenia	1.566	Zambia	1.178	Malasia	0.464
Romania	1.547	Benín	1.175	Ecuador	0.462
Islas Caimán	1.543	Namibia	1.173	Turkmenistán	0.385
Sierra Leona	1.524	Nigeria	1.166	Kuwait	0.374
Bahamas	1.497	Corea del Sur	1.147	Egipto	0.268

Precios del diesel, 25-dic-2023 (m ³ , USD)					
Andorra	1.492	Surinam	1.141	Argelia	0.216
Burundi	1.483	Burkina Faso	1.133	Arabia Saudita	0.200
Bulgaria	1.482	India	1.123	Angola	0.163
Uruguay	1.457	Perú	1.107	Libia	0.031
Bosnia y Herzegovina	1.455	Dominica	1.088	Irán	0.006
Mauricio	1.455	Japón	1.085	Venezuela	0.004
Malí	1.450	Ghana	1.080		

Así mismo el sitio web Global Petrol Prices (2023) ofrece los datos sobre los precios del Gas LP actualizados a la fecha del 25 de diciembre del 2023.

Tabla 3.4-3 Comparativa internacional entre los precios del Gas LP.

Precios GLP, 25-dic-2023 (m ³ , USD)					
Suiza	1.344	Ucrania	0.822	India	0.679
Suecia	1.334	Bélgica	0.810	Lituania	0.666
Alemania	1.180	Macedonia del norte	0.805	Chile	0.646
Francia	1.083	Italia	0.784	Turquía	0.641
Fiyi	1.037	Georgia	0.781	Rep. Dominicana	0.608
España	1.028	Eslovaquia	0.780	Líbano	0.479
Reino Unido	0.998	San Marino	0.778	Australia	0.478
Grecia	0.978	Letonia	0.767	Taiwán	0.472
Canadá	0.966	Polonia	0.756	Honduras	0.454
Israel	0.962	Romania	0.756	Paraguay	0.417
Hungría	0.920	Estonia	0.745	Azerbaiyán	0.382
Serbia	0.915	Corea del Sur	0.738	Bielorussia	0.373
Eslovenia	0.915	Bosnia y Herzegovina	0.737	Rusia	0.363
Portugal	0.900	República Checa	0.715	Arabia Saudita	0.253
Países Bajos	0.887	Filipinas	0.709	Angola	0.121
Croacia	0.839	Albania	0.690	Argelia	0.067
Moldova	0.838	Bulgaria	0.685		
Luxemburgo	0.823	Mongolia	0.680		

De igual manera el sitio web Global Petrol Prices (2023) ofrece los datos sobre los precios del gas natural actualizados a la fecha de junio del 2023, mostrando la diferencia que existe dentro de los precios del gas natural a partir de a qué sector del mercado se dirige, ya sea el sector doméstico o el sector industrial.

Tabla 3.4-4 Comparativa internacional entre los precios del Gas Natural para el sector industrial.

Precios del gas natural para el sector industrial, jun-2023 (m³, USD)					
Eslovaquia	2.270	España	1.147	Turquía	0.421
Suiza	2.165	Reino Unido	1.088	Malasia	0.328
Singapur	1.907	Japón	1.065	Canadá	0.316
Países Bajos	1.825	República Checa	1.018	Taiwán	0.304
Austria	1.650	Bélgica	0.901	México	0.304
Hong Kong	1.626	Polonia	0.878	Bangladesh	0.293
Portugal	1.580	Bulgaria	0.831	Bielorrusia	0.246
Brasil	1.533	Corea del Sur	0.737	Azerbaiyán	0.164
Italia	1.474	India	0.690	Baréin	0.152
Barbados	1.392	Ucrania	0.655	Rusia	0.094
Francia	1.275	Colombia	0.655	Argelia	0.047
Dinamarca	1.264	Chile	0.550	Argentina	0.035
Alemania	1.193	Estados Unidos	0.456		

Tabla 3.4-5 Comparativa entre precios del Gas Natural para el sector doméstico.

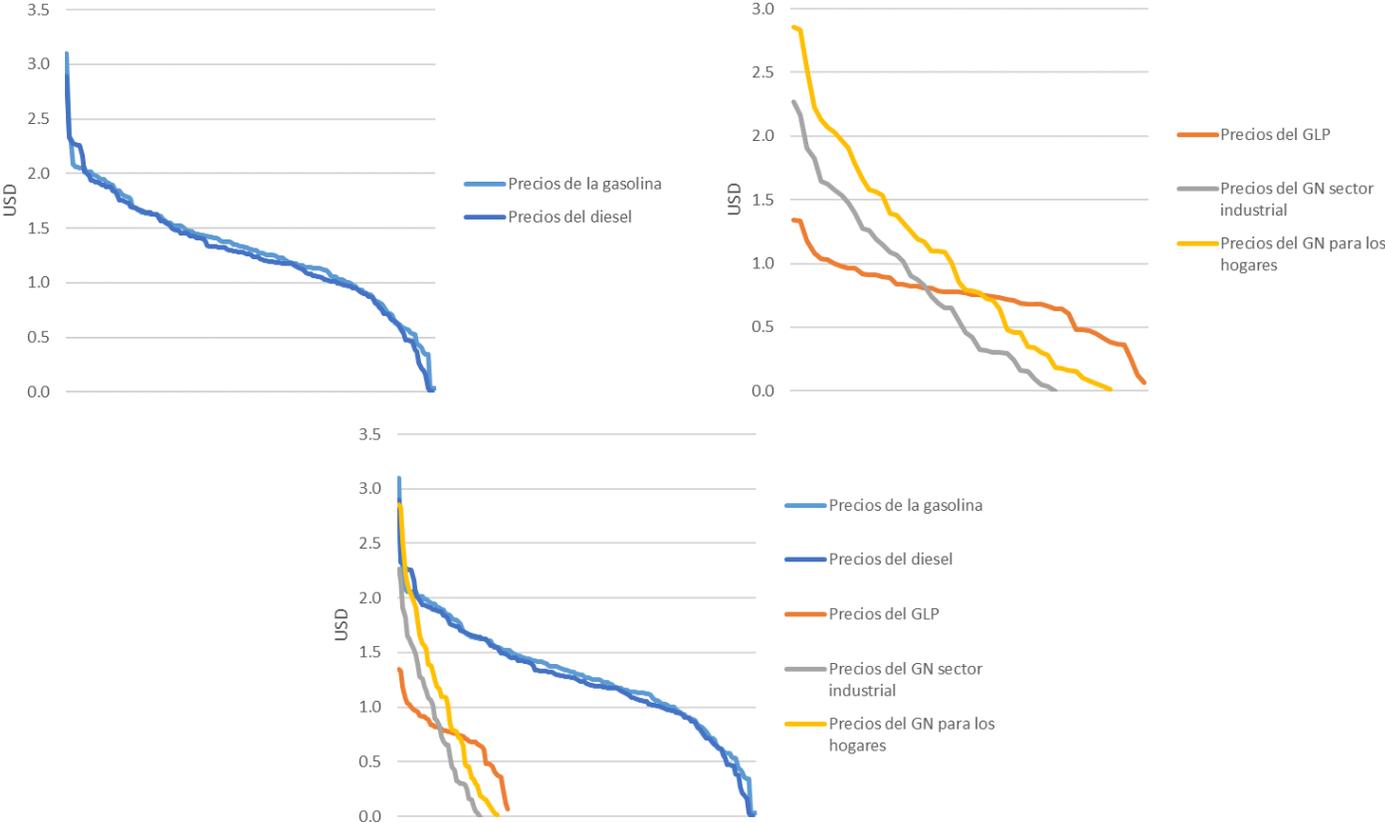
Precios del gas natural para los hogares, jun-2023 (m³, USD)					
Brasil	2.855	Alemania	1.322	Serbia	0.456
Suecia	2.831	Bélgica	1.252	Canadá	0.456
Suiza	2.527	Reino Unido	1.193	Túnez	0.351
Hungría	2.223	Grecia	1.170	Taiwán	0.339
Irlanda	2.129	Australia	1.100	Malasia	0.304
Singapur	2.071	Polonia	1.100	Ucrania	0.281
Italia	2.036	Barbados	1.088	Turquía	0.187
Austria	1.966	Japón	1.006	Bangladesh	0.176
Portugal	1.907	Bulgaria	0.854	Azerbaiyán	0.164
Países Bajos	1.778	Corea del Sur	0.796	Baréin	0.152
Hong Kong	1.661	México	0.784	Argentina	0.105
República Checa	1.580	Nueva Zelanda	0.772	Rusia	0.082
Dinamarca	1.568	Eslovaquia	0.725	Bielorrusia	0.059
Francia	1.533	Colombia	0.714	Argelia	0.035
Chile	1.392	India	0.644	Irán	0.012
España	1.381	Estados Unidos	0.480		

Se puede observar que existe una diferencia dentro de los precios existentes dentro de los sectores doméstico e industrial pues el promedio de los precios del sector

industria es de 0.885 (m³, USD) mientras que el promedio de los precios del sector doméstico es de 1.055 (m³, USD) dando una diferencia de 0.170 (m³, USD), lo que muestra que no existe una gran diferencia entre los precios existentes para el sector doméstico y el sector industrial.

Derivado de los datos anteriores se pueden obtener las siguiente gráfica.

Gráfico 3.4-1 Comparativa de los precios internacionales de los combustibles.



Se debe hacer la observación que debido a que la cantidad de datos de los precios proporcionados el sitio web Global Petrol Prices sobre los países que consumen GAS LP y GAS NATURAL es menor que los datos que proporciona sobre los precios de la gasolina y el diesel, es que las gráficas presentan un sesgo en sus curvas de datos.

3.5 Comparativa de producción CO₂

Para poder comprender la producción de CO₂, primero se plantean los conceptos necesarios para comprender el comportamiento de los combustibles cuando son

expuestos a una reacción de combustión, con la finalidad de que se pueda visualizar la diferencia de entre cada uno de los combustibles.

Sala Gómez y Martín Martín (2004)³⁸ explican lo siguiente, “el consumo específico es el parámetro indicativo de la masa de carburante gastada según la energía generada [$\text{g}_{\text{carburante}}/\text{kWh}$]. Cuanto más pequeño sea el consumo específico, mejor es la eficiencia del ciclo termodinámico real y del motor en general.”

Lo anterior se puede extrapolar a un término que se puede denominar producción específica de contaminantes, que hace referencia a la masa de contaminante producido según la energía generada [$\text{g}_{\text{contaminante}}/\text{kWh}$], que cuanto más pequeño sea la producción específica, menor es la producción de contaminantes del combustible al llevar a cabo una reacción de combustión.

A continuación, se presenta una tabla donde se puede observar la generación de gramos de CO_2 por kWh o MJ producido.

Tabla 3.5-1 Comparativa entre la producción de CO_2 por combustible.

Generación de CO_2 por kWh O MJ.		
	[gCO_2/kWh]	[gCO_2/MJ]
Gasolina	264.44	73.45
Diesel	267.8	74.39
Gas Natural	174.27	48.4

³⁸ Sala Gómez, V. S. G., & Martín Martín, F. M. M. (2004). Estudio comparativo entre los combustibles tradicionales y las nuevas tecnologías energéticas para la propulsión de vehículos destinados al transporte [Trabajo final de carrera, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3686>

Capítulo IV.- Logística para desarrollar la actividad de gas natural vehicular y atender las necesidades del usuario final

4.1 Permisos otorgados por la CRE

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) “es una dependencia de la Administración Pública Federal centralizada, con carácter de Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética” (CRE, S.F.)⁴⁰, esta deberá regular y promover el desarrollo de actividades tales como, transporte, almacenamiento, distribución por ductos, distribución por otros medios, expendio al público, compresión y descompresión de Gas Natural.

Es por lo anterior que la Comisión Reguladora de Energía otorga permisos para que estas actividades puedan ser llevadas a cabo, mismos que se encuentran plasmados en el Registro público del órgano de gobierno, a continuación, se describen aquellos permisos que se encuentran más acorde con lo expuesto en el trabajo actual.

El permisionario al que se le otorgue el permiso para el transporte de Gas Natural deberá realizar las actividades que comprenden “la recepción y medición de gas natural en un punto del Sistema y la verificación de la calidad, su conducción y entrega de gas natural de un(os) punto(s) a otro(s) localizados en el trayecto del Sistema de ductos” (CRE, 2023)⁴¹.

Mientras que las actividades que deberá realizar el permisionario que se le otorgue el permiso de almacenamiento de gas natural consistirán “en recibir, mantener en depósito y entregar Gas Natural Licuado, cuando el gas sea mantenido en depósito en instalaciones distintas a los ductos.” (CRE, 2023a)⁴².

⁴⁰ Comisión Reguladora de Energía [CRE]. (s. f.). Comisión Reguladora de Energía gob.mx. Recuperado 1 de febrero de 2024, de <https://www.gob.mx/cre/que-hacemos#:~:text=La%20Comisi%C3%B3n%20Reguladora%20de%20Energ%C3%ADa,de%20los%20Estados%20Unidos%20Mexicanos>.

⁴¹ Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2023). TÍTULO DE PERMISO DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL. En cre.gob.mx. Recuperado 2 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=ZjkzMjNkNTktZGU0Yy00YmI5LTl5MDcwLWMxM2FmNzQ4YjRiNw==>

⁴² Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2023a). TÍTULO DE PERMISO DE ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL. En cre.gob.mx. Recuperado 2 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=ZGJjNjA1ZWVtZWVxMi00MTEzLTl4NzgxLTl4NDVkn2M4ZTBjMg==>

Las actividades que comprende el permiso de distribución de gas natural por medio de ductos que deberán ser llevadas a cabo por el permisionario consisten en “recibir, conducir, entregar y, en su caso, la guarda y la adquisición de gas natural a Usuarios Finales de Bajo Consumo, Usuarios y Usuarios finales (...), por medio del sistema de distribución” (CRE, 2022)⁴³ mientras el permisionario que obtenga el permiso de distribución de gas natural por otros medios deberá “adquirir, recibir, guardar y conducir GNL para su Expendio al Público o consumo final, mediante el Sistema establecido, así como las rutas” (CRE, 2015)⁴⁴ lo anterior aplica para la distribución por medio de semirremolque.

