



EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VEHÍCULOS LIVIANOS NUEVOS

ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

Bogotá D.C.

Julio, 2022



ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y CONTEXTO.....	31
2.	ANTECEDENTES	32
3.	ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	34
3.1	Contexto del sector transporte en Colombia.....	34
3.2	Acciones para un transporte sostenible.....	35
3.3	Normativa de eficiencia energética en el sector transporte	38
3.4	Línea base de consumo de combustibles	39
4.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	45
4.1	Definición del problema	45
4.1.1	Problema central.....	45
4.2	Análisis del problema	55
4.3	Origen del problema	56
4.3.1	Causas directas	32
4.3.2	Causas indirectas	32
4.4	Consecuencias del problema.....	33
4.4.1	Consecuencias directas.....	33
4.4.2	Consecuencias indirectas.....	33
5.	REFERENCIAS	35



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Consumo final de energía por modos del sector transporte [3].	35
Figura 2. Promedio ponderado anual de consumo de combustible para vehículos livianos (LDV) en Colombia.	40
Figura 3. Tendencias del consumo de combustible en la región [21]	41
Figura 4. FE anual promedio para los vehículos livianos (LDV) en Colombia	43
Figura 5. Comparación del promedio ponderado de emisiones de los vehículos livianos (LDV) a nivel regional.	44
Figura 6. Anuncios de fabricantes de equipos originales relacionados con vehículos ligeros eléctricos [11]	48
Figura 7. Promedio ponderado anual de consumo de combustible para vehículos livianos (LDV) en Colombia.	49
Figura 8. Tendencias y metas en el consumo de combustible en el mundo [12]	50
Figura 9. Compilado de países con estándares de eficiencia energética vehicular, 2021 [13].	51
Figura 10. Resultados de matriz de Vester.	56
Figura 11. Árbol del problema.	31

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes y contexto.	32
-----------------------------------	----



1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO

Campo	Descripción
Nombre de la entidad	Ministerio de Minas y Energía
Para resolver la problemática identificada, ¿ya existe alguna regulación? ¿Cuál o cuáles?	En Colombia no existe una regulación enfocada en la eficiencia energética de los vehículos livianos que ingresan al parque automotor. Sin embargo, se tiene conocimiento que a nivel internacional diferentes países han establecido regulaciones en eficiencia energética, como es el caso de mercados de Brasil, Canadá, China, Unión Europea, India, Japón, México, Corea del Sur y Estados Unidos. Las normativas de estos mercados, abarcan más del 80% de las ventas mundiales de vehículos de pasajeros e influyen en las decisiones comerciales de los principales fabricantes de vehículos de todo el mundo.
De acuerdo con la pregunta anterior ¿la regulación existente es un reglamento técnico?	En Colombia no existe una regulación enfocada en la eficiencia energética de los vehículos livianos que ingresan al parque automotor, por lo que no hay una regulación que sea considerada como reglamento técnico.
¿Las intervenciones pensadas para solucionar la problemática tienen algún impacto sobre la economía, la sociedad o el medio ambiente?	<p>Sí, la problemática identificada se encuentra asociada al incremento constante en el consumo de combustible de los vehículos livianos, afectando la eficiencia energética y por consiguiente la salud, por calidad de aire en las ciudades, y la preservación del medio ambiente. La intervención que se pretende efectuar, propende por mitigar los efectos negativos en la sociedad y medio ambiente, estableciendo parámetros de rendimiento de energético sobre flotas, marca, basado en intervalos de pesos o subclases de vehículos. Este tipo de regulación es justificada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, quien argumenta que es complicado que los fabricantes tengan voluntad propia para actualizar la tecnología de los vehículos para incrementar el rendimiento de combustible, es decir, es necesario que el gobierno imponga límites mínimos de rendimiento de combustible, para que los fabricantes actualicen la tecnología de los vehículos (EPA, 2012). Lo anterior tendrá los siguientes impactos:</p> <p>Impactos sobre la economía: El sector transporte cuenta con las mayores ineficiencias a nivel de consumo final en Colombia, pues solo el 24% de la energía usada se convierte en energía útil, y concentra el 54% del total de las pérdidas en energía del país y representa altos costos por ineficiencia. Es por esto, que desde el Gobierno Nacional se han generado diferentes mecanismos para fomentar mejorar la eficiencia energética del sector. Los vehículos más eficientes pueden incurrir en costos adicionales por la implementación de paquetes tecnológicos necesarios para el cumplimiento de los estándares de eficiencia requeridos, frente a tecnologías más ineficientes, sin embargo, no solo se debe evaluar los costos de inversión sino evaluar costos de operación y mantenimiento. Donde una tecnología más eficiente reduce el consumo de energéticos y a su vez reduce la emisión</p>



	<p>de GEI y material particulado, que al monetizar trae beneficios económicos en salud pública.</p> <p>Impactos sobre el medio ambiente: Las normativas que promuevan la eficiencia en consumo de combustibles son una herramienta clave para frenar tendencias crecientes en el consumo de combustible y asegurar el futuro energético y medioambiental del país para los próximos años. Para llegar a este impacto, se establecen metas de ahorro de combustibles lo cual deriva en una mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>Impacto sobre la sociedad: Los estándares de eficiencia energética propenden por incrementar el número de kilómetros recorridos por cada unidad de galón consumida, lo cual repercute directamente en la disminución de costos de operación de los vehículos al disminuir el consumo de combustible de los vehículos livianos. De igual manera, al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y al mejorar la calidad de aire, se está impactando en la salud de las personas y en la disminución de enfermedades y muertes asociadas por la contaminación del aire.</p>
<p>¿Las intervenciones pensadas para solucionar la problemática incrementan los costos administrativos o de cumplimiento de las empresas, organizaciones civiles, u otros actores relacionados con la regulación?</p>	<p>Sí, las intervenciones pensadas pueden incrementar los costos en los procesos de homologación de la información de consumo de combustible de los vehículos livianos y en las mejoras tecnológicas que tendrán que realizar los comercializadores, fabricantes e importadores para cumplir con los estándares de eficiencia energética, trasladando el costo final al usuario y/o cliente y/o consumidor final.</p>
<p>¿Las intervenciones pensadas buscan implementar mecanismos más flexibles para atender la problemática identificada?</p>	<p>No, lo que se pretende es realizar una intervención pensada con el fin de establecer mecanismos que permitan disminuir los riesgos asociados a la problemática, especificando límites de consumo de combustible de los vehículos livianos nuevos.</p>

Tabla 1. Antecedentes y contexto

2. ANTECEDENTES

La creciente demanda en el consumo de recursos energéticos, los actuales compromisos ambientales establecidos por cada país en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), así como los objetivos planteados para el desarrollo sostenible de la ONU, han impulsado la investigación en eficiencia energética y sostenibilidad de los sectores productivos [1]. Particularmente, Colombia se comprometió a una reducción de un 51% de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) proyectadas para 2030 en su escenario de referencia, proceso que tiene el propósito final de lograr la carbono neutralidad



al 2050. En el marco de la NDC, la eficiencia energética ha sido planteada como un medio transversal a los subsectores de la energía eléctrica, hidrocarburos y minería.

Para el caso del sector transporte, tenemos por delante desafíos importantes ya que este consume el 41% de la energía de Colombia y 96% de esa energía se concentra en el consumo de combustibles líquidos. Como consecuencia, es el sector con mayores ineficiencias a nivel de consumo final, pues solo el 24% de la energía usada se convierte en energía útil, y concentra el 54% del total de las pérdidas en energía del país. Esta distribución de la matriz energética para el sector transporte merece un análisis profundo, que permita considerar nuevas oportunidades tecnológicas y el uso de otros energéticos.

En esta línea, la Ley 697 del 2001, establece los principios para fomentar el uso racional y eficiente de la energía en el país. Sin embargo, son las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 las que otorgan al Ministerio de Minas y Energía junto con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) la responsabilidad de definir de estándares de eficiencia energética para vehículos livianos nuevos y vehículos pesados, nuevos y usados.

Al respecto, la UPME realizó un estudio en el año 2018 relacionado con regulación en estándares de eficiencia energética para vehículos livianos en Colombia, incentivado por lo identificado en su PAI-PROURE 2017-2022, adoptado por el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 41286 de 2016. Este instrumento identificó la regulación en estándares de EE, como una de las maneras más eficientes de reducir emisiones del sector transporte, puesto que incide directamente en el incremento de la eficiencia energética de los vehículos automotores que se venden en el país.

En consecuencia, para la nueva actualización, la UPME ha establecido metas indicativas de eficiencia energética en el marco del Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional de Energía (PAI-PROURE) para el periodo 2022-2030, en el cual, se establece como objetivo “reducir las ineficiencias en el uso final de la energía a través de la renovación vehicular” mediante el cambio tecnológico [2]. Por otro lado, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, también ha otorgado a los Ministerios de Minas y Energía, de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y de Transporte, la responsabilidad de definir estándares mínimos de eficiencia energética vehicular y una etiqueta como medio para la renovación de flota, promoviendo vehículos especialmente eléctricos a batería, ya que estos son las opciones



tecnológicas más eficientes y rentables para lograr reducciones de emisiones del tubo de escape. Se señala que la Política de Crecimiento Verde del Departamento Nacional de Planeación en su Documento CONPES 3934 de 2018, ha establecido el objetivo de contar con 600 mil vehículos eléctricos en el año 2030.

Por todo lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía como rector político del sector energético, junto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como el de Transporte, han iniciado los trabajos para el desarrollo de la reglamentación de estándares de eficiencia energética de vehículos livianos (LDV) nuevos, enmarcado dentro de los procesos de planeación con un enfoque climático para reducir el consumo energético del sector transporte, mitigar los impactos negativos, y con ello hacer un aporte a las metas globales de gestión del cambio climático.