Respecto a los permisos para la compresión y descompresión de gas natural el permisionario deberá realizar “la actividad de compresión [y descompresión] de gas natural en las instalaciones que integran el Sistema de Compresión [y el Sistema de Descompresión], conforme la descripción, ubicación y capacidad de compresión” (CRE, 2016)⁴⁵, siendo la compresión

La actividad consistente en incrementar la presión del Gas Natural a fin de reducir su volumen a niveles que permitan su Transporte en Auto-tanques, Carro-Tanques, Buque-Tanques o Semirremolques, para su entrega a módulos e instalaciones de descompresión, o su utilización como combustible en vehículos automotores (CRE, 2016)

Mientras que la descompresión es

⁴³ Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2022). TÍTULO DE PERMISO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL POR MEDIO DE DUCTOS PARA LA ZONA GEOGRÁFICA ÚNICA. En cre.gob.mx. Recuperado 2 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=ZjVizWm4ODeTzYzMS00NjIhLTl4NjQxLTl3OTYyMzQyMGQ2MQ==>

⁴⁴ Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2015). TÍTULO DE PERMISO DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL COMPRIMIDO POR MEDIO DE SEMIRREMOLQUES. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=MDBIYzE3MGQzZGI2ZC00NDg4LTFwNzk5LThkOGNhZjQ2ZTMxMQ==>

⁴⁵ Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2016). TÍTULO DE PERMISO COMPRESIÓN DE GAS NATURAL LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE AGUA DULCE, ESTADO DE VERACRUZ. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=MTY4MGI2ZTQtYTlyNy00NzRkLTlyMjE3LWw0ZDA1OWI5NWZjNw==>

La actividad que se realiza mediante instalaciones y equipos a efecto de reducir la presión del gas natural comprimido a niveles que permitan su inyección a un sistema de Ductos o en Instalaciones de Aprovechamiento (CRE, 2023a)⁴⁶.

Por último, el permisionario al que se le conceda el permiso para el expendio al público de gas natural comprimido para uso vehicular en estación de servicio deberá “realizar la actividad de expendio al público de gas natural comprimido para uso vehicular a través de una estación de servicio” es decir “La venta al menudeo directa al consumidor (...), para su utilización como combustible en vehículos automotores” (CRE, 2016a)⁴⁷.

4.2 Mapa de los gasoductos de México

La Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH] (2018)⁴⁸ explica que dentro del Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) propiedad del Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS) el Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural (SISTRAGAS) es el conjunto de sistemas de transporte de gas natural de mayor importancia dentro de México cuenta con una longitud total de 10,068 km y tiene una capacidad de transporte estimada de 6,307 MMpcd, a continuación, se muestra el mapa que proporciona la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

⁴⁶ Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2023a). TÍTULO DE PERMISO DESCOMPRESIÓN DE GAS NATURAL. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de

<https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=MmlzZjlkMjEtYjgzNy00ZjhhkLTI4NjgyLTBmYzY3MWIwMGJyYw==>

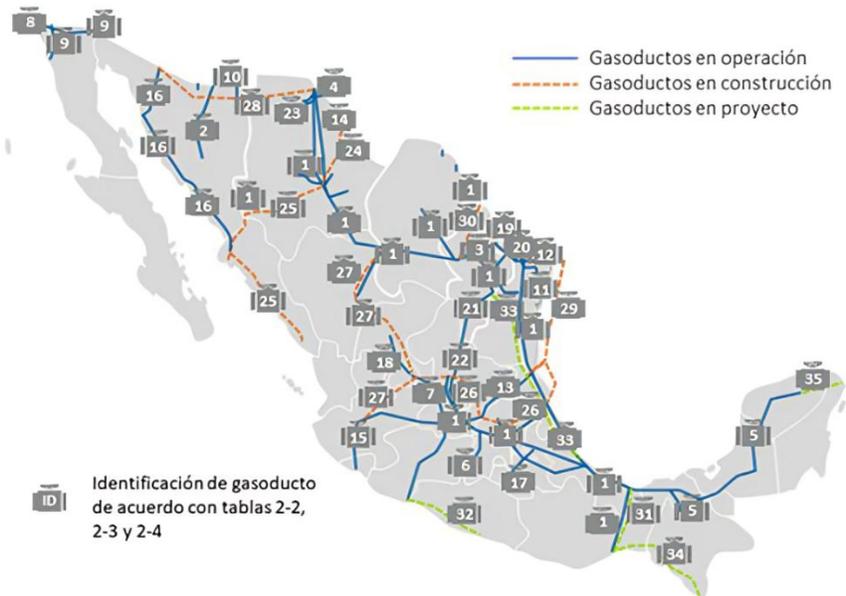
⁴⁷ Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2016a). TÍTULO DE PERMISO EXPENDIO AL PÚBLICO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO VEHICULAR EN ESTACIÓN DE SERVICIO. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de

<https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=NTZjN2E2YzYtZGJmNi00NTIwLTlyMTI2LTFiOTczMzY1MzM2MQ==>

⁴⁸ Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. (2018). EL SECTOR DEL GAS NATURAL: ALGUNAS APUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL. En gob.mx. Recuperado 16 de enero de 2024, de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/391881/Documento_Tecnico_GasNatural_CNH2018_1_.pdf

Mapa 4.2-1 Red de principales gasoductos en México.



Nota. Red de principales gasoductos [Mapa], por Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018, EL SECTOR DEL GAS NATURAL: ALGUNAS APUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL.

(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/391881/Documento_Tecnico_GasNatural_CNH2018_1.pdf)

4.2.1 Información técnica sobre los gasoductos

4.2.1.1 Longitud y capacidad

La Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH] (2018) proporciona información del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural (SISTRAGAS).

Tabla 4.2.1.1-1 Información técnica sobre los gasoductos en operación.

Tabla 2-2 Principales gasoductos de transporte en operación			
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)	CAPACIDAD (MMPCD)
1	Sistema Nacional de Gasoductos (SNG)	8,867	5,709
2	Sistema Naco-Hermosillo (SNH)	339	90
3	Kinder Morgan Monterrey (Ciudad Mier - Pesquería)	137	345
4	Gasoductos de Chihuahua	38	322

Tabla 2-2 Principales gasoductos de transporte en operación			
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)	CAPACIDAD (MMPCD)
	(San Agustín Valdivia - Gloria a Dios)		
5	Gasoducto Mayakán (Ciudad Pemex - Valladolid)	694	300
	Ciudad PEMEX – Nuevo PEMEX (Ampliación Mayakán)	75	
6	Tejas Gas de Toluca (Palmillas – Santiago Tianguistengo)	175	96
7	Gasoducto del Bajío (Valtierrilla – Aguascalientes)	204	90
8	Transportadora de Gas Natural de Baja California (Tijuana – Rosarito)	36	940
9	Gasoducto Rosarito (TARG GNL Ensenada – Los Algodones)	302	41
10	Gasoducto Aguaprieta (Frontera México / EUA – CCC Naco Nogales)	13	215
11	Gasoductos de Tamaulipas (Reynosa – San Fernando)	114	1,000 y 1,460
12	Gasoductos del Río (Ciudad Bravo – Anáhuac)	58	410
13	Transportadora de Gas Natural de la Huasteca (Naranjos – Tamazunchale)	127	886
	Transportadora de Gas Natural de la Huasteca (Tamazunchale – El Sauz)	229	634

Tabla 2-2 Principales gasoductos de transporte en operación			
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)	CAPACIDAD (MMPCD)
14	Corredor de Chihuahua (Tarahumara Pipeline) (San Isidro – El Encino)	381	850
15	Energía Occidente de México-Trayecto 1 (Terminal GNL – Polo de generación Manzanillo)	5	500
	Energía Occidente de México-Trayecto 2 (Terminal GNL – El Castillo)	316	320
16	Gasoducto de Aguaprieta (Sásabe – Puerto Libertad)	218	770
	Gasoducto de Aguaprieta (Puerto Libertad – Guaymas)	297	770
	Gasoducto de Aguaprieta (Guaymas – El Oro)	430	202
17	Gasoducto Morelos (primera etapa) (Gasoducto 30” – CCC Centro)	113	156
18	Gasoducto Zacatecas (Aguascalientes – Calera)	172	40
19	Gasoducto Los Ramones Fase I (Camargo – Los Ramones)	116	2,100
20	Frontera – Argüelles (Energy Transfer)	3	140
21	Los Ramones Fase II (tramo Norte)	447	1,430
22	Los Ramones Fase II (tramo Sur)	291	1,430
23	Gasoducto San Isidro – Samalayuca (IEnova)	24	1,220

Tabla 2-2 Principales gasoductos de transporte en operación			
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)	CAPACIDAD (MMPCD)
	(San Isidro – Samalayuca)		
24	Gasoducto Ojinaga – El Encino (IEnova) (Ojinaga – El Encino)	221	1,356

Nota. Principales gasoductos de transporte en operación [Tabla], por Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018, EL SECTOR DEL GAS NATURAL: ALGUNAS APUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL
(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/391881/Documento_Tecnico_GasNatural_CNH2018_1_.pdf)

Tabla 4.2.1.1-2 Información técnica de los gasoductos en desarrollo.

Tabla 2-3 Principales gasoductos de transporte en desarrollo			
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)	CAPACIDAD (MMPCD)
25	Transportadora de GN del Noroeste (El Encino – Topolobampo)	560	670
	Transportadora de GN del Noroeste (El Oro – Mazatlán)	430	202
26	Transportadora de Gas Natural de la Huasteca (Tuxpan – Tula)	283	886
	Transportadora de Gas Natural de la Huasteca Tula – Villa de Reyes	420	886
27	Fermaca Pipeline Encino – La Laguna	423	1,500
	Fermaca Pipeline La Laguna – Aguascalientes	451	1,189
	Fermaca Pipeline Villa de Reyes – Guadalajara	374	886

Tabla 2-3 Principales gasoductos de transporte en desarrollo			
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)	CAPACIDAD (MMPCD)
28	Carso Gasoductos Samalayuca – Sásabe	614	472
29	Infraestructura Marina del Golfo Sur de Texas – Tuxpan	742	2,600
30	Nueva Era Pipeline (Midstream de México) (Webb County, EUA – Monterrey)	273	504
31	Puerta al Sureste (Veracruz – Tabasco)	715	1,300

Nota. Principales gasoductos de transporte en desarrollo [Tabla], por Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018, EL SECTOR DEL GAS NATURAL: ALGUNAS APUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL
(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/391881/Documento_Tecnico_GasNatural_CNH2018_1_.pdf)

Tabla 4.2.1.1-3 información sobre los gasoductos en proyecto.

Tabla 2-4 Gasoductos en proyecto		
ID	GASODUCTO	LONGITUD (km)
32	Jáltipan – Salina Cruz	247
33	Lázaro Cárdenas – Acapulco	331
34	Ramones – Cempoala	855
35	Salina Cruz – Tapachula	400
36	Mérida - Cancún	300

Nota. Gasoductos en proyecto [Tabla], por Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH], 2018, EL SECTOR DEL GAS NATURAL: ALGUNAS APUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL.
(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/391881/Documento_Tecnico_GasNatural_CNH2018_1_.pdf)

4.3 Estaciones de servicio de Gas Natural en México

El Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI] (2023)⁴⁹ mediante su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, expone que dentro del territorio mexicano existen 142 estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular.

A continuación, se muestra un mapa de las estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular existentes dentro de la república mexicana.

Mapa 4.2.1-1 Estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular.



Nota: Mapa de estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular [mapa], Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI], 2023, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, (<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/Default.aspx?idee=6780292>)

4.3.1 Normas que rigen las instalaciones de aprovechamiento de gas natural

La norma NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores. Se expone que esta “cancela y sustituye la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SECRE-2002, Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos

⁴⁹ Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI]. (2023). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENUE. inegi.org. Recuperado 5 de enero de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/Default.aspx?idee=6780292>

mínimos de seguridad para estaciones de servicio, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de octubre de 2002” (ASEA, 2017)⁵⁰.

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA], (2017) expone que la NOM-010-ASEA-2016

establece los requisitos y especificaciones para el diseño, construcción y pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento de las Terminales de Carga y las Terminales de Descarga de Gas Natural Comprimido de Módulos de almacenamiento transportables, así como de las Estaciones de Suministro de Gas Natural Comprimido para vehículos automotores que lo utilicen como combustible.

Dentro de la sección **2. Campo de aplicación:** de la NOM-010-ASEA-2016 se puede apreciar el alcance de esta norma, pues “Esta Norma Oficial Mexicana aplica en todo el territorio nacional y es de cumplimiento obligatorio para los Regulados que lleven a cabo las etapas de diseño, construcción y pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento” (ASEA, 2017)

La norma NOM-010-ASEA-2016 explica de manera ampliamente detallada los requisitos y procedimientos con los que debe cumplir una estación suministro de Gas Natural vehicular o Gas Natural comprimido, que se encuentran descritos en cuatro etapas principales que son diseño, construcción y pre-arranque, operación y mantenimiento y por último cierre y desmantelamiento, debido a esto es que se recuperan los requisitos más generales que cada una de estas etapas.

La sección **5. Diseño** muestra los puntos que debe contener el diseño de las Terminales de Carga, Terminales de Descarga y Estaciones de Suministro de GNC siendo los siguientes.

⁵⁰ Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA]. (2017). NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores. En Diario Oficial de la Federación (23 agosto 2017). Recuperado 17 de enero de 2024, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494801&fecha=23/08/2017#gsc.tab=0

a. Capacidad. La capacidad de la Terminal o Estación de GNC debe considerar, según sea el caso, los parámetros siguientes:

- 1. La cantidad y tipo de usuarios iniciales, actuales y previstos a futuro;*
- 2. La cantidad y capacidad unitaria de plataformas;*
- 3. La cantidad y capacidad de baterías de cilindros;*
- 4. La descripción y tiempo requerido de maniobra de acercamiento, conexión, flujo y tiempo de llenado o descarga, desconexión y salida de los Semirremolques o vehículos automotores;*
- 5. La frecuencia de viajes;*
- 6. La demanda y consumo anual de Gas Natural estimados máximo y mínimo;*
- 7. La fuente del Gas Natural: gasoducto de transporte o distribución, y*
- 8. Las ampliaciones futuras acorde al crecimiento del mercado.*

b. Análisis de Riesgo. (...)

c. Análisis de Capas de Protección. (...)