3. ANTECEDENTES TÉCNICOS

3.1 Contexto del sector transporte en Colombia

Específicamente, el sector transporte ha sido reconocido mundialmente como uno de los sectores que más consumen energía, principalmente responsable de la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la contaminación atmosférica, y la producción de ruido en zonas urbanas. Aunado a lo anterior, la tendencia del parque automotor es de crecimiento. El Ministerio de Transporte reportó una flota de 17 millones de vehículos a 2022, de los cuales 6 millones son vehículos livianos en 2022 (35%). Sin embargo, se proyecta que esta cifra podría aumentar cerca de un 30% para 2030 y un 55% para el 2050 [3], [4].

En este sentido, según el balance energético, el sector transporte tuvo una participación del 42% en el consumo final de energía del país en el año 2019, conformado de un 22% para consumo de gasolina de motor y un 19% de diésel. Igualmente se analiza que el modo de transporte con mayor consumo es el terrestre de pasajeros (64%), seguido del de carga (25%) como se observa en la Figura 1 [3]. Según el Balance de Energía Útil, el sector transporte tiene las mayores ineficiencias por uso, de acuerdo con el balance año del mismo año, solo el 24 % de la energía que se consume (y se paga) es energía útil, y concentra el 54% del total de las pérdidas en energía del país. El Ministerio de Energía y la UPME, estimaron que si se utilizaran mejores tecnologías disponibles a nivel internacional existe un potencial para

mejorar la eficiencia del sector o reducir el consumo hasta un 50 %, generando ahorros cercanos a 3,400 millones de USD al año [2].

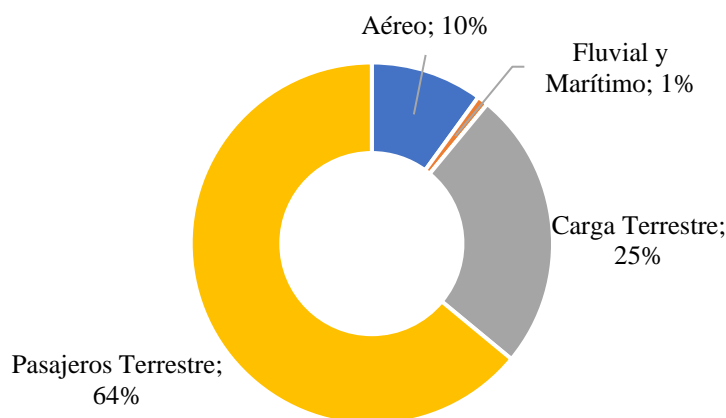


Figura 1. Consumo final de energía por modos del sector transporte [3].

De acuerdo al Inventario de Emisiones de GEI 2018, presentado en el Tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático de Colombia, el sector transporte es responsable del 12,5% de las emisiones de CO₂ equivalente. En el mismo informe se presenta también el aporte del sector a las emisiones de carbono negro, donde se indica que el transporte es responsable de alrededor del 17% de las emisiones del sector energía [5]. Lo anterior es importante si se considera que en el año 2018 se reportaron 8 mil muertes asociadas a mala calidad del aire, mismas que le cuestan al país 12,2 billones de pesos anuales (incluye morbilidad y mortalidad) [4].

3.2 Acciones para un transporte sostenible

Desde el Gobierno Nacional se ha trabajado arduamente en identificar aquellos potenciales de ahorro de energía y reducción de GEI del sector transporte, ya sea mediante la implementación de medidas de eficiencia energética, cambios tecnológicos y la incorporación de nuevos energéticos que permitirán migrar hacia un transporte sostenible y bajo en carbono.

Como respuesta a las diferentes necesidades que se han identificado en el sector transporte, el Gobierno ha generado diferentes mecanismos que han permitido el fomento de la modernización tecnológica y mejora de la eficiencia energética del transporte. A



continuación, se mencionan las principales, pero se aclara que así mismo se trabaja en otras adicionales.

La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica y la Ley 1964 de 2019, busca promover el uso de vehículos eléctricos en Colombia y cuyo objeto es generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones. Con la expedición de esta ley, se establecen beneficios económicos, además se fomenta el despliegue de infraestructura de carga y la incorporación de vehículos eléctricos en los sistemas de transporte masivo y en la flota oficial, entre otros.

En el mismo sentido, la ENME surge de la interacción conjunta entre Minambiente, MinEnergía, Mintransporte, DNP y UPME, con apoyo de ONU Medio Ambiente, y define las acciones que permitirán acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, define la meta de contar con 6.600 vehículos eléctricos registrados en el RUNT a 2022. En mayo de 2022 se contaba, en total, con 8.128 vehículos eléctricos acumulados, logrando cumplir en un 123% la meta que establecimos en el Plan Nacional de Desarrollo de contar con una flota de 6.600 vehículos eléctricos.

De otro lado, se han trabajado en diferentes documentos CONPES, entre los cuales se resalta el CONPES 3934 de 2018 Política de Crecimiento Verde impulsa el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, y establece la meta de contar con 600 mil vehículos eléctricos registrados en el RUNT a 2030. Adicionalmente, se emite el documento CONPES 3943 de 2018 de calidad del aire.

La modernización del transporte de carga es uno de los principales retos para el sector transporte y un factor crítico para el crecimiento de la economía del país. El documento CONPES 3963 de 2019 de “Política para la modernización del sector transporte automotor de carga” consigna las estrategias para promover la modernización del parque automotor de carga, de forma sostenible y a largo plazo. Lo anterior, a través de la actualización del programa de desintegración de vehículos de carga, la entrada de nuevas tecnologías, la desintegración de los vehículos de carga más antiguos y la flexibilización de la habilitación de empresas de transporte enfocadas hacia los pequeños propietarios de estos tipos de vehículos, mediante incentivos económicos y fiscales.



En el año 2021 con apoyo del Banco Mundial se avanzó en la "Estructuración del programa de modernización de carga urbana de menos de 10,5 t de PBV y volquetas", vehículos que son de gran interés en su abordaje por parte de autoridades locales. Igualmente se está avanzando en la estructuración de los Términos de Referencia del fondo de ascenso tecnológico, conforme al artículo 33 de la Ley 2169 de 2021, el cual tiene como enfoque sistemas de transporte y transporte de carga menos a 10,5 toneladas y volquetas.

Por otra parte, se encuentra el CONPES 3918 de 2018 de "Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Colombia" y el CONPES 3991 de 2020 de "Política nacional de movilidad urbana y regional", donde se plantean las acciones para materializar una visión de movilidad de calidad y que contemple la participación de todos los actores del sistema.

A su vez, el CONPES 3982 de 2020 que actualizó la "Política Nacional Logística", se enfoca en la promoción de la intermodalidad y en la generación de estrategias para el posicionamiento de medios de transporte con bajas emisiones contaminantes, destacando el modo ferroviario y el fluvial. Todo lo anterior, con el propósito de reactivar la operación de los corredores existentes con mayor potencial, articular la operación ferroviaria con los puertos marítimos y fluviales y con los proyectos ILE.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, establece la importancia de formular una Estrategia Nacional de Transporte Sostenible (ENTS), la cual está siendo formulada por los Ministerios de Ambiente, Energía, Transporte, DNP y la UPME, integrantes de la Mesa Interinstitucional de Transporte Sostenible (MITS). Esta estrategia busca dar un impulso adicional a la penetración del uso de energéticos y tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones. Además, esta estrategia no considera únicamente el modo carretero, también busca generar lineamientos de ascenso tecnológico para los modos férreo y fluvial. Dentro de estas tecnologías, se encuentran los vehículos eléctricos, a gas, a hidrógeno, híbridos, diésel y gasolina con bajo contenido de azufre.

Por otro lado, se avanza en el proyecto de resolución sobre la definición de tecnologías de cero y bajas emisiones y en el proyecto de resolución sobre etiquetado ambiental, el cual busca clasificar mediante una etiqueta los vehículos en circulación de acuerdo con sus estándares ambientales.



3.3 Normativa de eficiencia energética en el sector transporte

En las iniciativas de mitigación del sector transporte presentadas en las NDC, se incluye la movilidad eléctrica como una apuesta ambiciosa para disminuir las emisiones del transporte. Sin embargo, con estos antecedentes, regular la eficiencia energética en vehículos livianos nuevos también representa una oportunidad importante para reducir el consumo de combustible, y en consecuencia las emisiones. Incluso, algunos expertos sugieren que para cumplir los objetivos climáticos se tiene más impacto con la mejora de la eficiencia vehicular que aborda varias tecnologías que únicamente con la introducción de vehículos eléctricos, ya que estos últimos podrían aumentar sus ventas a consecuencia de la regulación de la eficiencia energética [6].

En el presente contexto, se entiende que un “vehículo será más eficiente” entre menos energía consuma cuando se compara con otro vehículo para recorrer una misma distancia. Los países establecen estándares para regular la eficiencia, y definen un “vehículo eficiente” como aquel que consume combustible por debajo del umbral de los actuales estándares de eficiencia fijados para vehículos livianos¹. Como en Colombia no existen estándares, se toman como referencia los umbrales de otros mercados regulados que incluyan las mismas marcas que se comercializan en el país.

La evidencia ha demostrado que las políticas de eficiencia energética tienen mucho más efecto en la flota de un país si se abordan en los vehículos nuevos, que en aquellos que ya se encuentran en circulación, puesto que estos últimos son responsabilidad de los consumidores una vez entran a circular, mientras que los vehículos nuevos (antes de su comercialización) son responsabilidad del Estado y es donde se tienen las mayores posibilidades de incidir, de asegurar la entrada de vehículos con avances tecnológicos para mejorar la eficiencia del combustible.