Las recomendaciones derivadas de Análisis de Capas de Protección deben ser integradas al diseño de la Terminal de Carga, Terminal de Descarga y la Estación de Suministro de GNC y deben implementarse durante la etapa de construcción. (ASEA, 2017)

En la subsección **5.4. Sistemas de Suministro de GNC** se muestran los requisitos generales de los sistemas de suministro, siendo los siguientes

5.4.1.1. Certificado. (...) en cumplimiento con las Normas Aplicables para la tecnología empleada.

5.4.1.2. Identificación de los Postes y Surtidores. Deben tener letreros (...) visibles y legibles, que indiquen claramente lo siguiente:

- a. La Presión de Servicio Nominal, y*
- b. Las instrucciones para realizar con seguridad el Procedimiento de transferencia de GNC.*

5.4.1.3. Dispositivos de seguridad. (...) deben cumplir, como mínimo, con los siguientes requisitos de seguridad:

- a. Cuando el Conector de Llenado para surtir GNC esté en posición de espera, debe estar soportado y protegido contra daños y la acumulación de materiales extraños (...);
- b. Disponer de dispositivos de seguridad para:
 - 1. El acoplamiento hermético a la Boquilla de Recepción antes de iniciar la transferencia de GNC, y
 - 2. El corte de flujo de GNC cuando una manguera de transferencia tenga fugas, se desprenda o se reviente por la presión del GNC.
- c. Disponer de un sistema para despresurizar el Conector de Llenado para desacoplarlo de la Boquilla de Recepción;
- d. Disponer de un sistema de control manual para iniciar o parar la transferencia de GNC;
- e. Disponer de un Lector del Dispositivo Identificador, (...) instalado en cada manguera de suministro del Surtidor cerca del Conector de Llenado, para identificar, leer y enviar los datos del dispositivo al Sistema de Información para el Suministro de GNC, previo a iniciar la transferencia al vehículo;
- f. Los Postes y Surtidores de carga deben contar con un sistema de corte de suministro cuando se exceda la presión máxima de operación, y
- g. Los (...) Surtidores deben poseer un manómetro mecánico o electrónico por cada manguera de suministro, a través del cual se pueda corroborar desde el exterior de éstos, la presión de suministro. (ASEA, 2017)

En la subsección **5.4.2. Requisitos de instalación** se especifican los requisitos de instalación que deben cumplir los puntos de suministro de Gas Natural Comprimido, de manera general la subsección **5.4.2.1** expone los requisitos con los que se debe cumplir siendo los siguientes:

- a. Estar ubicado en exteriores;
- b. Estar protegido contra daños causados por los vehículos, y

- c. *Tener las separaciones mínimas especificadas en la tabla siguiente:*

Tabla 5.4.2.1 Distancias desde el Punto de Suministro de GNC

OBJETO		DISTANCIA EN METROS
Surtidor de petrolíferos.		1.5
Límite del predio.		3
Aberturas o ventanas en cualquiera construcción.		2
Almacenamiento estacionario de GNC (volumen en litros de agua).	Hasta 4 000.	2.5
	Más de 4 000 hasta 10 000.	4
	Más de 10 000.	10

Nota: Distancia desde el punto de suministro de GNC [tabla], La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA], 2017, NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494801&fecha=23/08/2017#gsc.tab=0)

En la sección **6. Construcción y pre-arranque** se muestran los requisitos que deben cumplir las instalaciones de las estaciones de suministro de Gas Natural Comprimido [GNC] a la hora de ser construidos, de manera específica es en la subsección **6.2. Construcción de Estaciones de Suministro de GNC**. Donde se abordan los requisitos para la construcción de las estaciones de suministro de GNC, a continuación, se presentan los más relevantes:

6.2.3.2. *Los equipos no deben estar ubicados debajo de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica, ni estar expuestos a daños causados por la falla de estas líneas.*

6.2.3.3. *Los equipos de compresión, almacenamiento y suministro deben cumplir con las siguientes distancias:*

- a. *El sistema de almacenamiento estacionario y el sistema de compresión deben estar ubicados a una distancia mínima de:*

Tabla 6.2.3.3 Distancias de seguridad del Sistema de Almacenamiento Estacionario y del sistema de Compresión.

DISTANCIA EN METROS			
Local/objeto	volumen total de almacenamiento en litros de agua		
Almacenamiento de GNC	Hasta 4,000	desde 4000 a 10000	sobre 10,000
Establecimiento público*	3	4	10
Aberturas o ventanas en cualquiera construcción	3	4	10
Límite del predio y Fuente de ignición.	3	4	10

Nota: Distancias de seguridad del Sistema de Almacenamiento Estacionario y del sistema de Compresión [tabla], La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA], 2017, NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494801&fecha=23/08/2017#gsc.tab=0)

- b.** *Los equipos de compresión, almacenamiento y suministro deben estar ubicados, como mínimo, a:*
- 1.** *3 m del límite de la calle o banqueta pública;*
 - 2.** *3 m entre un recipiente Estacionario y material que se pueda incendiar rápidamente;*
 - 3.** *6 m entre un recipiente Estacionario y la pared exterior más cercana de tanques abiertos que contengan líquidos combustibles o inflamables, y*
 - 4.** *15 m a las vías de ferrocarril. (ASEA, 2017)*

En la sección **7. Operación y mantenimiento**, se muestran los requisitos generales de las Terminales de Carga, Terminales de Descarga y Estaciones de Suministro de GNC, para su correcta operación y mantenimiento, comenzando con todo lo referente a la operación.

7.1.1. *Se debe elaborar un Manual de Operación que:*

- a.** *Esté disponible en un lugar de acceso inmediato, donde pueda ser consultado por el personal que lo requiera;*
- b.** *Describa los Componentes de la Terminal o Estación de GNC de acuerdo con los Procedimientos establecidos en el manual;*

- c. Se actualice cuando se presenten cambios en los equipos o procesos de la Terminal o Estación de GNC, e*
- d. Incorpore un programa de capacitación al personal operativo de la Terminal o Estación de GNC, (...) (ASEA, 2017)*

7.1.2. Contenido del manual de operación. El Manual de Operación de la Terminal o Estación de GNC debe contener al menos los documentos siguientes:

- a. La documentación actualizada para la operación del sistema (diagramas de tubería e instrumentación, condiciones operativas, planos constructivos, diagramas unifilares, planos de clasificación de áreas eléctricas, manuales del fabricante, entre otros);*
- b. Los Procedimientos de operación para los sistemas y Componentes;*
- c. El Plan de Respuesta a Emergencias, y*
- d. El Programa de capacitación del personal.*

7.1.3. Procedimientos de operación (...).

7.1.4. Los Procedimientos para el monitoreo de la operación de cada sistema y la integridad mecánica de las estructuras en las cuales existe peligro para las personas (...).

7.1.5. Operación Anormal. Plan de atención de condiciones anormales (...).

7.1.6. Plan de atención a fugas de Gas Natural en los sistemas de baja y alta presión GNC (...).

7.1.8. Puesta en servicio de Terminales y Estaciones de GNC (...).

7.1.9. Manual de seguridad (...).

7.1.10. Capacitación y realización de simulacros (...).

7.1.11. Área de Postes y de Surtidores de GNC (...).

7.1.12. Llenado de Recipientes de GNC (...).

7.1.13. Transferencia de GNC en Estaciones de Llenado Rápido (...). (ASEA, 2017)

Posteriormente en la subsección **7.2** se muestra los requisitos necesarios para el correcto mantenimiento de las Terminales de Carga, Terminales de Descarga y Estaciones de Suministro de GNC, siendo los siguientes:

7.2.1. Requisitos generales. Se deben mantener las condiciones seguras de operación de los sistemas de tuberías, equipos de compresión, controles y dispositivos de detección, así como los recipientes y sus Accesorios, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

7.2.2. Manual de Mantenimiento. (...) Este manual debe contener al menos lo siguiente:

- a. Los Planes, Procedimientos e instructivos de trabajos de mantenimiento y detección de fugas de gas;
- b. El Programa anual de mantenimiento;
- c. El Programa anual de capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento, y
- d. Registro, plan de capacitación y entrenamiento, así como establecer el nivel de competencia individual del personal de mantenimiento.

7.2.3. Válvulas y Dispositivos de Relevo de Presión. Las Válvulas de Relevo de Presión deben mantenerse en condiciones seguras de operación (...).

7.2.4. Mangueras de suministro. Las mangueras deben ser inspeccionadas visualmente de conformidad con las recomendaciones del fabricante (...).

7.2.5. Bitácora de Mantenimiento. (...). (ASEA, 2017)

Para concluir, en la sección **8. Cierre y Desmantelamiento** se aborda de manera general los requisitos necesarios para las Terminales de Carga, Terminales de Descarga y Estaciones de Suministro de GNC siendo los siguientes:

Cuando se pretendan llevar a cabo las etapas de Cierre y/o Desmantelamiento de las Terminales y Estaciones de GNC, se deben elaborar y ejecutar un programa de actividades de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de protección al medio ambiente y sus Procedimientos, para cada etapa; dicho programa debe contener, por lo menos, lo siguiente:

- a. Los escenarios y recomendaciones del Análisis de Riesgos actualizado para esa etapa, (...)*
- b. Lo previsto en la normatividad aplicable en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de protección al medio ambiente, y*
- c. Los términos y condicionantes en materia de Seguridad Industrial, Operativa y protección al medio ambiente de los diversos trámites bajo los cuales fue autorizado el Proyecto. (ASEA, 2017)*

Capítulo V.- Gas Natural Vehicular en México

5.1 Situación actual del gas natural en México

Estrada (2022)⁵¹ dentro de su trabajo “El gas natural en México: impacto de la política de autosuficiencia, seguridad y soberanía en la transición y la integración energética regional” explica lo siguiente:

El gas natural ha sido el combustible más consumido en México desde 2014. Su participación en la canasta energética supera el 48% y sigue en ascenso(...) Su principal motor ha sido la industria eléctrica, cuya demanda se multiplicó por cuatro entre 2000 y 2019 y explica el 95% del incremento en el consumo de gas en el país. Como la producción no ha logrado seguirle el paso a la demanda, la brecha se ha tenido que cerrar con importaciones que hoy representan el 70% del consumo y hasta el 93% si se excluye el gas seco que consume la industria petrolera. El 96% del suministro externo proviene de los Estados Unidos, cuyo mercado ofrece la ventaja de la cercanía, la disponibilidad y el bajo precio.

Por otra parte, Barrios (2023)⁵² plantea que “Solo el 7 % de las residencias en México lo consumen para calentar agua o cocinar, lo que hace que pase desapercibido de la vida cotidiana.” Situación que demuestra la amplia área de oportunidad que posee el gas natural dentro de México.

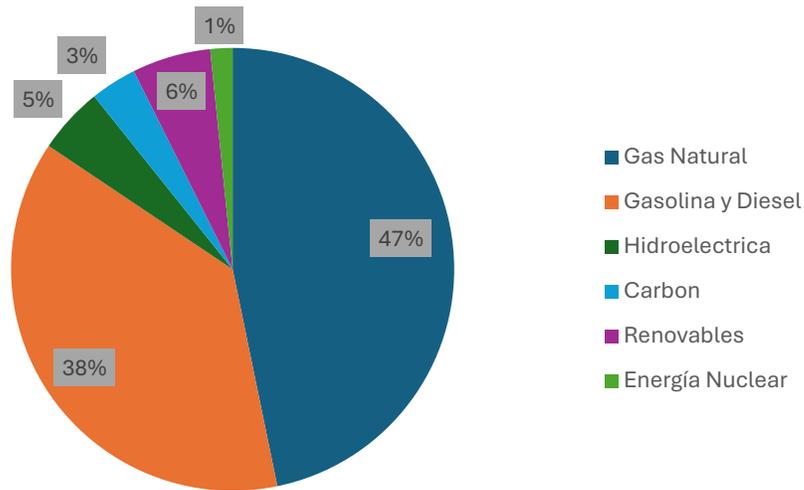
La compañía BP (2022)⁵³ ofrece su revisión estadística de la energía mundial, de donde se recupera el consumo por combustible de México.

⁵¹ Estrada, J. H. (2022, 12 julio). El gas natural en México: impacto de la política de autosuficiencia, seguridad y soberanía en la transición y la integración energética regional. Recuperado 2 de enero de 2024, de <https://repositorio.cepal.org/items/010daa93-f654-4a26-a956-349c3f8ef2b2>

⁵² Barrios, R. (2023, 9 febrero). Gas natural en México. lo que el siguiente Gobierno debe saber. México ¿cómo vamos? Recuperado 2 de enero de 2024, de <https://mexicocomovamos.mx/animal-politico/2023/02/gas-natural-en-mexico-lo-que-el-siguiente-gobierno-debe-saber/>

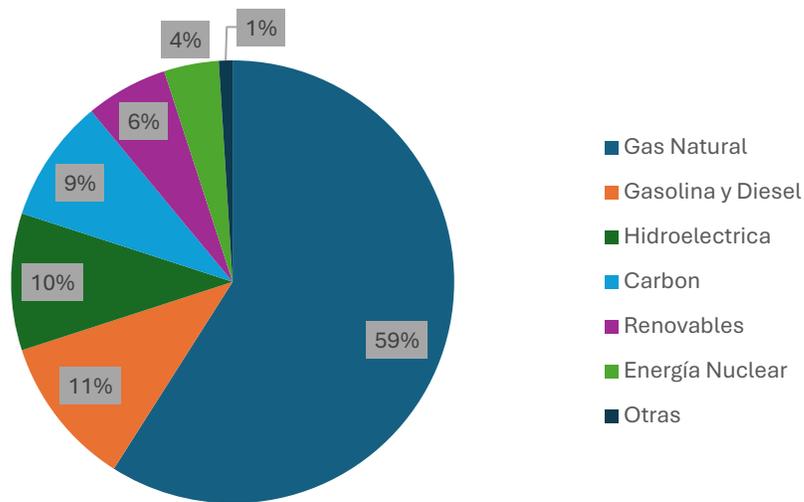
⁵³ BP. (2022, 28 junio). Statistical Review of World Energy | Energy Economics | Home. bp global. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Gráfico 5.1-1 Matriz energética de México.



La Comisión Federal de Energía [CFEnergía] (2019)⁵⁴ ofrece una gráfica que describe el porcentaje de participación que tienen cada uno de los combustibles disponibles dentro de la generación de energía eléctrica en México.

Gráfico 5.1-2 Generación eléctrica en México por tipo de energía.



Nota: Generación eléctrica en México por tipo de energía [esquema], por Comisión Federal de Energía [CFEnergía], 2019, investigaciones y estudios, (<https://www.cfeenergia.com/investigacion/>)

⁵⁴ Comisión Federal de Energía [CFEnergía]. (2019). Generación eléctrica en México por fuente de energía. cfeenergia. Recuperado 2 de enero de 2024, de <https://www.cfeenergia.com/investigacion/>

5.1.1 Comparativa entre la Gasolina, el Diesel, el Gas LP y el Gas Natural Vehicular

5.1.2 Precios

El sitio web PETROintelligence [PI] (2024)⁵⁵ muestra los precios de la gasolina, diesel y el gas natural, actualizados al 3 de enero de 2024, siendo los siguientes.

Tabla 5.1.2-1 Promedio de precios de la gasolina reportados en el territorio nacional.

Precios promedios reportados nacionales		
Regular	Premium	Diesel
\$/litro	\$/litro	\$/litro
22.146	24.173	24.184

Tabla 5.1.2-2 Promedio de precios de Gas Natural Reportados en el territorio nacional.

Precio promedio reportado nacional de Gas Natural Vehicular		
Mínimo	Promedio	Máximo
\$/litro	\$/litro	\$/litro
10.29	12.873	13.99

Por otra parte, la Comisión Reguladora de Energía [CRE] (2023)⁵⁶ es la encargada de publicar los precios máximos aplicables del Gas LP, información que viene plasmada por entidad federativa y sus respectivos municipios datos de los que se recuperó el promedio por entidad federativa, para posteriormente realizar el promedio nacional sobre el precio del Gas LP, cabe recalcar que estos precios son únicamente aplicable para la semana en la que son publicados, siendo estos únicamente aplicables a la primera semana de enero de 2023.

⁵⁵ PETROintelligence [PI]. (2024, 3 enero). Precios de la gasolina y diésel hoy. petrointelligence.com. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://petrointelligence.com/precios-de-la-gasolina-y-diesel-hoy.php>

⁵⁶ Comisión Reguladora de Energía [CRE]. (2023, 31 diciembre). Precios máximos aplicables de gas LP. gob.mx. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.gob.mx/cre/documentos/precios-maximos-aplicables-de-gas-lp?idiom=es>

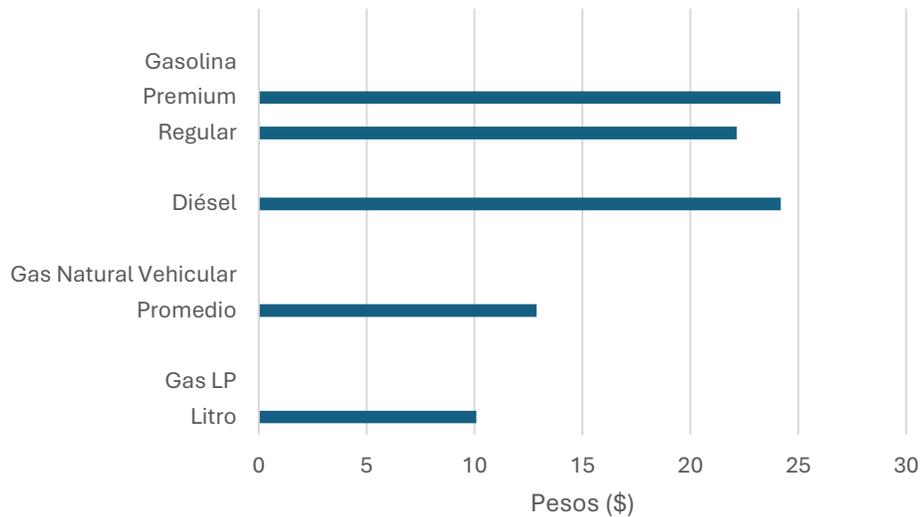
Tabla 5.1.2-3 Precios promedio del Gas LP por entidad federativa.

Promedio de los precios máximos aplicables del Gas LP por entidad federativa publicados por la Comisión Reguladora de Energía [CRE]					
Entidad federativa	\$/kilo	\$/litro	Entidad federativa	\$/kilo	\$/litro
Aguascalientes	18.04	9.74	Nuevo León	18.79	10.15
Baja California	17.85	9.64	Oaxaca	19.25	10.39
Baja California Sur	22.05	11.91	Puebla	17.84	9.63
Campeche	17.78	9.69	Querétaro	17.60	9.50
Chiapas	18.36	9.91	Quintana Roo	19.76	10.67
Chihuahua	18.63	10.03	San Luis Potosí	19.23	10.38
Coahuila	19.36	10.45	Sinaloa	20.86	11.26
Colima	17.90	9.67	Sonora	18.46	9.97
Durango	19.62	10.60	Tabasco	18.25	9.85
Guanajuato	18.80	10.15	Tamaulipas	19.48	10.52
Guerrero	18.84	10.17	Tlaxcala	17.88	9.66
Hidalgo	17.88	9.66	Veracruz	18.63	10.03
Jalisco	19.44	10.50	Yucatán	18.15	9.80
Michoacán	18.44	9.96	Zacatecas	19.44	10.50
Morelos	17.97	9.70	México	17.19	9.28
Nayarit	18.27	9.87	CDMX	17.19	9.28

Tabla 5.1.2-4 Promedio General de los precios del Gas LP.

Promedio general de los precios máximos aplicables de GAS LP en México	
\$/kilo	\$/litro
18.66	10.08

Gráfico 5.1.2-1 Comparativa de precios entre las Gasolinas, Diesel, Gas Natural Vehicular y el Gas LP.



Derivado de lo anterior se puede observar que los precios del gas natural están muy por debajo de los precios actuales de combustibles como la gasolina y el diesel, y es muy similar al precio del gas LP, es importante remarcar que estos precios estuvieron vigentes durante la primera semana de enero pues cada uno se adecua a las condiciones del mercado.

5.1.3 Rendimiento por combustible

La multinacional energética y petroquímica Repsol (2023)⁵⁷ comparó el consumo de automóviles de características similares, pero con motores distintos, uno que requiere de gasolina y otro que requiere diesel, obteniendo un consumo de 7 litros cada 100 kilómetros y 5 litros cada 100 kilómetros respectivamente.

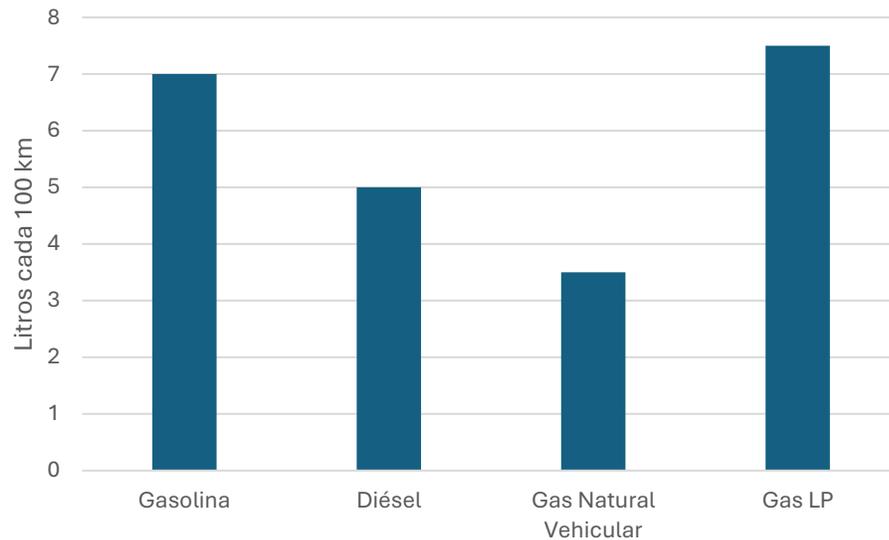
Por otra parte, Arambarri (2018)⁵⁸ presenta que “El rendimiento de consumo de GNC es aproximadamente de 3.5 l/100 km, mientras que el del GLP es de 7.5 l/100 km.” A continuación

⁵⁷ Repsol. (2023, 14 septiembre). Vehículo diésel o gasolina: ¿Qué consume más? REPSOL.

<https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/que-consume-mas-diesel-gasolina/>

⁵⁸ Arambarri, J. (2018, 2 abril). Vehículos a gas natural, una opción más para ahorrar en tu flota vehicular. Recuperado 4 de enero de 2024, de <https://blog.getpulpo.com/blog/veh%C3%ADculos-a-gas-natural-una-opci%C3%B3n-m%C3%A1s-para-ahorrar-en-tu-flota-vehicular#:~:text=El%20rendimiento%20de%20consumo%20de,disperse%20y%20ventile%20con%20facilidad>

Gráfico 5.1.3-1 Rendimiento por combustible



Se puede apreciar la amplia ventaja en la autonomía de transporte que presenta el gas natural respecto a sus competidores, puesto que mientras que el Gas LP, la Gasolina y el Diesel ocupan 7.5, 7 y 5 litros para recorrer 100 kilómetros, el gas Natural tan solo requiere de 3.5 litros para recorrerlos.

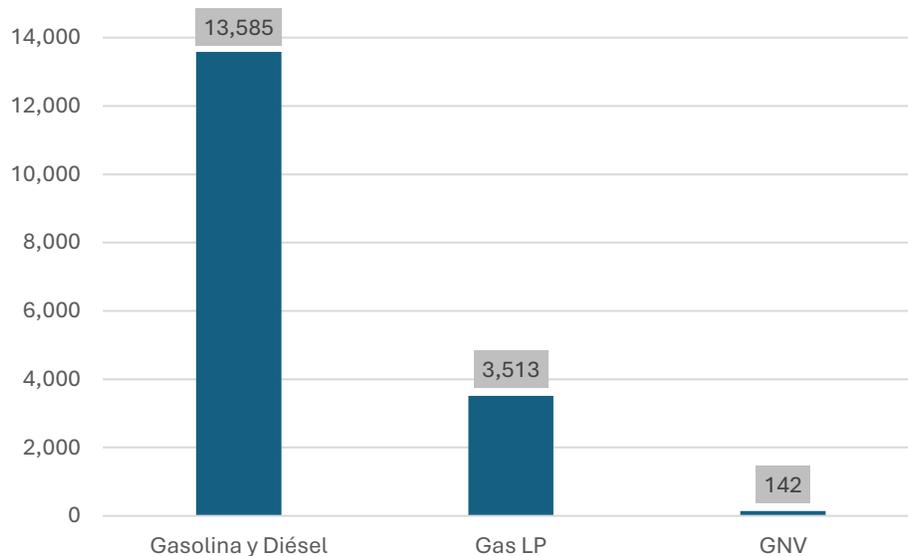
5.2 Accesibilidad a expendios al público

El Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI] (2023)⁵⁹ mediante su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, ofrece la cantidad y la ubicación de las estaciones de expendio de gasolina, diesel y gas natural, así como los centros de carburación existentes dentro de la república mexicana, de esta manera explica que existen 13,585 estaciones de servicio de gasolina y diesel, mientras que la Comisión Reguladora de Energía [CRE] reporta 3,513 centros de carburación de Gas LP en comparación con las 142 estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular, muestra una notable diferencia en la accesibilidad hacia el consumidor final de cada uno de los expendios.

A continuación se muestra una gráfica donde se compara la disponibilidad de estaciones de servicio y centros de carburación.

⁵⁹ Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI]. (2023). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENUE. inegi.org. Recuperado 5 de enero de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/Default.aspx?idee=6780292>

Gráfico 5.2-1 Comparativa entre el número de estaciones de servicio de Gasolina, Diesel y Gas Natural Vehicular y centros de carburación existentes dentro de la república mexicana.



Derivado de lo anterior se puede observar el amplio potencial de crecimiento que tienen las estaciones de Gas Natural Vehicular, pues por cada una de las estaciones de Gas Natural Vehicular existen 95.6 estaciones de servicio de Gasolina y Diesel o 5.36 centros de carburación de Gas LP.

5.3 Normas que regulan el uso de Gas Natural Vehicular

Dentro de la norma NOM-011-SECRE-2000 Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad en instalaciones vehiculares. se expone que esta “cancela y sustituye en la parte correspondiente a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-SCFI-1994, Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos de seguridad para estaciones de servicio e instalaciones vehiculares” (SENER, 2002)⁶⁰.

la Secretaría de Energía [SENER] (2002) expone que el objetivo la norma NOM-011-SECRE-2000 será “establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones vehiculares para uso de gas natural comprimido.”

⁶⁰ Secretaría de Energía [SENER]. (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-SECRE-2000, Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad en instalaciones vehiculares. En Diario Oficial de la Federación. Recuperado 5 de enero de 2024, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=720218&fecha=23/10/2002#gsc.tab=0

Dentro de la sección **2. Campo de aplicación:** de la NOM-011-SECRE-2000 se puede apreciar el alcance de esta norma, pues “Esta Norma aplica a los sistemas de gas natural comprimido en los vehículos automotores que lo utilizan como combustible.” (SENER, 2002)

Dentro de la sección **5. Clasificación** de la NOM-011-SECRE-2000 se especifica los tipos de instalaciones vehiculares siendo el “Tipo I Sistema de carburador. Y Tipo II Sistema de inyección electrónica.” (SENER, 2002)

La sección **6. Características de las instalaciones** como su nombre lo indica, especifica las características con las que se debe cumplir a la hora de instalar los sistemas de Gas Natural Vehicular, abordando temas tales como los requisitos de seguridad con los que deben cumplir todos los componentes y los materiales que se emplean, además, en la Subsección **6.2 instalaciones vehiculares** se expone

6.2.1 Sistema de carburador

En este sistema el gas natural se alimenta al motor a través de un mezclador al carburador. Los siguientes sistemas y componentes de sistemas deben ser listados o aprobados:

- a) Cilindros;*
- b) Sistemas de montaje de cilindros al vehículo;*
- c) Válvulas;*
- d) Dispositivos de relevo de presión (discos de ruptura, fusible térmico o dispositivo equivalente);*
- e) Manómetros;*
- f) Reguladores de presión;*
- g) Mangueras y sus conexiones;*
- h) Boquilla de recepción;*
- i) Sistema de alimentación de combustible al motor, mezclador;*
- j) Equipo eléctrico y electrónico relacionado al sistema de GNC, y*
- k) Tubería y conexiones.*

Excepción: Aquellos vehículos que están certificados por el fabricante de que cumplen con los Estándares de Seguridad Federales para Vehículos de Motor o la norma que aplique, de acuerdo con la normatividad internacional...

6.2.2 Sistema de inyección electrónica

En este sistema el gas natural se alimenta al motor a través de inyectores directamente o a través de un mezclador hacia la cámara de combustión. Los siguientes sistemas y componentes de sistemas deben ser listados y aprobados:

- a) Cilindros;*
- b) Sistemas de montaje de cilindros al vehículo;*
- c) Válvulas;*
- d) Dispositivos de relevo de presión (discos de ruptura, fusible térmico o dispositivo equivalente);*
- e) Manómetros;*
- f) Reguladores de presión;*
- g) Mangueras y sus conexiones;*
- h) Boquilla de recepción;*
- i) Sistema de alimentación de combustible al motor, mezclador;*
- j) Equipo eléctrico y electrónico relacionado al sistema de GNC, y*
- k) Tubería y conexiones.*

Excepción: Aquellos vehículos que están certificados por el fabricante de que cumplen con los Estándares de Seguridad Federales para Vehículos de Motor o la Norma que aplique(...) (SENER, 2002)

La sección **8. Certificado** explica lo siguiente:

El certificado que podrá expedir la estación de servicio debe contar como mínimo con los siguientes puntos:

- a) Presión de operación del sistema;*
- b) Número de serie del vehículo;*

- c) *Número de certificación del sistema;*
- d) *Fecha de instalación;*
- e) *Kilometraje vehicular;*
- f) *Nombre del Instalador;*
- g) *Nombre del taller de instalación, con dirección y teléfono, y*
- h) *Unidad de verificación.*

8.1 *Cada cilindro debe tener una etiqueta protegida y visible o puede ser marcado en la tapa, de acuerdo con la norma con la que se haya fabricado, con la información siguiente:*

- a) *Sólo para GNC;*
- b) *Designación de Norma;*
- c) *Presión de servicio;*
- d) *Símbolo o distintivo del fabricante;*
- e) *Número de serie;*
- f) *Número de parte del fabricante;*
- g) *Mes y año de fabricación;*
- h) *Fecha de caducidad;*
- i) *Fecha de la próxima prueba; (si aplica), y*
- j) *Temperatura mínima del material de diseño...*

8.2 *Se debe colocar junto a la válvula de corte, una etiqueta de material resistente con la leyenda indeleble (...). (SENER, 2002)*

5.4 Beneficios gubernamentales que ofrece el uso del Gas Natural Vehicular

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA] (s. f.)⁶¹ dentro de la publicación del Trámite para convertir tu vehículo al uso de combustibles alternos expone la posibilidad obtener la exención al programa "Hoy no Circula" mediante el

⁶¹ Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA]. (s. f.). Trámite para convertir tu vehículo al uso de combustibles alternos. Secretaría del Medio Ambiente. Recuperado 6 de enero de 2024, de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/tramite-glp-o-gnc>

cual se obtendría el holograma del tipo “0”, evitando a los automovilistas la restricción vehicular que el programa “hoy no Circula” plantea.