Tener cambios en la eficiencia del parque automotor mediante políticas dirigidas a los vehículos en circulación es muy relevante pero no son objeto del presente análisis y algunas

¹ Aquellos con una masa bruta menor 2722 kg, entre los que se encuentran automóviles, camperos, camionetas, microbuses y vehículos de dos y tres ruedas.



acciones se mencionan en la sección anterior. La explicación técnica, es que los motores se degradan naturalmente con su uso y mantener el nivel inicial de eficiencia, depende directamente del mantenimiento que le sea dado a los principales componentes de parte de sus dueños, del estilo de conducción y en muchas ocasiones del clima y la topografía.

Al asegurar la entrada de vehículos nuevos al parque con mayor eficiencia en el motor, se asegura mayor eficiencia durante todos los años que duren circulando esos vehículos en el país. La edad de la flota en Colombia según ANDEMOS es de 17 años promedio (2020). En los mercados de países desarrollados, un vehículo puede tener entre 3 a 4 propietarios durante su vida útil, y una duración de propiedad de entre los 4-7 años cada uno, siendo los últimos propietarios quienes tienen los periodos más largos; en mercados de países en desarrollo se cree que los vehículos podrían durar más años en circulación [7]. Las políticas de eficiencia energética en vehículos nuevos inducen una renovación vehicular de fondo, con un parque progresivamente más eficiente en el mediano y largo plazo.

El consumo de combustible puede medirse en litros de gasolina por cien kilómetros de viaje (l/100-km) o en gramos de dióxido de carbono por kilómetro (gCO_2 / km) (dada la relación directa entre las emisiones de CO_2 y la quema de combustible) [8]; y la economía de combustible en millas por galón (mpg), o kilómetros por litro (km/l). Ambos parámetros son utilizados en el ámbito, y al identificar el nivel de consumo, refleja la eficiencia energética del vehículo.

3.4 Línea base de consumo de combustibles

La Iniciativa Global para la Economía de Combustible (GFEI, por sus siglas en inglés) de Naciones Unidas, de la cual Colombia es parte, es un programa que promueve con acciones concretas la mejora del rendimiento energético en los países, en conjunto con los gobiernos adscritos, la iniciativa genera diagnósticos, realiza actividades de fortalecimiento de capacidades y desarrolla políticas según el contexto de cada país buscando reducir el consumo de combustible. Se ha establecido como meta mundial, duplicar la eficiencia energética de los vehículos livianos nuevos al 2030 y de reducir en un 90% sus emisiones de CO_2 al año 2050 [8].

En Colombia, los trabajos en el marco del GFEI comenzaron en 2017 con la estimación de una línea base de consumo de combustible para los vehículos livianos nuevos, teniendo su última actualización en el 2021. Los Ministerios participantes son el de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de Minas y Energía, y Transporte. La línea base considera datos de los años 2011 al 2019, sin embargo, para el presente análisis se toma como referencia sólo el año 2019.

Mediante este programa se identificó que el consumo energético de los vehículos livianos para este año es de 7,06 lge/100 km (164,81 gCO₂/km), se resalta que se ha observado un aumento del consumo de combustible desde el 2011, con una variación anual promedio de 1% en ocho años, típico de un mercado con una regulación laxa, inexistente en el caso de Colombia, dónde son las fuerzas del mercado las que han inducido los pequeños cambios. Ver Figura 2.

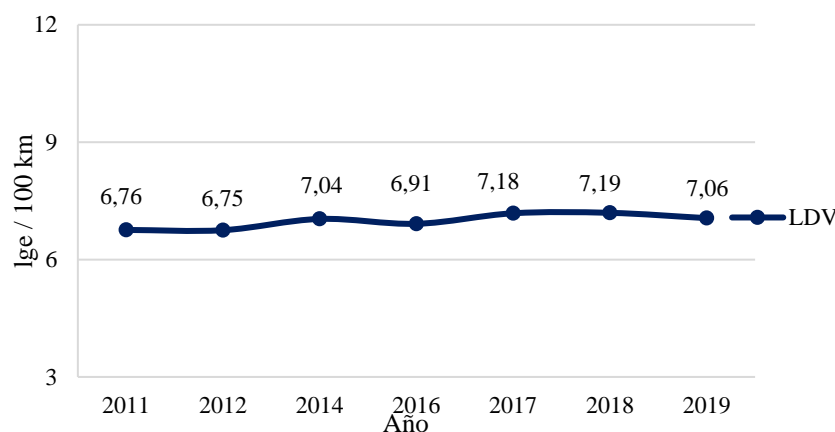


Figura 2. Promedio ponderado anual de consumo de combustible para vehículos livianos (LDV) en Colombia

Se señala que, en economías emergentes, con un consumo medio de combustible de entre 6,5 y 8,5 lge/100 km, específicamente, para el caso de países de la región como Argentina, Brasil, Chile, Perú y México, el consumo de combustible oscila en un rango entre 7,0 a 8,5 lge/100 km como se presenta en la Figura 3. Se destacan países como Chile y Brasil quienes han logrado mejoras del rendimiento entre 2012 y 2017 del orden del 5,9% y 6,1%, respectivamente [21] y donde se identifica una reducción en el consumo en el periodo analizado.

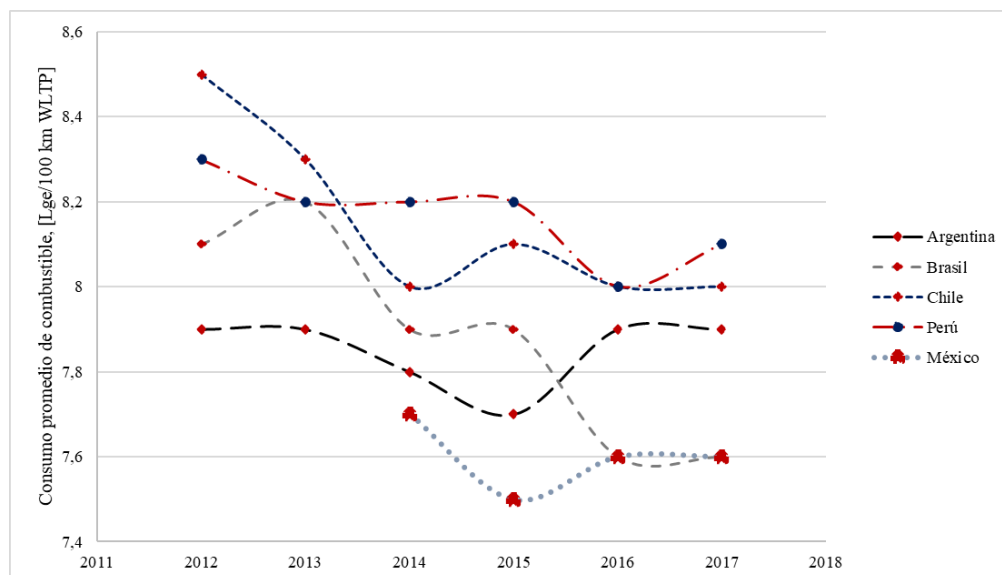


Figura 3. Tendencias del consumo de combustible en la región [21]

En este sentido, cuando la brecha tecnológica aun es grande con respecto a las tendencias mundiales los esfuerzos no se limitan, de acuerdo con el Ministerio de Energía de Chile [22], el estándar mínimo de consumo de combustible para vehículos livianos motorizados entre el 2024 y el 2026 deberá ser de 5,32 lge/100 km, lo que implica una reducción del 33,5% respecto al 2017, es decir, 5,7 veces más que la reducción alcanzada por ese país entre 2012 y 2017. Mediante este estándar, el gobierno busca aumentar en casi un 45% la eficiencia energética de los vehículos nuevos, acercando al país a los estándares exigidos en Europa, Estados Unidos y Japón. Así mismo, mediante esta normativa, el Estado chileno incentiva a grandes importadores de vehículos a comercializar los modelos más eficientes de sus marcas de autos. Este estándar de emisiones exige que los vehículos cumplan con un límite máximo de consumo de combustible según su peso bruto.

Al 2019, de acuerdo con la línea base de consumo de combustible de vehículos livianos para Colombia en el marco del GFEI, se registraron vehículos a gasolina tipo pick-up, camioneta, utilitario o SUV con un consumo de combustible superior de 7,9 lge/100 km, promedio de consumo de combustible para vehículos livianos en la región, de acuerdo con los presentado en la Figura 3. Por otro lado, según el reporte de estadísticas de ANDEMOS, al 2019, antes de la llegada de la pandemia del COVID-19, en el país se vendieron cerca de 82.585 vehículos de las categorías ya mencionadas, las cuales representaron cerca del 37,7% de los vehículos



livianos vendidos en dicho año. Se identificó que, aproximadamente un 31,52% de esta fracción de vehículos en estas categorías pertenecen a líneas con un consumo de combustible superior a 7,9 lge/100 km. Así, se establece que, actualmente en Colombia, se venden líneas de vehículos que no cumplen con lo establecido en el estándar de eficiencia energética de Chile y que, por lo tanto, su comercialización en este país acarrearía sanciones de tipo económico.

La calidad de los combustibles es un factor relevante que promueve la introducción de tecnologías eficientes, ya que los motores eficientes son incompatibles con los sistemas de control de emisiones de tecnología anticuada. Además, los combustibles de ultra bajo azufre permiten un funcionamiento óptimo es estos sistemas hasta niveles superiores al 90% tanto en vehículos a diésel como de gasolina [27]. Por lo anterior, los combustibles de mejor calidad resultan ser un incentivo indirecto a la eficiencia energética. En Colombia se tiene previsto que a partir del 2022 se comercialice gasolina con 50 ppm de azufre, y hasta 2030 con 10 ppm; en el caso del diésel, se prevé una reducción a 15 ppm a partir de enero 2023 y a 10 ppm a partir de 2025 [26].

En cuanto al dato de emisiones de CO₂, se ha identificado que Colombia mantiene una tendencia al alza en el promedio ponderado de CO_{2e} de toda la flota aun cuando hubo una mejora marginal del rendimiento. Aunado a los atrasos regulatorios, esto podría deberse a que existe un incremento de 10% en la comercialización de camionetas, vehículos SUV, entre otros de mayor tamaño del 2011 al 2019. Debe recordarse que mientras más pesado es un vehículo, más energía necesita para moverse y por lo tanto significan más emisiones. Ver Figura 4.

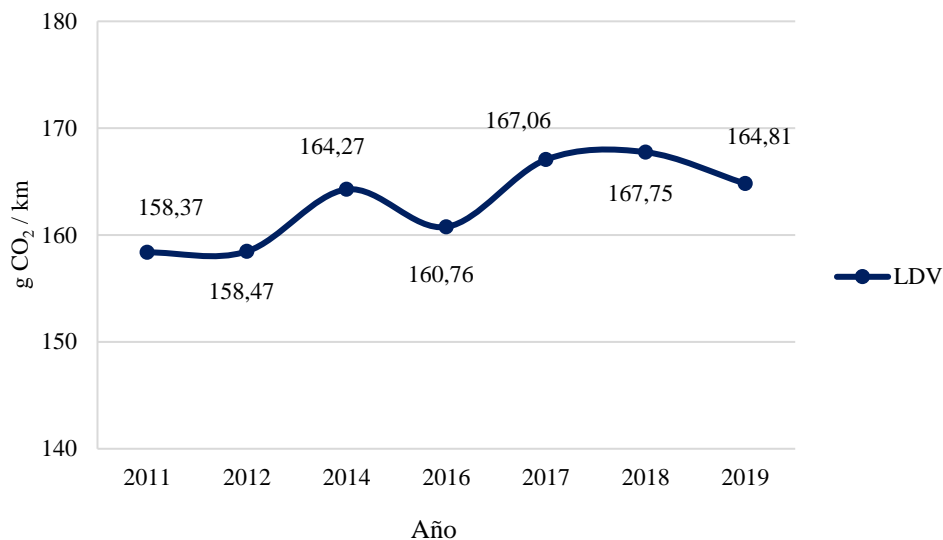


Figura 4. FE anual promedio para los vehículos livianos (LDV) en Colombia

Durante el análisis de la Línea Base de combustible, se observó que países como Chile y México, tienen un promedio ponderado de emisiones en gCO₂/km de los vehículos livianos, menor que el reportado para Colombia. Además, es importante señalar que Colombia presenta una tendencia al alza en esta variable, mostrando así la necesidad de tomar acciones correctivas en aras de cumplir con las metas energéticas y ambientales del país.

En la Figura 5 se presenta una comparación del promedio ponderado de emisiones de CO₂ y de consumo de combustible de Colombia en 2019 con respecto a otros países a nivel regional y global.

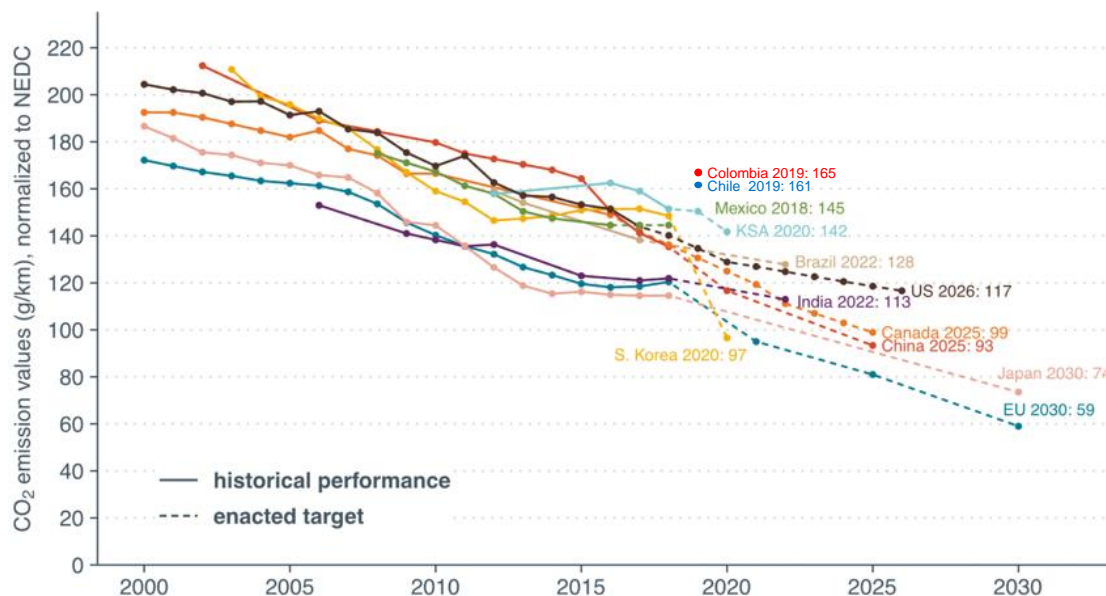


Figura 5. Comparación del promedio ponderado de emisiones de los vehículos livianos (LDV) a nivel regional.

Colombia, no regula la eficiencia energética de los vehículos que ingresan al parque automotor, por lo tanto, ingresan al país vehículos que no cumplen con el umbral mínimo de eficiencia fijado en mercados regulados como el europeo, en Estados Unidos, en Chile y México. Con información de la línea base estimada, se observó que entre los años 2018-2019, el crecimiento de las ventas fue de 14%, por lo que promover la entrada de vehículos con motores más eficientes, conlleva a que progresivamente este porcentaje ingrese con tecnología más amigable con el ambiente y de esta forma, se contribuya en el cumplimiento de sus compromisos climáticos internacionales.



4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Este capítulo presenta la definición y origen del problema central en relación con la puesta en marcha de una normativa de eficiencia energética para vehículos livianos en Colombia, sus causas, sus efectos, los actores o grupos de interés impactados, así como las medidas regulatorias o no regulatorias que podrían solucionarlo.

4.1 Definición del problema

El Ministerio de Minas y Energía como rector político del sector energético, junto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como el de Transporte, han iniciado los trabajos para el desarrollo de la reglamentación de estándares de eficiencia energética de vehículos livianos nuevos, un trabajo enmarcado en los procesos de planeación con un enfoque climático para reducir el consumo energético del sector transporte, mitigar los impactos negativos, y con ello hacer un aporte a las metas nacionales de la gestión del cambio climático.

4.1.1 *Problema central*

De acuerdo a las metodologías establecidas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) el Análisis de Impacto Normativo inicia con la definición del problema [14]. Por lo tanto, se identifica aquello que afecta el bienestar colectivo o que genera efectos negativos o no deseados en la sociedad. En este sentido, en los Antecedentes Técnicos se identificó que el consumo de energía del sector transporte representa casi la mitad de la energía que se consume en el país (41%) y que, además, tiene las mayores ineficiencias por su uso, según el Balance de Energía útil del año 2019. Así mismo, a través de las estimaciones de la Línea base de consumo de combustible de los vehículos livianos de nuestro país, se logró demostrar que el parque automotor de Colombia tiene grandes oportunidades de mejorar el rendimiento energético de los vehículos que ingresan al mercado. Esto incorporando tecnologías vehiculares más eficientes que ya hoy están disponibles, cuyo objetivo final es construir un parque automotor más amigable con el medio ambiente y que permita minimizar el consumo de energía.

Para identificar el problema principal se propone el uso de la matriz de Vester. Mediante este método, es posible obtener una valoración cuantitativa del grado de relevancia de un conjunto de posibles problemas identificados, para así develar el problema central que hace las veces



de tronco, las causas principales que hacen las veces de raíces y las consecuencias más relevantes que hacen las veces de ramas y follaje en el árbol de problema.

La matriz de Vester se caracteriza por permitir una valoración de un conjunto de problemas en una escala de 0 a 3, donde 0 denota un grado de no afectación o causalidad y 3, un grado de alta afectación o causalidad. Los problemas son ubicados tanto en filas como en columnas, formando una matriz cuadrada $\{n \times n\}$. En ese sentido, la matriz permite llevar a cabo una comparación entre un par de problemas donde se busca establecer el grado de afectación o causalidad de un problema con respecto a otro. Así, dado que la diagonal principal de la matriz representaría una valoración de cada problema sobre sí mismo, esta se valora con un 0. No es posible ser causa y efecto de sí mismo simultáneamente. La matriz triangular inferior y superior se llenan sistemáticamente considerando la valoración propuesta por la escala por parte de quienes realizan la evaluación.