5.5 Comparativa entre los países alrededor del mundo y México con respecto al uso de GNV

5.5.1 Porcentaje del parque vehicular que utiliza Gas Natural Vehicular

Debido a que el consumo de Gas Natural Vehicular se encuentra en crecimiento, de igual manera el porcentaje de parque vehicular que utiliza Gas Natural Vehicular como combustible, es menor que el porcentaje de autos que consumen combustibles convencionales.

El portal de estadística Statista (2023)⁶² menciona que “En 2022, el parque automovilístico mexicano contaba con casi 55.1 millones de vehículos”, por otra parte, Bayona y la Asociación Mexicana de Gas Natural Vehicular [AMGNV] (2022) Comentó que “actualmente hay 65 mil vehículos que utilizan gas natural para moverse”, de esta manera se puede calcular que el 0.12% del parque automovilístico mexicano funcionan con gas natural.

Mazorco y Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes [AFAC] (2022)⁶³ expone que “se calcula que en la Argentina hay 14.84 millones autos en condiciones de circular” de los cuales “Se calcula que el 12.9% maneja un auto convertido a GNC (1.9 millones de vehículos registrados)”

Avendaño (2023)⁶⁴ explica que el parque vehicular de Colombia “está compuesto por 6,827,834 vehículos” mientras que Naturgas (2023)⁶⁵ menciona que Colombia “ha alcanzado más de 645,000 conversiones exitosas de vehículos” de esta manera se calcula que el porcentaje de vehículos que funcionan con gas natural es de 9.45%.

⁶² Statista. (2023, 15 octubre). México: Parque Automovilístico 1980-2022. Recuperado 6 de enero de 2024, de <https://es.statista.com/estadisticas/1059333/mexico-numero-vehiculos-en-circulacion/#:~:text=Entre%201980%20y%202022%2C%20el,a%20menos%20de%20seis%20millones.>

⁶³ Mazorco, I. & Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes [AFAC]. (2022, 2 julio). Livianos, pesados, a gas y nafteros: cuántos autos hay en la Argentina. LA NACION. Recuperado 6 de enero de 2024, de <https://www.lanacion.com.ar/autos/livianos-pesados-a-gas-y-nafteros-cuantos-autos-hay-en-la-argentina-nid01062022/>

⁶⁴ Avendaño, G. (2023, 9 octubre). Se ‘envejeció’ el parque automotor en Colombia. Motor Colombia. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.motor.com.co/industria/Se-envejecio-el-parque-automotor-en-Colombia-20231005-0010.html>

⁶⁵ Naturgas. (2023, 9 agosto). Colombia alcanzó más de 10 mil conversiones a GNV en primer semestre de 2023. Naturgas. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://naturgas.com.co/colombia-alcanzo-mas-de-10-mil-conversiones-a-gnv-en-primer-semestre-de-2023/>

La empresa aseguradora Rímac [RIMAC Seguros] (2023)⁶⁶ afirma que Perú cuenta con “3.4 millones del parque automotor” mientras que la Asociación Automotriz del Perú [AAP] (2023)⁶⁷ asegura que “La conversión de vehículos a gas natural vehicular (GNV) durante el 2022 [fue de] 73,563 vehículos en total” derivado de esta información se calcula que el porcentaje de vehículos que funcionan con gas natural es de 2.16%.

Tonelli (2023)⁶⁸ plantea que “la relación entre la cantidad de vehículos y la población total del país, se concluyó que al finalizar el año 2022, (...) Brasil cuenta con 4.8 habitantes por vehículo, [y] Estados Unidos tiene 1.2 habitantes por vehículo”, el portal de estadística Statista (2023b)⁶⁹ presenta la gráfica donde se presenta la población de Brasil desde 2016 y una prospectiva hasta el 2028, de donde se recupera la cantidad de habitantes que había en Brasil en el año 2022 siendo 213.91 millones de personas, mientras que la Oficina del Censo de los Estados Unidos por sus siglas en inglés [US Census Bureau] (2023)⁷⁰ presenta las estimaciones de población de la edición del 2022 donde se expone que en Estado Unidos existen 390.63 millones de personas.

Derivado de estos datos se estima que el parque vehicular en Brasil y Estados Unidos en el año 2022 era de 44.56 millones de vehículos y 325.52 millones de vehículos respectivamente, por otra parte, la Secretaría Nacional de Tránsito [Senatran] (2022)⁷¹ divulgo que los “Datos de junio de 2022(...) muestran que hay más de 2,6 millones de unidades con equipos de GNV instalados en Brasil.” Mientras que el gerente general

⁶⁶ Rímac [RIMAC Seguros]. (2023, 31 julio). Solo el 20% del parque automotor peruano cuenta con seguro. Gestión. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://gestion.pe/peru/solo-el-20-del-parque-automotor-peruano-cuenta-con-seguro-rimac-seguro-vehicular-noticia/#:~:text=Lima%2C%2031%2F07%2F2023,vicepresidente%20de%20Productos%20de%20R%C3%ADmac>.

⁶⁷ Asociación Automotriz del Perú [AAP]. (2023, 31 julio). Solo el 20% del parque automotor peruano cuenta con seguro. Gestión. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://gestion.pe/peru/solo-el-20-del-parque-automotor-peruano-cuenta-con-seguro-rimac-seguro-vehicular-noticia/#:~:text=Lima%2C%2031%2F07%2F2023,vicepresidente%20de%20Productos%20de%20R%C3%ADmac>.

⁶⁸ Tonelli, G. (2023, 11 julio). ¿Cuántos autos hay en el país? Revista Auto Test Digital. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://autotest.com.ar/noticias/cuantos-autos-hay-en-el-pais/>

⁶⁹ Statista. (2023b, octubre 15). Población total de Brasil 2016-2028. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://es.statista.com/estadisticas/635252/poblacion-total-de-brasil-en-2020/#:~:text=En%202022%2C%20la%20poblaci%C3%B3n%20total,dos%20a%C3%B1os%20antes%2C%20en%202020>.

⁷⁰ US Census Bureau. (2023, 23 junio). Estados Unidos está envejeciendo. Census.gov. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.census.gov/newsroom/press-releases/2023/population-estimates-characteristics/population-estimates-characteristics-spanish.html#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20blanca%20en%20los,388%2C779%20personas%20desde%20el%202021>.

⁷¹ Secretaría Nacional de Tránsito [Senatran]. (2022, 31 julio). Conversiones de vehículos a GNC crecen 74% en Brasil en 2022. GNV magazine. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.gnvmagazine.com/conversiones-de-vehiculos-a-gnc-crecen-74-en-brasil-en-2022/>

del comercio mundial de gas natural para Cummins Inc. SINGH JHAWAR (2022)⁷² afirma que “Hay 121,000 vehículos impulsados por gas natural en las carreteras en los Estados Unidos.” Es a partir de la información obtenida se calcula que el 5.83% y el 0.04% del parque vehicular de Brasil y Estados Unidos respectivamente, funciona a través de Gas Natural Vehicular.

A continuación, se presenta una tabla que recopila los datos anteriores.

Tabla 5.5.1-1 Comparativa entre el porcentaje del parque vehicular en países de América que funcionan a partir del Gas Natural.

	Población	Parque vehicular total	Parque vehicular que funciona con GNV	Porcentaje de la población que cuenta con vehículo automotor	Porcentaje de la población que cuenta con un vehículo que funcione con GNV
Argentina	45,927,278	14,840,010	1,900,000	32.31%	4.14%
Colombia	51,610,539	6,827,834	645,000	13.23%	1.25%
Brasil	215,681,045	44,564,583	2,600,000	20.66%	1.21%
Perú	33,611,856	3,400,000	73,563	10.12%	0.22%
México	131,790,986	55,167,420	65,000	41.86%	0.05%
Estados Unidos	335,028,178	325,526,213	121,000	97.16%	0.04%

Seguidamente, se muestra una tabla con los datos recuperados del mapa que presenta Pérez, J. R. (2022)⁷³ del que se puede recuperar el parque vehicular que presenta la Unión Europea y de los datos de la gráfica que presenta el portal de estadística Statista (2023b)⁷⁴ en su publicación del Ranking de países con mayor número de turismos de gas natural en uso en la Unión Europea en 2022.

⁷² SINGH JHAWAR, P. (2022, 28 octubre). ¿CUÁL ES EL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE REABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL? cummins. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.cummins.com/es/news/2022/10/28/what-current-state-natural-gas-refueling-infrastructure>

⁷³ Pérez, J. R. (2022, 1 agosto). Italia es el país europeo con más coches y Baleares, la región más motorizada de España. El Debate. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.eldebate.com/motor/20220801/italia-pais-europeo-mas-coches-baleares-region-mas-motorizada-espana.html#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20europeos%20con%20m%C3%A1s%20y%20menos%20coches&text=Nuestro%20pa%C3%ADs%20ocupa%20la%20decimoquinta,de%20Eurosta>.

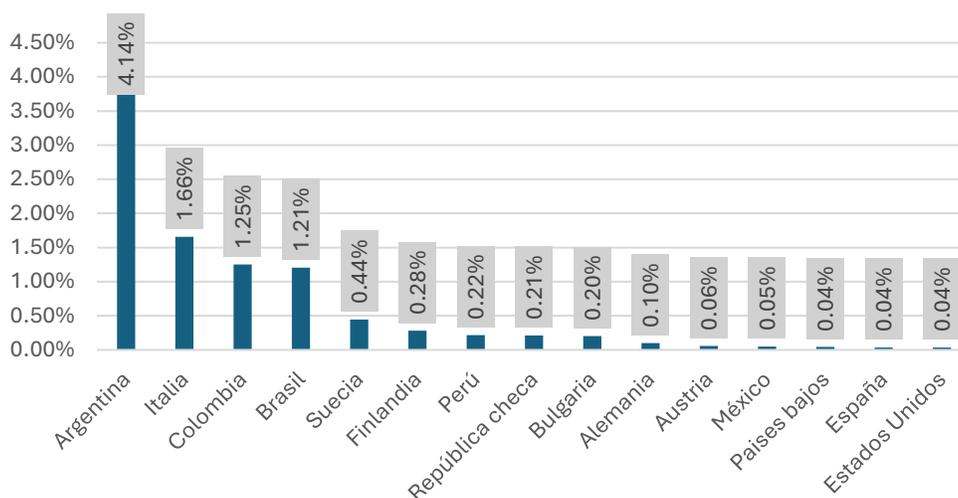
⁷⁴ Statista. (2023b, noviembre 1). Países con mayor flota de turismos de gas natural en la UE en 2022 | Statista. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://es.statista.com/estadisticas/856677/ranking-de-los-paises-con-mas-turismos-de-gas-natural-matriculados-ue/>

Tabla 5.5.1-2 Comparativa entre el porcentaje del parque vehicular en países de la Union Europea que funcionan a partir del Gas Natural.

	Población	Parque vehicular total	Parque vehicular que funciona con GNV	Porcentaje de la población que cuenta con vehículo automotor	Porcentaje de la población que cuenta con un vehículo que funcione con GNV
Italia	58,997,201	27,710,000	978,614	46.97%	1.66%
Suecia	10,235,622	4,943,293	45,326	48.29%	0.44%
Finlandia	5,591,854	3,618,487	15,749	64.71%	0.28%
Bulgaria	10,235,622	2,866,763	20,829	28.01%	0.20%
Republica checa	10,713,922	6,049,255	22,847	56.46%	0.21%
Alemania	83,756,658	47,715,977	84,173	56.97%	0.10%
Austria	9,045,673	5,091,827	5,180	56.29%	0.06%
Países bajos	17,235,780	8,793,592	7,538	51.02%	0.04%
España	46,552,504	24,716,898	16,911	53.09%	0.04%

A continuación, se muestra una gráfica que ubica y clasifica el porcentaje del parque vehicular que funciona mediante Gas Natural Vehicular del parque vehicular total en los países de la Unión Europea y en los países de América.

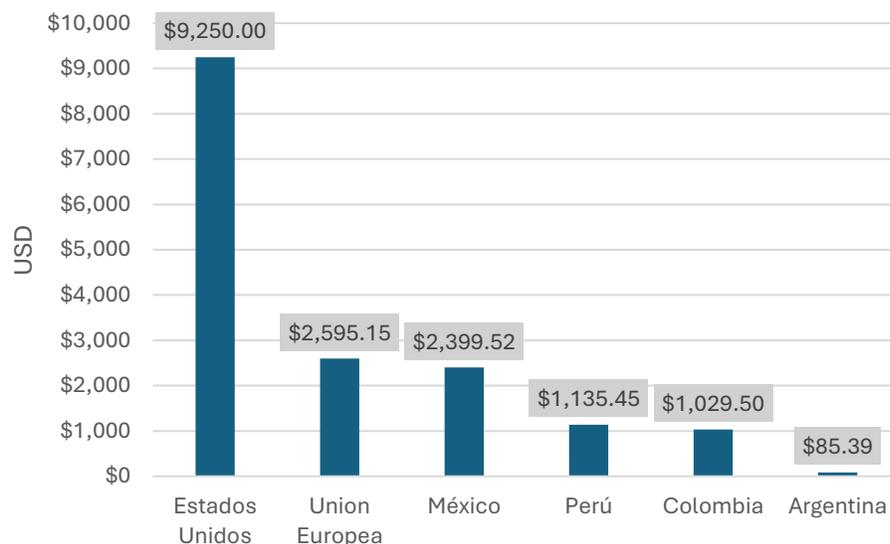
Gráfico 5.5.1-1 Porcentaje del parque vehicular que funciona a partir de GNV en países de la unión Europea y en países de América.



Lo anterior podría estar relacionado con el costo de conversión presente en cada uno de los países antes mencionados, pues en relación a la gráfica anterior Wojdyla (2022)

⁷⁵, menciona que el precio en Estados Unidos para una correcta instalación para que un vehículo funcione con Gas Natural Vehicular ronda entre \$6,500.00 y 12,000.00 USD mientras que en países como Colombia Paredes (2024)⁷⁶ afirma que el precio de conversión ronda entre \$766.00 y \$1293.00 USD, en Argentina, García (2021)⁷⁷ explica que el costo promedio para convertir un auto es de \$85.39 USD, por otra parte el medio de noticias Clicars (2022)⁷⁸ explica que en la unión europea el costo ronda entre \$1,946.36 y \$3,243.94 USD, de igual manera en Perú, el medio de noticias América Noticias [Uei] (2022)⁷⁹ explica que en Perú el promedio se encuentra entre \$1,122.09 y \$1,148.81 USD, a continuación se muestra una gráfica que compara los precios en los países antes mencionados.