Una vez se tiene la valoración del grado de dependencia e influencia de cada problema sobre los demás, se construye un gráfico bidimensional donde el eje de las abscisas representa el grado de dependencia y el eje de las ordenadas el grado de influencia. Inicialmente la lista de problemas, considerados relevantes para ser valorados mediante la matriz de Vester, fueron identificados y discutidos en mesas de trabajo sostenidas entre expertos técnicos de entidades académicas y de investigación del orden nacional e internacional y funcionarios de los Ministerios de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Ministerio de Transporte. Adicionalmente se tuvieron en cuenta los comentarios realizados por los diferentes grupos de interés en los siguientes espacios:

- Taller participativo para la socialización del proceso normativo en eficiencia energética de vehículos livianos, que se realizó el día 6 de abril de 2022 – Ver Anexo 1.
- Reuniones con trabajo con la Asociación Nacional De Movilidad Sostenible (ANDEMOS), la Federación Nacional de Comerciantes Empresarios (FENALCO) y la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI)

La lista de posibles problemas identificados es:



P1: Competencia imperfecta en el mercado automotor, en términos de eficiencia energética

Debido a que no existen instrumentos que regulen la eficiencia energética de los vehículos que ingresan al mercado colombiano, los importadores y fabricantes no tienen incentivos de ningún tipo para importar o fabricar vehículos con motores y componentes más eficientes, incluso cuando las marcas ya cuentan con capital tecnológico para hacerlo. Recordar que un vehículo se considera eficiente, cuando consume combustible por debajo del umbral de los actuales estándares de eficiencia. Al no contar en Colombia con estándares, se toman como referencia otros mercados regulados que incluyan las mismas marcas del mercado del colombiano.

Las marcas adaptan sus estrategias de venta a los mercados y su contexto, persiguen selectivamente el crecimiento del negocio de vehículos a combustión en mercados donde aún tienen potencial [9]. Por el contrario, varios fabricantes originales de equipo (OEM por sus siglas en inglés) se han auto impuesto metas para acelerar las ventas y la fabricación de vehículos eléctricos a través de una reconfiguración de sus líneas de producción, pero solo en los mercados regulados más estrictos (Figura 6), los vehículos eléctricos son las opciones tecnológicas más eficientes y rentables para lograr reducciones de consumo de energía y las emisiones del tubo de escape. Los mercados regulados más estrictos han anunciado eliminar gradualmente las ventas de vehículos nuevos con motor de combustión interna (ICE), unos a partir del 2035, pero la mayoría principalmente 2040, lo que permite reforzar la idea de que las marcas derivan sus vehículos más eficientes según las exigencias regulatorias [10].

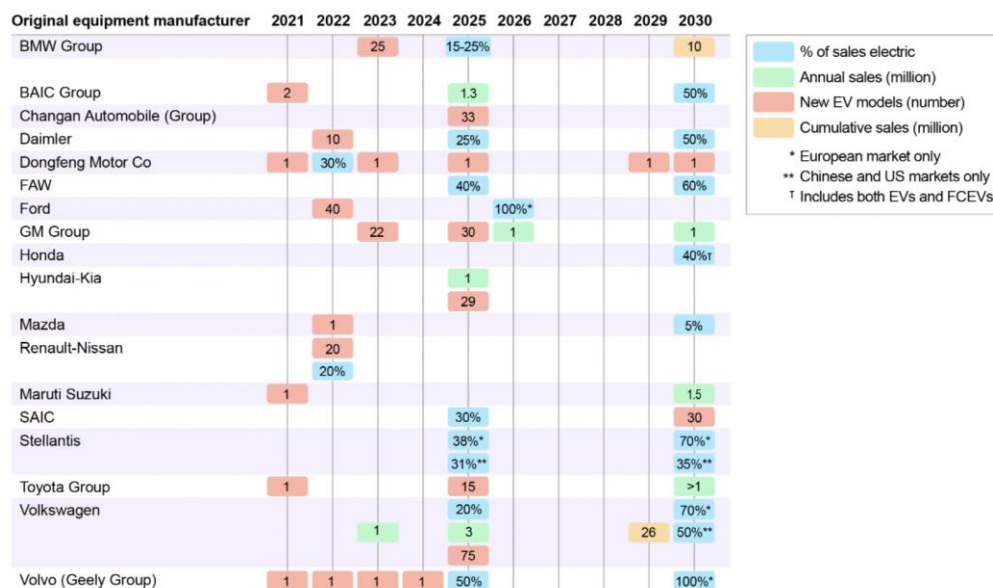


Figura 6. Anuncios de fabricantes de equipos originales relacionados con vehículos ligeros eléctricos [11]

P2: Bajo conocimiento sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ de los vehículos que entran al parque automotor colombiano

Actualmente los importadores y ensambladores de vehículos en Colombia están obligados a reportar el Certificado de Emisiones bajo Prueba Dinámica (CEPD) ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el cual contiene información relacionada con las emisiones contaminantes. Sin embargo, no es obligatorio que reporten el consumo de combustible ni el nivel de emisiones de CO₂ de los vehículos que comercializan. En Colombia la información de los vehículos que ingresan al parque automotor es almacenada en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), pero tampoco se registran las variables relacionadas con la eficiencia energética. Se señala que para contar con información actual referente al tema, en el marco del GFEI, los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Energía y Minas, y Transporte, junto con el equipo técnico asignado, construyeron una línea base del consumo de combustible y de emisiones promedio de los vehículos nuevos, tomando como fuente los resultados de mediciones certificadas realizadas en otros países para los mismos modelos entrantes a Colombia.

P3: Tendencia al aumento del promedio del consumo de combustible de los vehículos livianos que entraron al parque automotor entre 2011 y 2019

Expuesto también en la sección de Antecedentes Técnicos, los trabajos en el marco de la iniciativa mundial de Economía del Combustible de Naciones Unidas, de la cual Colombia es parte a través de la participación de los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de Minas y Energía, y Transporte; se desarrolló una línea base que considera datos de los años 2011 al 2019, para este último, el programa identificó que el promedio de consumo de combustible de los vehículos livianos nuevos fue de 7,06 lge/100 km (164,81 gCO₂/km). Sin embargo, se señala que se ha observado un aumento de este parámetro desde el 2011, con una variación anual promedio de 1% en ocho años, típico de un mercado con una regulación laxa e inexistente en el caso de Colombia, dónde son las fuerzas del mercado las que han inducido los pequeños cambios (ver Figura 2). Recordar que la tendencia esperada es a la baja, puesto que se espera que los vehículos mejoren la eficiencia energética y reduzcan su consumo de combustible.

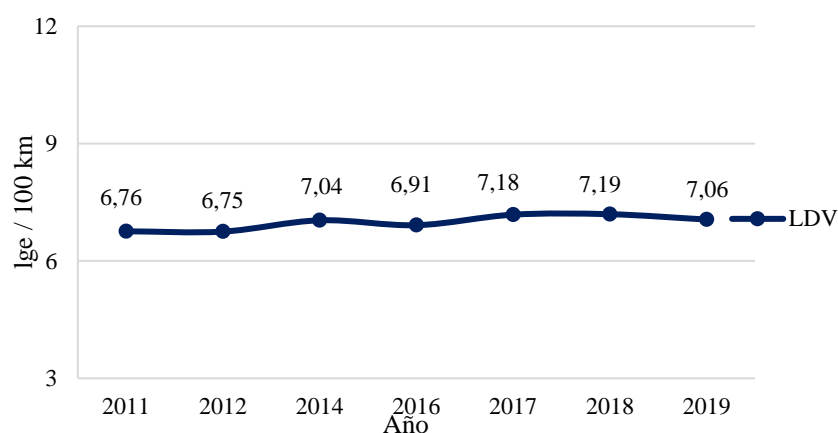


Figura 7. Promedio ponderado anual de consumo de combustible para vehículos livianos (LDV) en Colombia

P4: Parque automotor nacional con retraso respecto a tendencias mundiales en políticas de eficiencia energética

Desde inicios de la década del 2000, la Unión Europea adoptó estándares de eficiencia energética voluntarios, sin embargo, fue hasta el 2007 que se establecieron objetivos obligatorios, de esta última forma, el consumo de combustible cayó rápidamente de 2005 a



2015 un promedio un 1,6 % por año. En los Estados Unidos, el consumo de combustible en el mismo periodo disminuyó un 2,5 % por año, debido a los estándares de promedio corporativo de economía de combustible y al aumento de los precios del combustible. Los países con menor consumo de combustible (menos de 6 lge/100 km) son en su mayoría países europeos, economías asiáticas desarrolladas y la India. La mayoría de los países de mercados emergentes y en desarrollo como Colombia se encuentran en el rango de 6-8 lge/100 km [12]; Colombia se ubica en 7,2 lge/100 km muy por encima de lo que se observa en economías desarrolladas.

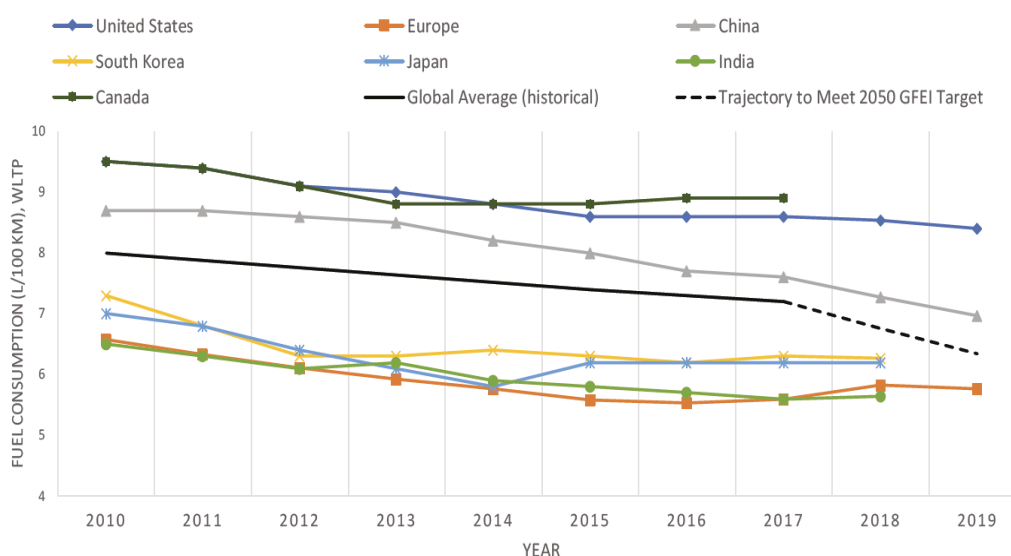


Figura 8. Tendencias y metas en el consumo de combustible en el mundo [12]

De acuerdo con lo referido en el problema P3 esto también evidencia que, actualmente, en Colombia existe un desfase de aproximadamente 20 años, respecto a Europa, y 40 años respecto a Estados Unidos, en la expedición de políticas de eficiencia energética vehicular.

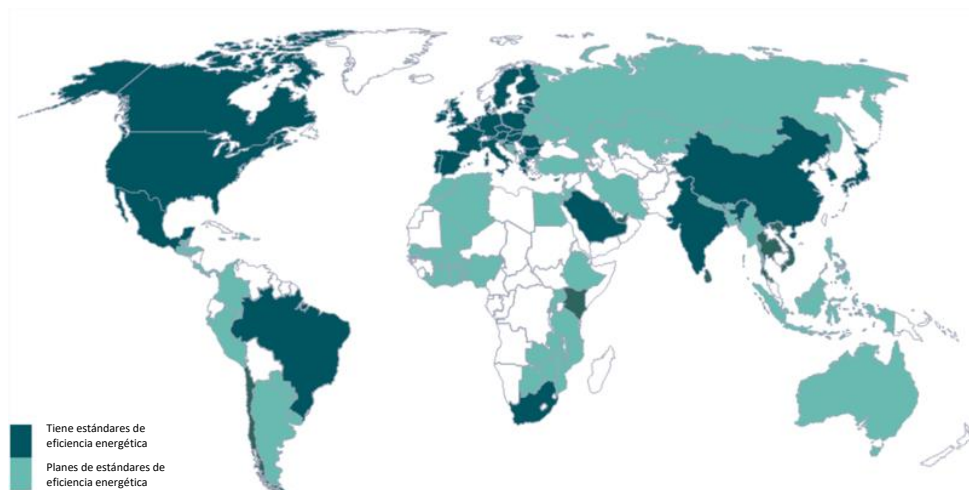


Figura 9. Compilado de países con estándares de eficiencia energética vehicular, 2021 [13].

P5: Regulación del mercado automotor desactualizada y poco competitiva en temas de eficiencia energética y emisiones a nivel regional e internacional

En línea con el problema anterior, en Colombia la normatividad vigente en términos del mercado de vehículos está relacionada, entre otras cosas, con la reducción de emisiones de fuentes móviles (Ley 1955 de 2019) [14], la política para el mejoramiento de la calidad del aire (CONPES 3943) [15], la calidad de combustibles (Resolución 40103 de 2021) [16] y el Uso Racional y Eficiente de la Energía (Ley 697 de 2001) [17]. En la actualidad, Colombia, no ha establecido una normatividad que promueva la eficiencia energética vehicular en vehículos livianos, como lo han hecho otros países del mundo tanto en países desarrollados como algunos otros de economías emergentes.

Por ejemplo, desde el año 1999 la EU (*European Union*) emitió la “directiva de etiquetado vehicular” (Directiva 1999/94/EC) [18], la cual requería que los vehículos nuevos exhibieran una etiqueta que mostrará su eficiencia energética y el nivel de emisiones de CO₂. Por la misma época se introdujeron los estándares de CO₂ de cumplimiento voluntario, que se hicieron obligatorios en el año 2009. La EU estableció para vehículos de pasajeros los promedios corporativos de emisiones de CO₂ para el periodo 2015-2019 en 130 g CO₂/km, mientras que para el año 2040 fueron establecidos en 95 g CO₂/km. La iniciativa “Fit for 55” de la EU estableció nuevos estándares de emisión de CO₂, esta incluye una reducción del



55% de las emisiones de los vehículos de pasajeros en 2030 comparado con 2021, y para el 2035 requiere que todos los vehículos livianos nuevos lleguen a cero emisiones de CO₂ [19]. Por otro lado, los Estados Unidos introdujeron desde 1975 los estándares corporativos de consumo promedio de combustible (CAFE). Estos estándares definían, de acuerdo con el año de producción, los niveles de emisión promedio que las flotas de un determinado productor tenían que cumplir en ese año, con niveles específicos que dependían de las características y tipos de vehículos producidos. En el año 2020, la regla de vehículos más segura y alcanzable de economía de combustible (SAFE) estableció estándares de eficiencia energética que fueron significativamente menos exigentes que los estándares establecidos en el año 2012. La normativa SAFE estableció un mejoramiento anual en la economía de combustible de 1.5% para los vehículos de los años 2021 a 2026, mientras los estándares anteriores establecían 4.7% de mejora anual para los vehículos de los años 2017 a 2025. En enero de 2021, el nuevo gobierno de US, a través de una orden ejecutiva ordenó a la EPA reconsiderar el programa SAFE y en agosto de 2021 una revisión propuso establecer estándares más exigentes a partir de 2023. Comparados con SAFE, los estándares propuestos representan un aumento del 10% en el mejoramiento para los modelos 2023 y un aumento de 5% en los años siguientes [20]. Las acciones tomadas en estos países y otros países de la región, como Chile, evidencia que Colombia tiene un retraso en la implementación de acciones para alcanzar las metas establecidas por el GFEI y revertir la tendencia hacia un menor consumo de combustible de su parque automotor de vehículos livianos nuevos.

P6: Mercado automotor de Colombia que permite la entrada y el comercio de algunos vehículos no permitidos en otros países debido a sus bajas eficiencias energéticas

Ya se ha mencionado que en el 2019 el promedio ponderado del consumo de combustible en Colombia resultó en 7,06 lge/100km, muy por encima de países con economías avanzadas (en su mayoría países europeos, economías asiáticas desarrolladas y la India), cuyo promedio oscila alrededor de los 5,2 lge/100 km, y no sobrepasa los 6,0 lge/100 km por vehículo [12]; esto significa que en estos países, no ingresan tecnologías que sobrepasen este último límite, mientras que en Colombia, para obtener este promedio posiblemente ingresan vehículos sobre 7,06 lge/100 km.



Con respecto a países en la región, de acuerdo con el Ministerio de Energía de Chile [22], el estándar mínimo de consumo de combustible para vehículos livianos motorizados entre el 2024 y el 2026 será de 5,32 lge/100 km, lo que implica una reducción del 33,5% respecto al 2017, es decir, en dos años se estima mejorar 5,7 veces más el rendimiento que Chile logró entre 2012 y 2017; así mismo, la meta asociada es 25% más competitiva que el actual promedio colombiano de consumo de combustible (7,06 lge/100 km).

De esta manera se establece que, actualmente en el país se venden líneas de vehículos que no cumplen con lo establecido en el estándar de eficiencia energética en otros países como los mencionados. La industria automotriz adapta sus estrategias comerciales según el mercado, si no existen normativas de eficiencia energética, o estas son muy laxas. Es muy probable que ingresen al parque automotor vehículos poco eficientes, de gran tamaño y peso vehicular, al menos, la experiencia así lo ha demostrado; en el problema 1 se señaló como las marcas han comprometido la mejora de su oferta tecnológica a 100% eléctrica solo en los mercados regulados más exigentes.

P7: La industria nacional no tiene incentivos a la producción/importación de vehículos livianos de alta eficiencia energética

Según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la Política Industrial en marcha, ha visualizado mejorar la competitividad económica del sector desde varios frentes, tales como la innovación, la productividad, la inversión, el financiamiento, y la creación de un entorno competitivo. Sin embargo, se ha puesto énfasis en mejorar la dinámica productiva para mejorar la cuota del mercado de vehículos, sin hacer mención de la mejora tecnológica del producto final como un medio para la descarbonización del país, o bien, para el cumplimiento de las metas gubernamentales sobre cambio climático [23].

En el caso de los vehículos, la mejora tecnológica como producto final para cumplir los objetivos climáticos, significa promover la fabricación de vehículos con motores y componentes de alta eficiencia. Lo cual, como ya se ha mencionado representa una oportunidad de hacer grandes aportes a la reducción del consumo de combustible a nivel nacional del sector transporte. Existen diversos programas a los cuales la industria automotriz puede acceder, la mayoría programas transversales que no necesariamente incluyen un incentivo directo a tales efectos [30].



El Programa de Fomento para la Industria Automotriz (PROFIA), único programa direccionado a esta industria, proporciona una exoneración de gravamen arancelario a las mercancías o bienes contenidos en las subpartidas arancelarias señaladas en el Decreto 1567 del 2015, utilizados para el ensamblaje de vehículos. No obstante, tampoco existen condicionantes de este incentivo económico a la importación de componentes que promuevan la mejora tecnológica del producto desde la perspectiva climática, para dar valor agregado a la exportación.

P8: Vehículos con altas tasas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y contaminantes en comparación con vehículos de las mismas referencias en otras regiones

En el año 2019, los vehículos livianos entrantes al mercado colombiano promediaron unas emisiones de 165g de CO₂/km, cuando estas son evaluadas bajo el ciclo de *New European Driving Cycle*. Con respecto a otros mercados, Colombia representa cifras por encima de la tendencia en el 2019 incluso en países latinoamericanos como es el caso de México (145g CO₂/km) y Chile (161g CO₂/km), si se compara con respecto a mercados de países de primer mundo, Colombia puede representar casi el doble de las emisiones que en el caso europeo (ver Figura 5).