Gráfico 5.5.1-2 Comparativa entre precios para la conversión de vehículos a GNV.



Derivado de la gráfica anterior se puede observar la diferencia de precios que implica realizar una conversión en cada uno de los países antes mencionados, lo que puede

⁷⁵ Wojdyla, B. (2022, 18 junio). Should You Convert Your Car to Natural Gas? Popular Mechanics. <https://www.popularmechanics.com/cars/how-to/a7487/should-you-convert-your-car-to-natural-gas/>

⁷⁶ Paredes, P. A. (2024, 1 marzo). Conversión a gas natural vehicular: todo lo que debes saber. Recuperado 23 de mayo de 2024, de <https://www.autofact.com.co/blog/mi-carro/actividades/conversion-gas-vehicular>

⁷⁷ García, F. J. (2021, 23 marzo). Cuánto cuesta ponerle GNC al auto, cuánto dinero se ahorra en nafta y qué cuidados hay que tener en uso diario. TN. <https://tn.com.ar/autos/2021/03/23/cuanto-cuesta-ponerle-gnc-al-auto-cuanto-dinero-se-ahorra-en-nafta-y-que-cuidados-hay-que-tener-en-uso-diario/>

⁷⁸ Clicars. (2022, 5 diciembre). Guía para convertir tu coche a ECO: GLP o GNC - Clicars Blog. Clicars. <https://www.clicars.com/blog/coches-eco/guia-para-convertir-tu-coche-a-eco-glp-o-gnc/#%C2%BFCuanto%20cuesta%20convertir%20un%20coche%20a%20ECO>

⁷⁹ América Noticias [Uei]. (2022, 7 junio). ¿Cuánto cuesta convertir tu carro a gas? América Noticias. <https://www.amerikatv.com.pe/noticias/util-e-interesante/cuanto-cuesta-convertir-carro-gas-peru-n456972>

estar directamente relacionado con el porcentaje de vehículos que funcionan mediante Gas Natural Vehicular en estos países.

5.5.2 Políticas aplicadas que fomentan el uso del Gas Natural Vehicular

La plataforma Energy5 (2023)⁸⁰ clasifica las iniciativas y políticas que gobiernos de todo el mundo han implementado para incentivar la adopción del GNV, siendo principalmente las siguientes.

- **Subvenciones e Incentivos:** *Muchos gobiernos ofrecen subsidios e incentivos fiscales para fomentar la compra de vehículos a gas natural. Estos incentivos ayudan a compensar el costo inicial de la tecnología del GNV, haciéndola más accesible para los consumidores.*
- **Desarrollo de infraestructura:** *Los gobiernos están invirtiendo en el desarrollo de infraestructura de reabastecimiento de combustible para respaldar el crecimiento del GNV. La ampliación de la red de estaciones de GNC y GNL hace que sea conveniente para los consumidores repostar sus vehículos.*
- **Regulaciones de aire limpio:** *Las estrictas normas sobre emisiones impulsan a los fabricantes a producir vehículos más ecológicos. Los vehículos a gas natural desempeñan un papel vital en el cumplimiento de estos estándares, ya que emiten menos contaminantes en comparación con los vehículos convencionales.*

Partiendo de esto, cada uno de los gobiernos ha optado por impulsar a los consumidores la adopción del Gas Natural Vehicular.

A continuación, la empresa Deloitte (2019)⁸¹ muestra algunas de las iniciativas que se han tomado en países de Sudamérica.

⁸⁰ Energy5. (2023, 6 diciembre). La colaboración internacional para el avance de las tecnologías de vehículos a gas natural. Energy5. Recuperado 10 de enero de 2024, de <https://energy5.com/es/la-colaboraci243n-internacional-para-el-avance-de-las-tecnolog237as-de-veh237culos-a-gas-natural#anchor-1>

⁸¹ Deloitte. (2019, abril). Gas natural en México. Deloitte México. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/finance/articles/gas-natural-en-Mexico.html>

*En **Argentina**, (...) el gobierno invirtió en la instalación de equipo especializado para la oferta de gas natural en estaciones de servicio y creo un programa para la conversión de los motores de taxis”*

*En **Brasil**, los factores clave de la preferencia por el GNV han sido la regulación gubernamental, (...) y el desarrollo de la infraestructura necesaria para su distribución. En la década pasada, el gobierno impulsó una ley en la que se obliga a las nuevas estaciones de servicio incluir el GNV en su oferta. Por otra parte, como recompensa por el uso de combustibles de baja contaminación, se promovieron incentivos de reducción de impuestos vehiculares de hasta 75% y se modificó la legislación de transporte de pasajeros para exigir el funcionamiento de los taxis con estos combustibles.*

*En **Perú**, el impulso al uso de GNV partió de una decisión política a nivel nacional en 2004, cuando el gobierno por medio de diversas entidades de energía y movilidad conformó un grupo de trabajo encargado de diseñar y conducir un marco normativo para incentivar el consumo y masificación del GNV a nivel nacional,*

A través de una conversión entre el gobierno y la iniciativa privada, se desarrolló la infraestructura para la distribución de gas natural. Posteriormente, se inició la conversión de vehículos a GNV, (...) en los últimos años, el gobierno peruano ha realizado alianzas estratégicas con armadoras como Volkswagen, Chevrolet y Kia, para facilitar la conversión en sus motores.”

*En **Colombia** (...) por medio de una colaboración, gobierno y entidades privadas como Ecopetrol, Ecogas, entre otras, buscaron incentivar la conversión de automóviles a GNV. (...) se otorgaron financiamientos para adquirir kits de conversión vehicular eximidos de impuestos.*

De igual manera el Estado Peruano (2022)⁸² mediante su plataforma digital anuncia que el Gobierno

⁸² Estado Peruano. (2022, 23 junio). Gobierno financia al 100% y sin intereses conversión de vehículos a gas natural. Noticias - Presidencia del Consejo de Ministros - Plataforma del Estado Peruano. Recuperado 10 de enero de 2024, de

financia al 100%, sin pago de cuota inicial ni intereses, la conversión de vehículos livianos de gasolina o GLP (autos y camionetas) a gas natural vehicular (GNV), (...) El financiamiento del costo de la conversión es hasta por 4,300 soles, monto que es devuelto en un plazo de hasta 03 años; y se realiza con recursos del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), mediante el Programa Ahorro GNV.

La Federación Europea de Transporte y Medio Ambiente conocida como Transport & Environment [T&E] (2018)⁸³ muestra algunas de las iniciativas y políticas que se han tomado en países de Europa.

Italia introdujo medidas preferenciales muy pronto para impulsar el gas en el transporte. En 2009, un nuevo plan ofrecía incentivos de compra que oscilaban entre 1,500€ y 3,500€ para las matriculaciones de vehículos nuevos a (...) GNC y una bonificación adicional de hasta 1,500€ cuando a cambio se entregaba o desguazaba un vehículo de 10 o más años de antigüedad. (...) Además, el gobierno adoptó recientemente nuevos incentivos para la compra de camiones a gas con una subvención directa de 4,000 € para camiones a GNC y 20,000 € para GNL.

En **Alemania**, los vehículos a gas se benefician de una reducción en los impuestos energéticos sobre el gas para vehículos de motor (GNC), una medida vigente hasta 2026, además se benefician de una ligera reducción del impuesto sobre los vehículos debido a sus menores emisiones contaminantes a la atmósfera en comparación, (...) En junio de 2018, el ministerio de transporte alemán anunció medidas de apoyo directo a empresas que compren camiones a GNC y GNL, con una subvención de 8,000 € para camiones a GNC y 12,000€ para GNL (con un límite máximo de 500 000 € por empresa).

<https://www.gob.pe/institucion/pcm/noticias/626479-gobierno-financia-al-100-y-sin-intereses-conversion-de-vehiculos-a-gas-natural>

⁸³ La Federación Europea de Transporte y Medio Ambiente [T&E]. (2018). GNC y GNL para vehículos y buques: los hechos (1.a ed.). https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2018_10_TE_GNC_y_GNL_para_vehi%CC%81culos_y_buques_los_hechos_ES.pdf

En España, existen diversas subvenciones y exenciones fiscales para la compra de un vehículo a gas. Por ejemplo, como parte del plan MOVALT-Vehículos de 20 millones de euros acordado en 2017, se puso a disposición una medida de apoyo financiero de entre 2,500 € y 18,000 € para la compra de un vehículo a gas. Además de esto y del Plan MOVALT Infraestructura 2017, el Gobierno lanzó en 2017 el Plan MOVEA, de 14,26 millones de euros, para impulsar la compra de vehículos propulsados por combustibles alternativos, (...) así como la implantación de puntos de repostaje en zonas de acceso público. El último plan de apoyo, el Plan VEA, se acordó en julio de 2018 con un presupuesto específico de 66,6 millones de euros. De estos, 50 millones de euros están destinados a la compra, por parte de particulares, (...) a día de hoy, los vehículos a gas con emisiones inferiores a 120 g/km también están exentos en España del pago del impuesto de matriculación. Algunas regiones han puesto en marcha otros programas de apoyo, como una bonificación de hasta el 75% en el impuesto sobre los vehículos de tracción mecánica en Barcelona y Madrid, descuentos en los peajes de autopista en Cataluña o ayuda financiera para la compra de nuevos taxis en Madrid. Por último, se permitirá la entrada de vehículos a gas en la zona "Madrid Central", una gran superficie de 480 hectáreas donde se restringirá el tráfico y se favorecerá la circulación de peatones, bicicletas y transporte público.

En Francia, (...). Al cambiar un vehículo a gasóleo puesto en circulación antes del 1 de enero de 2006 por un GNV (con emisiones inferiores a 110 g/km) el usuario se beneficiará de una bonificación de entre 500€ y 1,000€. En 2017, una empresa inversora en camiones a GNC o GNL se benefició de exenciones fiscales específicas, para amortizar sus inversiones. Dependiendo de la región francesa, también existe una exención fiscal en el documento de registro de hasta el 100%, aplicable a los vehículos a GNC y GNL.

Con base en lo anterior se puede observar que el gobierno de cada país elige el incentivo que considera pertinente con la finalidad de que cada vez más usuarios adopten el uso de transportes que funcionen mediante Gas Natural Vehicular (GNV).

Conclusión

Después de analizar la información de los distintos medios tales como medios de estadística, dependencias gubernamentales y empresas que se dedican al sector energético, tales como la institución internacional como lo es el portal Enerdata de donde se recuperó el comportamiento mercantil de los combustibles, la secretaria de energía (SENER) quien ofrece el comportamiento de la producción nacional, la administración de información energética por sus siglas en inglés (EIA) quien muestra la cantidad de contaminantes producidos por la gasolina, diesel y el gas natural, de igual manera la petrolera Repsol, presenta la autonomía de transporte de cada uno de los combustibles, es a partir de esto que se puede recuperar que los beneficios de salud, seguridad y medio ambiente que representa el uso de Gas Natural son significativamente mayores que sus principales competidores, puesto que de manera gráfica se puede observar que ambos tópicos mostraba ya sea un menor impacto sobre la salud y medio ambiente o una mayor seguridad de uso y autonomía de transporte.

El uso del gas natural vehicular ha sido adoptado en distintas etapas debido a las diferentes situaciones por las que han atravesado cada uno de los países que han tomado medidas para impulsar su consumo, situaciones que pueden ser tanto económicas, sociales, políticas y ambientales, siendo la incentivación de su uso una de las medidas que eligieron para mitigar los problemas por los que atravesaban.

La Unión Europea preocupada por el cambio climático, los problemas que generaba y el descontento generalizado de la población por los altos índices de contaminación, ha promovido iniciativas con las que buscan frenar su avance, mediante la reducción de gases de efecto invernadero La Federación Europea de Transporte y Medio Ambiente [T&E] (2018) afirma que la estrategia de movilidad de bajas emisiones planteada para reducir los gases contaminantes recalca la necesidad de tener un sistema de transporte más eficiente mediante el uso de combustibles alternativos que posean una emisión mucho menor a los combustibles como la gasolina y el diesel, de igual manera la implementación de acuerdos como El Acuerdo de París en la que los 27 países pertenecientes a la Unión Europea se han comprometido a reducir el nivel de emisiones en un 76% a 94% para el sector del transporte.

Por otra parte, se observa que México no cuenta con los mejores programas para atraer al consumidor a elegir al Gas Natural como su combustible preferido, es del portal estadístico sobre la información energética de México que la SENER ofrece que puede observar que la poca producción en compañía de la baja capacidad de procesamiento que México reporta, no es suficiente para cubrir con la demanda de Gas Natural que el país necesita, situación que obliga al país a recurrir a la importación del combustible, así mismo, la información que recuperada sobre la infraestructura existente dentro del territorio mexicano, muestra insuficiencia para cubrir las necesidades del usuario final, el planteamiento de la información anterior durante este trabajo, se realizó con la finalidad de entender la manera en que se eclipsan los beneficios que ofrece el gas natural, frente a la falta de medios para ser consumido de manera eficaz.

Al comprender la situación en la que se encuentra México con respecto al Gas Natural, se puede ubicar la razón por la que el avance en dirección a una transición de transporte a partir de Gas Natural Vehicular no se realiza con la misma celeridad que en otros países donde existen apoyos gubernamentales, siendo el caso de países de la Unión Europea donde el gobierno ofrece pagar menos impuestos sobre el vehículo, o países como Perú y Argentina que apoyan de manera económica para realizar el cambio, estos últimos teniendo metas anuales de conversiones vehiculares al uso de Gas Natural.

Partiendo de esto se concluye el gran área de oportunidad que podría aprovechar México, pues los beneficios que muestra el uso de este combustible no solo representa ventajas teóricas, debido a que estas ya se ha observado en los países que fueron adoptado el gas natural como combustible doméstico y de transporte, situaciones que pudieran ser tomadas como un modelo a seguir para maximizar el consumo de gas natural aprovechando los puntos fuertes que presentaron cada uno de los planes que se han llevado a cabo alrededor del mundo y evitando los puntos donde esos planes mostraron problemas, con la finalidad de llevar a cabo una transición ordenada, eficiente y eficaz hacia el uso de Gas Natural como combustible principal dentro del territorio mexicano.

Anexo 1.- Conversión vehicular al uso de Gas Natural Vehicular en México.

1.1 Tramites gubernamentales

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA] (s. f.) mediante la página del gobierno de la ciudad de México publica los requisitos para convertir tu vehículo al uso de combustibles alternos siendo los siguientes.

-Presentación de documentación

El vehículo deberá estar matriculado en el Distrito Federal

Llenar el formato DGCA-04 “Solicitud de registro y control de vehículos de uso intensivo que carburan a Gas Licuado de Petróleo o Gas Natural” (...).

Presentar (...), en el área de Combustibles Alternos, que se localiza en el 6° piso de Av. Tlaxcoaque No. 8, Col. Centro Histórico, en un horario de 9:00 a 13:30 horas, con la siguiente documentación:

- *Copia simple de la factura de la instalación del sistema de GLP o GN, o bien de algún componente del mismo en caso de que se trate de una renovación. La factura deberá ser expedida por la empresa certificada o autorizada del sistema de conversión a GLP o GN.*
- *Copia simple del dictamen Técnico vigente expedido por alguna Unidad de Verificación en Materia de Gas, autorizada por la Secretaría de Energía para el caso de GLP o por la Comisión Reguladora de Energía para el caso de GN.*
- *Tarjeta de circulación o documento oficial que acredite el registro del vehículo ante la autoridad correspondiente.*
- *Carta poder simple, en caso de no ser propietario de la unidad.*

Tres tantos impresos de una Base de datos que contenga:

- *Nombre de la persona física o moral.*
- *Nombre de la empresa instaladora.*

- *Nombre del responsable de la instalación.*
- *Fecha de inspección: (dejar espacio para ser llenado junto con el área de Combustibles Alternos).*
- *Vehículo: Placas, marca, año-modelo, número de serie, peso bruto vehicular (PBV).*
- *Equipo de gas: marca, modelo y número de serie.*
- *Convertidor catalítico: marca, modelo y número de serie.*
- *Computadora: marca y modelo.*
- *Número de certificación y/o autorización de la empresa instaladora.*

-Revisión Técnica

Junto con el área de Combustibles Alternos se establece una fecha para realizar la revisión técnica del sistema integral instalado en el vehículo. La revisión técnica del (los) vehículo (s) se realiza en el Centro de Evaluación No. 3 ubicado en Calzada de la Virgen S/N, Col. CTM Culhuacán, Alcaldía Coyoacán; o el sitio que indique la autoridad.

Una vez aprobada la revisión técnica se deberá realizar el pago de derechos del holograma distintivo de GLP o GNC (6 días de salario mínimo general vigente en la zona económica Tipo "A" más 16% de I.V.A"), en el banco y referencias que señale la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA).

El pago original y 5 copias simples (importe e IVA) deberán presentarse en la JUD de Enlace Administrativo (6° piso de Av. Tlaxcoaque No. 8, Col. Centro Histórico, en un horario de 9:00 de la mañana a 13:30 h).

-Pegado del holograma distintivo de (...) GNC

El pegado del holograma distintivo de (...) GNC se llevará a cabo en el Centro de Evaluación No. 3 ubicado en Calzada de la Virgen S/N, Col. CTM Culhuacán, Alcaldía Coyoacán; o el sitio que indique la autoridad.

-Holograma distintivo

Ilustración 5.5.2-1 Holograma otorgado al realizar el cambio al uso de Gas Natural.



1.2 Costo económico

El costo de realizar la conversión estará conformado por dos montos principales, el primero siendo el pago de derechos del holograma distintivo y segundo el pago de la instalación de los sistemas y equipos necesarios para que el vehículo pueda funcionar a partir de Gas Natural Vehicular (GNV).

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA] (s. f.) expone que el pago de derechos del holograma distintivo de GNC es equivalente a 6 días de salario mínimo vigente en la zona económica tipo “A” más el I.V.A. siendo el 16%, sobre esto la Comisión Nacional De Los Salarios Mínimos [CONASAMI] (2024)⁸⁴ la tabla de salarios mínimos vigentes a partir del 01 de enero de 2024 donde se recupera que el salario mínimo es de \$248.93 por lo que el costo del pago de derechos del holograma distintivo sería de \$1732.55 con el salario vigente.

En esa misma línea Juárez (2023)⁸⁵ expone que “El costo de esta conversión hecha por una empresa autorizada y que sigue las normas legales para realizarla va de entre los 35 mil a 40 mil pesos.” Hace énfasis en que estos precios dependen del tipo de automóvil y el taller en el que se le realice la conversión para que pueda funcionar a partir de Gas Natural Vehicular.

Partiendo de lo anterior el costo total de realizar la conversión puede oscilar entre \$36,735.55 suponiendo con se consigue el menor precio, contrario a los \$41,732.55 siendo el mayor precio por realizar la conversión.

⁸⁴ Comisión Nacional De Los Salarios Mínimos [CONASAMI]. (2024, 1 enero). Tabla de salarios mínimos generales y profesionales por áreas geográficas. gov.mx. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.gob.mx/conasami/documentos/tabla-de-salarios-minimos-generales-y-profesionales-por-areas-geograficas>

⁸⁵ Juárez, M. (2023, 18 enero). Cada vez más gente convierte sus autos a gas natural en México: ¿es legal, seguro y conveniente? Motorpasion México. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.motorpasion.com.mx/industria/conviene-convertir-a-gas-natural-mi-auto>

1.2.1 Accesorios necesarios para la conversión

La empresa ECO GNV (2021)⁸⁶ muestra un esquema del que se puede recuperar los accesorios y equipos necesarios para realizar la conversión, siendo los siguientes:

- **Filtro de Gas Natural Vehicular:**

Ilustración 5.5.2-1 Filtro de Gas Natural Vehicular.



Nota. Filtro de gas GNV [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Manómetro:**

Ilustración 5.5.2-2 Manómetro.



Nota. Manómetro [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

⁸⁶ ECO GNV. (2021). ECO GNV – Gas natural vehicular. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://ecognv.com.mx/#>

- **Inyectores:**

Ilustración 5.5.2-3 Inyectores.



Nota. Inyectores [Mapa], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Electroválvula:**

Ilustración 5.5.2-4 Electroválvula.



Nota. Electroválvula [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Control central eléctrico:**

Ilustración 5.5.2-5 Control central eléctrico.



Nota. Control central eléctrico [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Regulador de presión:**

Ilustración 5.5.2-6 Regulador de presión.



Nota. Regulador de presión [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Conmutador de Gas/GNV:**

Ilustración 5.5.2-7 Conmutador de Gas/GNV.



Nota. Conmutador de Gas/GNV [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Tubería:**

Ilustración 5.5.2-8 Tubería.



Nota. Tubería [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Válvula para cilindro:**

Ilustración 5.5.2-9 Válvula para cilindro.



Nota. Válvula para cilindro [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Válvula de carga:**

Ilustración 5.5.2-10 Válvula de carga



Nota. Válvula de carga [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

- **Cilindro de Almacenamiento:**

Ilustración 5.5.2-11 Cilindro de Almacenamiento.



Nota. Cilindro de Almacenamiento [Imagen], por ECO GNV, 2021, CONVERSIÓN A GNV, (<https://ecognv.com.mx/#>)

1.1.2 Proceso de conversión

Debido a que el proceso de conversión vehicular al uso de Gas Natural es un proceso invasivo en donde se tienen que instalar accesorios y equipos que no son parte del vehículo de producción, es requerido por norma de seguridad que se lleve a cabo un proceso que certifique la seguridad tanto de las instalaciones que se requieren, así como su correcto funcionamiento.

El proceso inicia presentando la documentación y llenando los formatos pertinentes, siendo el caso de la Solicitud de registro y control de vehículos de uso intensivo que carburan a Gas Licuado de Petróleo o Gas Natural como La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA] (s. f.) plantea.

Posteriormente Ortega (2016)⁸⁷ explica que “el auto debe pasar por un proceso de pre-conversión en el que se realiza una revisión gratuita del estado físico, mecánico y eléctrico en un taller especializado para conocer si el vehículo está en condiciones para ser convertido” y de ser el caso el proceso se procede a realizar la instalación de un kit de conversión que cuenta con todos los equipos que el vehículo necesitará, de

⁸⁷ Ortega, O. (2016, 25 diciembre). Así se convierte un auto a gas natural vehicular. El Financiero. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/40-del-transporte-publico-en-queretaro-usa-gas-natural-natgas/>

igual manera explica que llevar a cabo la instalación de estos equipos puede llegar a tardar hasta tres días hábiles.

Bibliografía:

1. Organización Latinoamericana de Energía [OLADE], García, F. G., Yujato, M. Y., & Arenas, A. A. (2017). *Manual de Estadística Energética 2017 (2.a ed.)* [Internet]. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0380.pdf>
2. International Organization for Standardization [ISO]. (2013, Junio). *ISO 13686:2013 Natural gas — Quality designation*. International Organization for Standardization. Recuperado 11 de agosto de 2023, de <https://www.iso.org/standard/53058.html>
3. ENTE NACIONAL REGULADOR DE GAS [ENARGAS]. (2020). *Reguladores de Energía*. *enargas.gob.ar*. Recuperado 15 de agosto de 2023, de <https://www.enargas.gob.ar/secciones/enlaces-interes.php>
4. SENER. (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010*. En *Diario Oficial de la Federación (DOF) (NOM-001-SECRE-2010)*. Recuperado 11 de julio de 2023, de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3997/sener/sener.htm>
5. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE]. (2023). *LISTA DE COMBUSTIBLES Y SUS PODERES CALORÍFICOS 2023 QUE SE CONSIDERARÁN PARA IDENTIFICAR A LOS USUARIOS CON UN PATRÓN DE ALTO CONSUMO, ASÍ COMO LOS FACTORES PARA DETERMINAR LAS EQUIVALENCIAS EN TÉRMINOS DE BARRILES EQUIVALENTES DE PETRÓLEO*. En *SENER*. Secretaría de Energía. Recuperado 19 de julio de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/809207/lista_combustibles_y_sus_poderes_calorificos_2023.pdf
6. CABIMAS & LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA. (2011, agosto). *Impurezas del gas natural*. *monografias.com*. Recuperado 4 de febrero de 2024, de <https://www.monografias.com/docs/Impurezas-Del-Gas-Natural-F3QHYYTFJ8GNZ>
7. Secretaría de Energía [SENER] & Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos. (2022, 9 diciembre). *Gas Natural [Comunicado de prensa]*. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166646/Gas_Natural.pdf
8. Instituto Catalán de Energía [ICAEN]. (2019). *El ciclo combinado*. *gencat*. Recuperado 8 de agosto de 2023, de <https://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/tecnologies/combinat/index.html#:~:text=El%20ciclo%20combinado%20es%20una,grandes%20centrales%20productoras%20de%20electricidad>
9. Consejo de la Unión Europea. (2023, 7 febrero). *Where does the EU's gas come from?* European Council. Recuperado 17 de diciembre de 2023, de <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/eu-gas-supply/#:~:text=El%20gas%20se%20utiliza%20principalmente,dom%20C3%A9stica%20y%20los%20procesos%20industriales>
10. Departamento de Energía de los Estados Unidos [DOE]. (2020). *EL PETRÓLEO Y EL GAS NATURAL DE EE. UU.* En *Department of Energy*. Recuperado 17 de diciembre de 2023, de

- https://www.energy.gov/sites/prod/files/2021/01/f82/Oil_and_Natural_Gas_Spanish_Dec182020.pdf
11. *Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Hidrocarburos [MINEM]. (s. f.). USOS Y VENTAJAS DEL GAS NATURAL. En Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Hidrocarburos. Recuperado 10 de diciembre de 2023, de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/GAS%20NATURAL%20EN%20EL%20SECTOR%20RESID-COMERCIAL%20 JUNIO%2009 .pdf>*
 12. *CENTRO NACIONAL DE CONTROL DEL GAS NATURAL [CENAGAS]. (s.f.). SOBRE EL GAS NATURAL Y SUS BENEFICIOS. En gob.mx. Recuperado 15 de agosto de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261167/Sobre_el_GN.pdf*
 13. *Pollutant Release and Transfer Registers [PRTR]. (2023). CO₂ (Dióxido de carbono). registros de emisiones y transferencias de contaminantes. Recuperado 6 de agosto de 2023, de <https://prtr-es.es/CO2-Dioxido-de-carbono.15590.11.2007.html>*
 14. *Ortuya, O. N. (2023). ¿Cuáles son los gases contaminantes que emiten los vehículos? autofact. <https://www.autofact.pe/blog/comprar-auto/caracteristicas/gases-vehiculos#toc-index-3>*
 15. *EL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION. (2013). ESTATUTO ORGANICO DE PEMEX-EXPLORACION Y PRODUCCION. En Diario oficial de la federacion. Recuperado 28 de agosto de 2023, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5293895&fecha=28/03/2013&print=true*
 16. *Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. (2023, 1 agosto). Centro Nacional de Información de Hidrocarburos (CNIH). gob.mx. Recuperado 23 de agosto de 2023, de <https://www.gob.mx/cnh/articulos/centro-nacional-de-informacion-de-hidrocarburos-cnih-64831#:~:text=El%20CNIH%20es%20la%20Unidad,hydrocarburos%20en%20el%20territorio%20nacional>*
 17. *Secretaría de Energía [SENER]. (2021). Sistema de Información Energética (SIE). [sie.energia.gob.mx](https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about). Recuperado 23 de agosto de 2023, de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about>*
 18. *El Economista. (2022, 8 octubre). Brasil y México lideran la producción de gas natural en América Latina. El Economista. Recuperado 22 de agosto de 2023, de <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Brasil-y-Mexico-lideran-la-produccion-de-gas-natural-en-America-Latina-20221008-0015.html>*
 19. *SECRETARÍA DE ENERGÍA [SENER]. (2017). GLOSARIO DE TERMINOS PETROLEROS [Conjunto de datos]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227892/GLOSARIO_DE_TERMINOS_PETROLEROS_2017.pdf*
 20. *Ruiz, J. A. P. (2019). Procesos industriales en los centros de procesamiento de gas. [www.linkedin.com](https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es). <https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es>*
 21. *Santillana, J., & Salinas, J. (2019, 1 diciembre). Procesamiento de gas natural. Educación en Ingeniería Química. Recuperado 31 de agosto de 2023, de*