Se señala que, en cuanto a estándares de emisiones, actualmente el país expide exigencias comparadas a un paquete normativo Euro 2 o Tier 1 de Estados Unidos, los cuales salieron de vigencia en estos países aproximadamente en el año 2000 para avanzar en exigencia, es decir, la normativa actual de emisiones en Colombia en los mercados mejor regulados quedó obsoleta hace casi 20 años [24].

P9: Desconocimiento de considerar la eficiencia energética en el costo total de propiedad de los vehículos

Los consumidores relacionan avances tecnológicos en los vehículos con un mayor costo de inversión, el precio de compra suele ser decisivo sin tomar en cuenta que es posible tener ahorros importantes en los costos de operación a lo largo de la vida útil del vehículo. Se considera necesario que los consumidores conozcan como dichas mejoras tecnológicas



impactan en los costos totales de propiedad de los vehículos y qué condiciones deben cumplirse en el país para que dichos vehículos puedan comercializarse.

4.2 Análisis del problema

Una vez identificados los problemas, los miembros del grupo de trabajo del proyecto aplicaron la metodología de Vester², asignando una valoración de afectación o causalidad entre los problemas. En la Figura 10, se presentan los resultados obtenidos una vez aplicado el método que hace uso de la matriz de Vester. Las parejas ordenadas *Dependencia – Influencia* son ubicadas en un gráfico bidimensional dividido en cuatro cuadrantes. De acuerdo con los resultados obtenidos de la valoración del grado de dependencia e influencia, en el primer cuadrante se ubican aquellos problemas que se consideran críticos, en el segundo cuadrante se ubican aquellos problemas que se consideran causas directas o activas de los problemas críticos, en el tercer cuadrante se ubican aquellos problemas que se consideran indiferentes, aquellos que no son ni causas ni consecuencias y en el cuarto cuadrante aquellos que más que problemas, son considerados las consecuencias principales o efectos directos de las causas críticas.

Mediante la matriz de Vester es posible identificar el problema central que hace las veces de tronco en el árbol de problema. Un problema es más crítico cuanto más alejado se encuentre del origen porque tiene mayor influencia y grado de dependencia sobre el resto. Según el análisis del grupo de trabajo y la retroalimentación recibida en el proceso participativo y de socialización, el problema central se identifica como aquel que, estando ubicado en el primer cuadrante, se encuentra a una mayor distancia euclidiana respecto al origen. En el caso del presente estudio se identifica, después de obtener los resultados de la Matriz de Vester, que el problema que se encuentra más alejado del origen y por lo tanto el problema central es la existencia de una “*Tendencia al aumento en el promedio consumo de combustible promedio de los vehículos livianos que entraron al parque automotor entre 2011 y 2019*”. Este resultado refleja lo mostrado por la Línea Base de Consumo de Combustible, donde se evidencia que, en los últimos años en Colombia han entrado vehículos nuevos, que en

² El grupo de trabajo se conformó por personal de los Ministerios de Minas y Energía, de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y de Transporte, así como el equipo técnico asesor, el Centro Mario Molina Chile y la Universidad Tecnológica de Pereira.

conjunto, tienen un promedio consumo de combustible más alto que en mercados de países que sí regulan este parámetro.

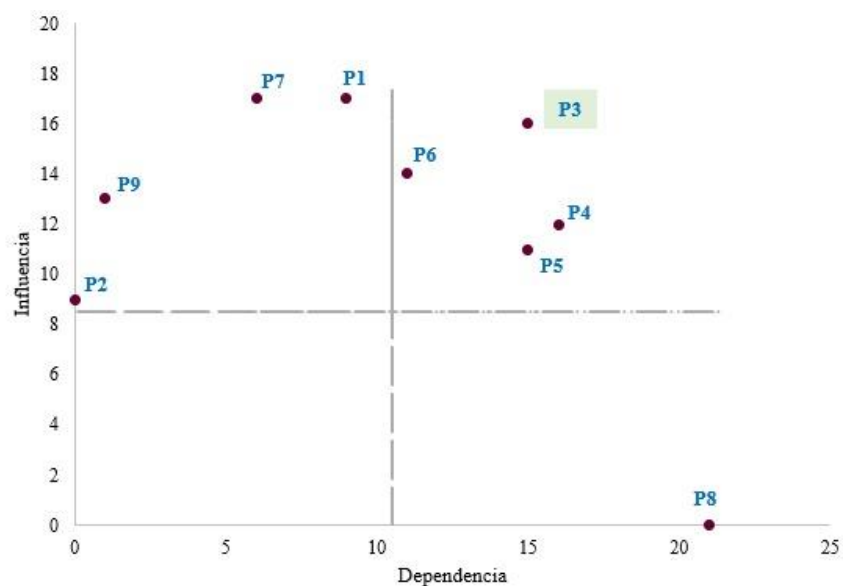


Figura 10. Resultados de matriz de Vester.

4.3 Origen del problema

Las causas que dan origen al problema central “*Tendencia al aumento del promedio del consumo de combustible de los vehículos livianos que entraron al parque automotor entre 2011 y 2019*”, son clasificadas en causas directas e indirectas según la forma en la que contribuyen al problema. A continuación, se muestra el árbol de problemas construido a partir del análisis de la matriz de Vester, las discusiones sostenidas entre el grupo de trabajo, y la retroalimentación del grupo afectado en la socialización de este. Luego, se exponen las causas identificadas que originan el problema central.

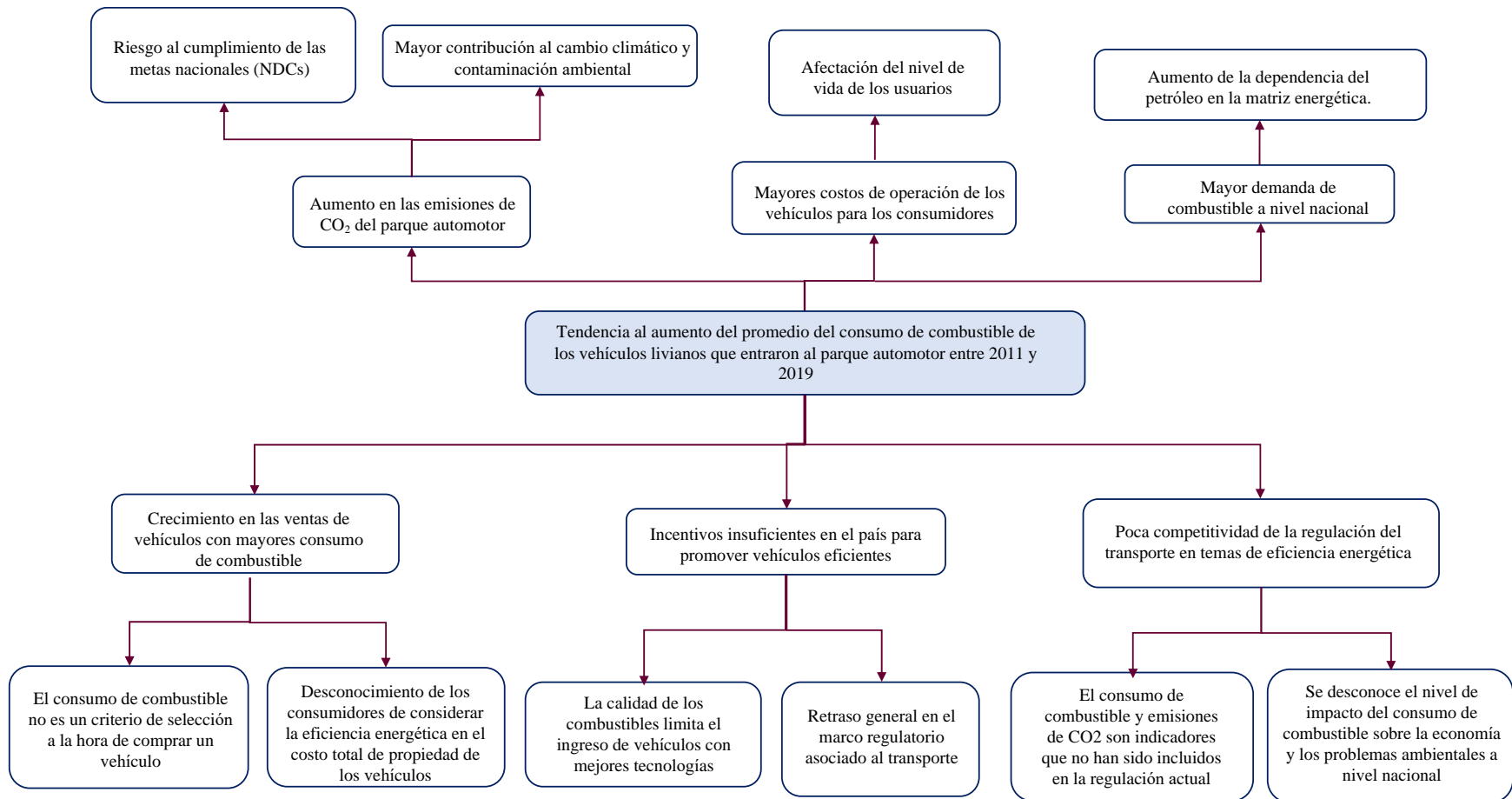


Figura 11. Árbol del problema.