- <https://www.ssecoconsulting.com/procesamiento-de-gas-natural.html#:~:text=Procesos%20de%20separaci%C3%B3n,uso%20final%20del%20gas%20natural>
22. Pérez Ruiz, J. A. P. & Cayros Group. (2019). *Procesos industriales en los centros de procesamiento de gas*. *www.linkedin.com*. <https://www.linkedin.com/pulse/procesos-industriales-en-los-centros-de-procesamiento-p%C3%A9rez-ruiz/?originalSubdomain=es>
 23. Gutiérrez, J. P., Ale Ruiz, L., Erdmann, E., & Instituto Tecnológico de Buenos Aires [ITBA]. (2013). *DISEÑO DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE GAS NATURAL*. En *aaig.org*. Recuperado 31 de agosto de 2023, de https://www.aaig.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/05f/05f_1423_589.pdf
 24. CARMONA RODRÍGUEZ, A. M. (s. f.). *EVALUACIÓN DE BIODISPERSANTES DE AZUFRE EN LA REGENERACIÓN DE CATALIZADORES GASTADOS*. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/ig/tesis/tesis_carmona_rodriguez.pdf
 25. PALL. (2023). *Mercury removal from natural gas - Oil & Gas*. *pall.com*. Recuperado 31 de agosto de 2023, de <https://www.pall.com/ar/es/oil-gas/midstream/midstream-merc-rem-unit-mru.html#:~:text=La%20remoci%C3%B3n%20de%20mercurio%20del,adsorbentes%20no%20regenerativos%20o%20regenerativos>
 26. Acr Latinoamérica [ACR], & Chaverra Agudelo, D. (2023). *Destilación criogénica: una tecnología prometedor para la captura de carbono*. *acrlatinoamerica.com*. <https://www.acrlatinoamerica.com/201908068851/noticias/empresas/destilacion-criogenica-una-tecnologia-prometedora-para-la-captura-de-carbono.html#:~:text=Sus%20usos%20abarcán%20una%20variedad,el%20procesamiento%20de%20gas%20natural>
 27. Secretaría de Energía [SENER]. (2022). *Prontuario estadístico*. En *gob.mx*. Recuperado 30 de agosto de 2023, de <https://www.gob.mx/sener/documentos/prontuario-estadistico-2022>
 28. Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. (2022, octubre). *Conoce cuál fue la producción de #hidrocarburos por cuenca a octubre 2022*. *Twitter*. Recuperado 12 de enero de 2024, de https://twitter.com/CNH_MX/status/1600467662324355073?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1600467662324355073%7Ctwgr%5E340546408fd505cf7427351dbd42dfc13f0f2eff%7Ctwcon%5Es1_&ref_url=https%3A%2F%2Fenergyandcommerce.com.mx%2Fcuencas-del-sureste-encabezan-produccion-de-hidrocarburos-de-mexico%2F
 29. Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C. [IMCO]. (2016). *Un puente entre dos Méxicos (1.a ed.)* [Internet]. <https://imco.org.mx/indices/un-puente-entre-dos-mexicos/>
 30. Observatory of Economic Complexity [OEC]. (2021). *Gas natural, licuado*. *oec.world*. Recuperado 8 de septiembre de 2023, de <https://oec.world/es/profile/hs/natural-gas-liquefied?latestTrendsFlowSelector=flow0>
 31. U.S. Energy Information Administration [EIA]. (2023, 31 agosto). *U.S. natural gas exports by country*. *eia.gov*. Recuperado 8 de septiembre de 2023, de https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_m.htm

- GEOGRÁFICA ÚNICA. En cre.gob.mx. Recuperado 2 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=ZjViZWm4ODEtYzM5MS00NjhhLTl4NjQxLTI3OTYyMzQyMGQ2MQ==>
44. Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2015). TÍTULO DE PERMISO DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL COMPRIMIDO POR MEDIO DE SEMIRREMOLQUES. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=MDBIYzE3MGQtZGI2ZC00NDg4LTEwNzk5LThkOGNhZjQ2ZTMxMQ==>
45. Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2016). TÍTULO DE PERMISO COMPRESIÓN DE GAS NATURAL LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE AGUA DULCE, ESTADO DE VERACRUZ. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=MTY4MGI2ZTgtYTlyNy00NzRkLTlyMjE3LWM0ZDA1OWI5NWZjNw==>
46. Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2023a). TÍTULO DE PERMISO DESCOMPRESIÓN DE GAS NATURAL. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=MmlzZjlkMjEtYjgzNy00ZjhkLTI4NjgyLTBmYzY3MWlwMGNjYw==>
47. Comisión Reguladora De Energía [CRE]. (2016a). TÍTULO DE PERMISO EXPENDIO AL PÚBLICO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO VEHICULAR EN ESTACIÓN DE SERVICIO. En cre.gob.mx. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerPermiso/?id=NTZjN2E2YzYtZGJmNi00NTlwLTlyMTI2LTFjOTczMzY1MzM2MQ==>
48. Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. (2018). EL SECTOR DEL GAS NATURAL: ALGUNAS APUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL. En gob.mx. Recuperado 16 de enero de 2024, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/391881/Documento_Tecnico_GasNatural_CNH2018_1.pdf
49. Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI]. (2023). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENU. inegi.org. Recuperado 5 de enero de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denu/Default.aspx?idee=6780292>
50. Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA]. (2017). NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores. En Diario Oficial de la Federación (23 agosto 2017). Recuperado 17 de enero de 2024, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494801&fecha=23/08/2017#gsc.tab=0
51. Estrada, J. H. (2022, 12 julio). El gas natural en México: impacto de la política de autosuficiencia, seguridad y soberanía en la transición y la integración energética regional. Recuperado 2 de enero de 2024, de <https://repositorio.cepal.org/items/010daa93-f654-4a26-a956-349c3f8ef2b2>

52. Barrios, R. (2023, 9 febrero). *Gas natural en México. lo que el siguiente Gobierno debe saber*. México ¿cómo vamos? Recuperado 2 de enero de 2024, de <https://mexicocomovamos.mx/animal-politico/2023/02/gas-natural-en-mexico-lo-que-el-siguiente-gobierno-debe-saber/>
53. BP. (2022, 28 junio). *Statistical Review of World Energy | Energy Economics | Home*. bp global. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
54. Comisión Federal de Energía [CFEnergía]. (2019). *Generación eléctrica en México por fuente de energía*. cfenergia. Recuperado 2 de enero de 2024, de <https://www.cfenergia.com/investigacion/>
55. PETROintelligence [PI]. (2024, 3 enero). *Precios de la gasolina y diesel hoy*. petrointelligence.com. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://petrointelligence.com/precios-de-la-gasolina-y-diesel-hoy.php>
56. Comisión Reguladora de Energía [CRE]. (2023, 31 diciembre). *Precios máximos aplicables de gas LP*. gob.mx. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.gob.mx/cre/documentos/precios-maximos-aplicables-de-gas-lp?idiom=es>
57. Repsol. (2023, 14 septiembre). *Vehículo diesel o gasolina: ¿Qué consume más?* REPSOL. <https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/que-consume-mas-diesel-gasolina/>
58. Arambarri, J. (2018, 2 abril). *Vehículos a gas natural, una opción más para ahorrar en tu flota vehicular*. Recuperado 4 de enero de 2024, de <https://blog.getpulpo.com/blog/veh%C3%ADculos-a-gas-natural-una-opci%C3%B3n-m%C3%A1s-para-ahorrar-en-tu-flota-vehicular#:~:text=El%20rendimiento%20de%20consumo%20de,disperse%20y%20ventile%20con%20facilidad>
59. Instituto Nacional De Estadística Y Geografía [INEGI]. (2023). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. DENU. inegi.org. Recuperado 5 de enero de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denu/Default.aspx?idee=6780292>
60. Secretaría de Energía [SENER]. (2002). *NORMA Oficial Mexicana NOM-011-SECRE-2000, Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad en instalaciones vehiculares*. En *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado 5 de enero de 2024, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=720218&fecha=23/10/2002#gsc.tab=0
61. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA]. (s. f.). *Trámite para convertir tu vehículo al uso de combustibles alternos*. Secretaría del Medio Ambiente. Recuperado 6 de enero de 2024, de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/tramite-qlp-o-gnc>
62. Statista. (2023, 15 octubre). *México: Parque Automovilístico 1980-2022*. Recuperado 6 de enero de 2024, de <https://es.statista.com/estadisticas/1059333/mexico-numero-vehiculos-en-circulacion/#:~:text=Entre%201980%20y%202022%2C%20el.a%20menos%20de%20seis%20millones>

63. Mazorco, I. & Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes [AFAC]. (2022, 2 julio). *Livianos, pesados, a gas y nafteros: cuántos autos hay en la Argentina*. LA NACION. Recuperado 6 de enero de 2024, de <https://www.lanacion.com.ar/autos/livianos-pesados-a-gas-y-nafteros-cuantos-autos-hay-en-la-argentina-nid01062022/>
64. Avendaño, G. (2023, 9 octubre). *Se 'envejeció' el parque automotor en Colombia*. Motor Colombia. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.motor.com.co/industria/Se-envejecio-el-parque-automotor-en-Colombia-20231005-0010.html>
65. *Naturgas*. (2023, 9 agosto). *Colombia alcanzó más de 10 mil conversiones a GNV en primer semestre de 2023*. Naturgas. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://naturgas.com.co/colombia-alcanzo-mas-de-10-mil-conversiones-a-gnv-en-primer-semester-de-2023/>
66. Rímac [RIMAC Seguros]. (2023, 31 julio). *Solo el 20% del parque automotor peruano cuenta con seguro*. Gestión. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://gestion.pe/peru/solo-el-20-del-parque-automotor-peruano-cuenta-con-seguro-rimac-seguro-vehicular-noticia/#:~:text=Lima%2C%2031%2F07%2F2023,vicepresidente%20de%20Productos%20de%20R%C3%ADmac>
67. Asociación Automotriz del Perú [AAP]. (2023, 31 julio). *Solo el 20% del parque automotor peruano cuenta con seguro*. Gestión. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://gestion.pe/peru/solo-el-20-del-parque-automotor-peruano-cuenta-con-seguro-rimac-seguro-vehicular-noticia/#:~:text=Lima%2C%2031%2F07%2F2023,vicepresidente%20de%20Productos%20de%20R%C3%ADmac>
68. Tonelli, G. (2023, 11 julio). *¿Cuántos autos hay en el país?* Revista Auto Test Digital. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://autotest.com.ar/noticias/cuantos-autos-hay-en-el-pais/>
69. Statista. (2023b, octubre 15). *Población total de Brasil 2016-2028*. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://es.statista.com/estadisticas/635252/poblacion-total-de-brasil-en-2020/#:~:text=En%202022%2C%20la%20poblaci%C3%B3n%20total,dos%20a%C3%B1os%20antes%2C%20en%202020>
70. US Census Bureau. (2023, 23 junio). *Estados Unidos está envejeciendo*. Census.gov. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.census.gov/newsroom/press-releases/2023/population-estimates-characteristics/population-estimates-characteristics-spanish.html#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20blanca%20en%20los,388%2C779%20personas%20desde%20el%202021>
71. Secretaría Nacional de Tránsito [Senatran]. (2022, 31 julio). *Conversiones de vehículos a GNC crecen 74% en Brasil en 2022*. GNV magazine. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.gnvmagazine.com/conversiones-de-vehiculos-a-gnc-crecen-74-en-brasil-en-2022/>
72. SINGH JHAWAR, P. (2022, 28 octubre). *¿CUÁL ES EL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE REABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL?* cummins.

- Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.cummins.com/es/news/2022/10/28/what-current-state-natural-gas-refueling-infrastructure>
73. Pérez, J. R. (2022, 1 agosto). *Italia es el país europeo con más coches y Baleares, la región más motorizada de España*. *El Debate*. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www.eldebate.com/motor/20220801/italia-pais-europeo-mas-coches-baleares-region-mas-motorizada-espana.html#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20europeos%20con%20m%C3%A1s%20y%20menos%20coches&text=Nuestro%20pa%C3%ADs%20ocupa%20la%20de%20cimoquinta,de%20Eurosta>
 74. Statista. (2023b, noviembre 1). *Países con mayor flota de turismos de gas natural en la UE en 2022 | Statista*. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://es.statista.com/estadisticas/856677/ranking-de-los-paises-con-mas-turismos-de-gas-natural-matriculados-ue/>
 75. Wojdyla, B. (2022, 18 junio). *Should You Convert Your Car to Natural Gas? Popular Mechanics*. <https://www.popularmechanics.com/cars/how-to/a7487/should-you-convert-your-car-to-natural-gas/>.
 76. Paredes, P. A. (2024, 1 marzo). *Conversión a gas natural vehicular: todo lo que debes saber*. Recuperado 23 de mayo de 2024, de <https://www.autofact.com.co/blog/mi-carro/actividades/conversion-gas-vehicular>.
 77. García, F. J. (2021, 23 marzo). *Cuánto cuesta ponerle GNC al auto, cuánto dinero se ahorra en nafta y qué cuidados hay que tener en uso diario*. *TN*. <https://tn.com.ar/autos/2021/03/23/cuanto-cuesta-ponerle-gnc-al-auto-cuanto-dinero-se-ahorra-en-nafta-y-que-cuidados-hay-que-tener-en-uso-diario/>.
 78. Clicars. (2022, 5 diciembre). *Guía para convertir tu coche a ECO: GLP o GNC - Clicars Blog*. *Clicars*. <https://www.clicars.com/blog/coches-eco/guia-para-convertir-tu-coche-a-eco-glp-o-gnc/#%C2%BFcuanto-cuesta-convertir-un-coche-a-ECO>.
 79. America Noticias [Uej]. (2022, 7 junio). *¿Cuánto cuesta convertir tu carro a gas? América Noticias*. <https://www.americatv.com.pe/noticias/util-e-interesante/cuanto-cuesta-convertir-carro-gas-peru-n456972>.
 80. Energy5. (2023, 6 diciembre). *La colaboración internacional para el avance de las tecnologías de vehículos a gas natural*. *Energy5*. Recuperado 10 de enero de 2024, de <https://energy5.com/es/la-colaboraci243n-internacional-para-el-avance-de-las-tecnolog237as-de-veh237culos-a-gas-natural#anchor-1>
 81. Deloitte. (2019, abril). *Gas natural en México*. *Deloitte México*. Recuperado 7 de enero de 2024, de <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/finance/articles/gas-natural-en-Mexico.html>
 82. Estado Peruano. (2022, 23 junio). *Gobierno financia al 100% y sin intereses conversión de vehículos a gas natural*. *Noticias - Presidencia del Consejo de Ministros - Plataforma del Estado Peruano*. Recuperado 10 de enero de 2024, de <https://www.gob.pe/institucion/pcm/noticias/626479-gobierno-financia-al-100-y-sin-intereses-conversion-de-vehiculos-a-gas-natural>
 83. *La Federación Europea de Transporte y Medio Ambiente [T&E]*. (2018). *GNC y GNL para vehículos y buques: los hechos (1.a ed.)*. <https://www.transportenvironment.org/wp->

[content/uploads/2021/07/2018_10_TE_GNC_y_GNL_para_vehi%CC%81culos_y_buques_los_hechos_ES.pdf](#)

84. *Comisión Nacional De Los Salarios Mínimos [CONASAMI]. (2024, 1 enero). Tabla de salarios mínimos generales y profesionales por áreas geográficas. gob.mx. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.gob.mx/conasami/documentos/tabla-de-salarios-minimos-generales-y-profesionales-por-areas-geograficas>*
85. *Juárez, M. (2023, 18 enero). Cada vez más gente convierte sus autos a gas natural en México: ¿es legal, seguro y conveniente? Motorpasión México. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.motorpasion.com.mx/industria/conviene-convertir-a-gas-natural-mi-auto>*
86. *ECO GNV. (2021). ECO GNV – Gas natural vehicular. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://ecognv.com.mx/#>*
87. *Ortega, O. (2016, 25 diciembre). Así se convierte un auto a gas natural vehicular. El Financiero. Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/40-del-transporte-publico-en-queretaro-usa-gas-natural-natgas/>*