4.3.1 *Causas directas*

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de la Matriz de Vester, fueron identificadas las siguientes causas críticas del problema:

- Poca competitividad de la regulación del transporte en temas de eficiencia energética. El argumento de esta causa se presenta en la sección 4.1.1, ver problemas P4 y P5.
- Crecimiento en las ventas de vehículos con mayores consumos de combustible. En la sección de Antecedentes Técnicos y en la sección 4.1.1, problema P6, se encuentra una justificación de esta causa.
- Incentivos insuficientes en el país para promover vehículos eficientes. El sustento de esta causa se presenta en la sección 4.1.1, ver problemas P5-P8.

4.3.2 *Causas indirectas*

De igual forma, fueron identificadas las siguientes causas indirectas:

- Hasta ahora el consumo de combustible no ha sido un criterio importante de selección a la hora de comprar un vehículo. En la sección 4.1.1, problema P9 se presenta una justificación.
- Desconocimiento de los consumidores de considerar la eficiencia energética en el costo total de propiedad de los vehículos. El sustento de esta causa se presenta en la sección 4.1.1, ver problemas P9.
- La calidad de los combustibles limita el ingreso de vehículos con mejores tecnologías. En la sección de Antecedentes Técnicos se explica por qué los combustibles bajos en azufre incentivan también el ingreso de vehículos eficientes.
- Retraso general en el marco regulatorio asociado al transporte. La argumentación de esta causa indirecta se presenta en la sección 4.1.1, ver problemas P5-P8.
- El consumo de combustible es un indicador que no ha sido incluido en la regulación actual. El argumento de esta causa se presenta en la sección 4.1.1, ver problema P2.
- Se desconoce el nivel del impacto del consumo de combustible sobre la economía y los problemas ambientales a nivel nacional. En la sección 4.1.1, problema P2 se encuentran los argumentos que definen esta causa indirecta.



4.4 Consecuencias del problema

Por otro lado, fueron identificados las siguientes consecuencias del problema:

4.4.1 *Consecuencias directas*

- Aumento en las emisiones de CO₂ del parque automotor
El sustento de esta consecuencia se presenta en la sección de Antecedentes Técnicos y la 4.1.1, ver problema P8.
- Mayores costos de operación de los vehículos para los consumidores
Un vehículo con una eficiencia energética poco competitiva requerirá mayor cantidad de combustible para recorrer la misma distancia que otro vehículo con mejor rendimiento, por lo tanto, los usuarios deberán gastar más dinero en la operación a lo largo de toda la vida útil.
- Mayor demanda de combustible a nivel nacional
Actualmente, Colombia tiene un parque automotor de alrededor 17 millones de vehículos, incluyendo motocicletas. Teniendo en cuenta que los vehículos nuevos que se comercializan en nuestro país están mostrando un incremento en el consumo promedio de combustible, esto representa un incremento en la demanda de combustible y por lo tanto un aumento en la dependencia al petróleo. La fluctuación global de los costos de este último impacta al interior del país en los precios de los combustibles.

4.4.2 *Consecuencias indirectas*

- Riesgo al cumplimiento de las metas nacionales (NDCs)
Colombia se comprometió a una reducción de un 51% de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) proyectadas para 2030, proceso que tiene el propósito final de lograr la carbono neutralidad al 2050. De acuerdo al Inventario de Emisiones de GEI 2018, presentado en el Tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático de Colombia, el sector transporte es responsable del 12,5% de las emisiones de CO₂ equivalente. En el mismo informe se presenta también el aporte del sector a las emisiones de carbono negro, donde se indica que el transporte es responsable de alrededor del 17% de las emisiones del sector energía [5]. En el marco



de la NDC, la eficiencia energética ha sido planteada como un medio transversal a los subsectores de la energía eléctrica, hidrocarburos y minería.

- Mayor contribución al calentamiento global y cambio climático y a la contaminación ambiental.

En relación a la consecuencia anterior descrita, y considerando que la tendencia estimada del consumo promedio de combustible de los vehículos nuevos que se comercializan en nuestro país se encuentra al alza desde hace varios años, y dado que, por estequiometría de la combustión, las emisiones de CO₂ de los vehículos se encuentran en relación directa con su consumo de combustible. Se dan las condiciones para una mayor contribución al calentamiento global y cambio climático (ver sección de Antecedentes Técnicos). Así mismo, la probabilidad de generación de una mayor cantidad de emisiones contaminantes como el NO_x y el PM_{2.5} se incrementa, elevando también la probabilidad de ocurrencia de períodos de mala calidad de aire que trae consigo efectos adversos para la salud humana. Lo anterior es importante si se considera que en el año 2018 se reportaron 8 mil muertes asociadas a mala calidad del aire, mismas que le cuestan al país 12,2 billones de pesos anuales (incluye morbilidad y mortalidad) [4].

- Afectación del nivel de vida de los usuarios.

Los consumidores de vehículos son sensibles a los costos de los combustibles, en consecuencia, diversos estudios sugieren que a medida que la población adquiera conocimiento y una mayor educación sobre economía del combustible, valoran plenamente el ahorro de combustible en la decisión de compra de vehículos [48].

- Aumento de la dependencia del petróleo en la matriz energética

Entre los años 2015 y 2019, el uso del petróleo como fuente de energía en la matriz energética de Colombia ha tenido un aumento cercano al 13%, y particularmente, en el sector transporte, el aumento ha sido de aproximadamente 15% [25].



REFERENCIAS

- [1] Gobierno de Colombia, “Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC),” Bogotá, 2020.
- [2] Ministerio de Minas y Energía, “Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía. PROURE 2020,” 2020.
- [3] UPME, “Plan Energético Nacional 2020-2050,” 2019.
- [4] Ministerio de Energía, “Eficiencia Energética Vehículos Livianos. Taller de socialización.,” 2022.
- [5] Gobierno de Colombia, “Tercer informe bienal de actualización de cambio climático de Colombia,” Bogotá, 2021.
- [6] M. Albrahim, A. al Zahrani, A. Arora, R. Dua, · Bassam Fattouh, and · Adam Sieminski, “An overview of key evolutions in the light-duty vehicle sector and their impact on oil demand,” *Energy Transitions 2019 3:1*, vol. 3, no. 1, pp. 81–103, Sep. 2019, doi: 10.1007/S41825-019-00017-7.
- [7] DG Climate Action, “Data gathering and analysis to improve the understanding of 2nd hand car and LDV markets and implications for the cost effectiveness and social equity of LDV CO2 regulations ,” Bruselas, 2016.
- [8] Global Fuel Economy Initiative, “GFEI Targets,” 2022. <https://www.globalfueleconomy.org/> (accessed May 15, 2022).
- [9] McKinsey & Company, “ICE businesses: Navigating the energy-transition trend within mobility,” Mar. 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ice-businesses-navigating-the-energy-transition-trend-within-mobility> (accessed May 22, 2022).
- [10] International Council on Clean Transportation, “Growing momentum: Global overview of government targets for phasing out sales of new internal combustion engine vehicles,” Nov. 2020. <https://theicct.org/growing-momentum-global-overview-of-government-targets-for-phasing-out-sales-of-new-internal-combustion-engine-vehicles/> (accessed May 22, 2022).
- [11] International Energy Agency, “Trends and developments in electric vehicle markets,” 2021. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/trends-and-developments-in-electric-vehicle-markets> (accessed May 22, 2022).
- [12] Global Fuel Economy Initiative, “Vehicle efficiency and electrification: A global status report,” 2020.
- [13] Transport Energy Strategies, “40+ Countries Developing Light-Duty Vehicle Fuel Economy Standards” May 2019.



- <https://www.transportenergystrategies.com/2019/05/03/40-countries-developing-light-duty-fuel-economy-standards/> (accessed May 22, 2022).
- [14] Congreso de Colombia, “Ley 1955 de 2019,” Bogotá, 2019.
- [15] Departamento Nacional de Planeación *et al.*, “CONPES 3943. Política para el mejoramiento de la calidad del aire,” Bogotá, 2018.
- [16] Ministerio de Minas y Energía and Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Resolución 40103 de 2021,” Bogotá, 2021.
- [17] Congreso de Colombia, “Ley 697 de 2001,” Bogotá, 2001.
- [18] European Parliament and Council of the European Union, “Directive 1999/94/EC,” 2008.
- [19] International Energy Agency, “Fuel economy in the European Union,” 2021. <https://www.iea.org/articles/fuel-economy-in-the-european-union> (accessed May 15, 2022).
- [20] International Energy Agency, “Fuel economy in the United States,” 2021. <https://www.iea.org/articles/fuel-economy-in-the-united-states> (accessed May 15, 2022).
- [21] International Energy Agency, “Fuel Economy in Major Car Markets,” Mar. 2019. <https://www.iea.org/reports/fuel-economy-in-major-car-markets> (accessed May 19, 2022).
- [22] Ministerio de Energía de Chile, “Estándar mínimo de Eficiencia Energética para vehículos livianos motorizados,” Santiago, Feb. 2022.
- [23] Ministerio de Comercio Industria y Turismo, “Pacto por el desarrollo productivo. Política industrial en marcha,” 2021.
- [24] Delphi Technologies, “Worldwide emissions standards. Passenger cars and light duty vehicles,” 2020.
- [25] International Energy Agency, “Colombia,” 2019. <https://www.iea.org/countries/colombia> (accessed May 16, 2022).
- [26] Blumberg K., Walsh M., “Gasolina y diésel de bajo azufre: la clave para disminuir las emisiones vehiculares”. https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/01/Bajo_Azufre_ICCT_2003.pdf
- [27] Ministerio de Minas y Energía, de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Parámetros y Requisitos de calidad del combustible”. Resolución-40103-2021. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Resolucion-40103-2021-minminas.pdf>

