

**Eficiencia energética, sector de combustibles fósiles en Colombia. evaluación metodológica
e impacto ambiental-productiva en el periodo 2011-2022**

Angelica Liliana Carabali Pedraza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá

2022

**Eficiencia energética, sector de combustibles fósiles en Colombia. Evaluación metodológica
e impacto ambiental-productiva en el periodo 2011-2022**

Angelica Liliana Carabali Pedraza

Trabajo de grado presentado como requisito para
optar al título de Ingeniera Ambiental

Director:

Ing. Angela Patricia Álvarez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá

2022

Resumen

En Colombia la Ley de desarrollo de la eficiencia energética 697 de 2001 que dio origen al Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) y solo hasta la Resolución 180919 de 2010 en términos de eficiencia energética vio consolidada con su aplicación, dando importantes avances desde la industria colombiana hacia la transición de combustibles fósiles; impulsando en el mercado servicios y productos de eficiencia energética con fortalecimiento de reglamentos y normas técnicas. Donde en el sector de combustibles fósiles la reducción del consumo de energía y usuarios del sistema, se optimiza, así como el uso de energía soportada en tecnología y mejores conductas apunta a que los recursos necesarios para la realización de las actividades de transporte hagan uso de una cantidad concreta de energía sin desperdicio de esta.

Palabras Claves: Biodiesel, Eficiencia Energética, Ambiental, Combustibles.

Abstract

In Colombia, the Energy Efficiency Development Act 697 of 2001, which gave rise to the Program for the Rational and Efficient Use of Energy (PROURE) and only until Resolution 180919 of 2010 in terms of energy efficiency was consolidated with its application, making important advances from the Colombian industry toward the transition of fossil fuels; promoting in the market energy efficiency services and products with strengthening of regulations and technical standards. Where in the fossil fuel sector the reduction of energy consumption and system users, it is optimized as well as the use of energy supported in technology and better behaviors points to that the resources necessary for carrying out the transport activities make use of a concrete amount of energy without waste of it.

Keywords: Biodiesel, Energy Efficiency, Environmental, Fuels.

Contenido

Justificación	10
Descripción de la problemática.....	12
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Definiendo la Eficiencia Energética	16
Marco teórico	16
Estado del arte de la investigación	18
El modelo energético.....	20
Planteamiento de la hipótesis de investigación	22
Sector de Combustibles Fósiles y Eficiencia Energética.....	23
Aspectos del sector de combustibles fósiles en Colombia.....	23
El papel de las empresas.....	28
Normatividad aplicada al sector combustibles y competencias	30
Normativa sobre los derivados líquidos	32
Normativa sobre el Gas	34
Papel y responsabilidades de las organizaciones medioambientales.....	36
Alcances en la construcción de políticas efectivas y de seguimiento	37
Condición del sector combustibles fósiles.....	39
Datos y proyecciones de eficiencia en vehículos	42
Relación con retos ambientales	45

Retos en Materia de Eficiencia Energética	48
Alternativas y viabilidad	48
Modelo universidad, empresa y estado.....	49
Biocombustibles	52
Power to Gas.....	55
Gas licuado de petróleo – GLP.....	56
Celdas fotovoltaicas.....	58
Celdas combustibles	62
Consideraciones finales.....	63
Conclusiones.....	69
Referencias Bibliográficas	72

Lista de Tablas

Tabla 1. Número de agentes de la cadena de distribución de combustibles fósiles 2015-2016.....	24
Tabla 2. Resumen estadísticos consumo vehículos sistemas integrados de transporte en Colombia.	27
Tabla 3. Consumo energético y eficiencia total en modo diésel y dual para diferentes niveles de carga...43	
Tabla 4. Estrategias de eficiencia energética en vehículos livianos del sector transporte.	44
Tabla 5. Cambio sectorial de las exportaciones netas (promedio 2010-2040).....	46
Tabla 6. Barriles Biodiesel B100 a agentes de cadena de Enero de 2011 a Diciembre de 2015.	53
Tabla 7. Ventas de Biodiésel durante los 4 trimestres de 2017.	534
Tabla 8. Ventas de Biodiésel primer y segundo trimestre 2018.....	55
Tabla 9. Valores comparativos ahorro energético GNC en combustibles para el sector transporte.	57

Introducción

Hablar de eficiencia energética corresponde al uso de conocimientos de la mano de un menor consumo de energía durante las actividades antrópicas buscando una utilidad dentro de la realización centrada en la tecnología, equipos o procesos nuevos que cuenten con un menor requerimiento de energía para ser ejecutadas y de este modo llegar a condiciones de ahorro de energía donde los seres humanos hemos pasado de necesitar un mínimo de energía en nuestras actividades cotidianas a un consumo energético en que se encuentra en crecimiento, lo que se traduce en un costo mayor del lado de los combustibles fósiles y con una fuerte dependencia vinculada dentro del desarrollo de Colombia y a su vez determinando las condiciones de un país en desarrollo que dentro de las circunstancias de crecimiento ha considerado una transición en materia de energías renovables y/o alternativas como parte de una política de cumplimiento en materia de eficacia energética.

En términos generales en Colombia se acentúa los esfuerzos por la implementación de mejores prácticas en relación a eficiencia energética, entendiendo que permiten a la sociedad tanto un costo económico menor, esto en concordancia con criterios ambientales; además de mejoras en la utilización de la energía de modo más legítima en el sector de transporte de la realidad colombiana en materia de eficiencia como de energía disponible y utilizable hacia la eficiencia energética, siendo nuestro caso estudio sector de combustibles fósiles para Colombia.

El sector de los hidrocarburos de cierto modo es la generadora de muchos de los procesos para el crecimiento de un país, ya por las experiencias de los países industrializados, tiene como a un referente a los escenarios que se ven venir de no adoptar medidas hacia el uso razonable con energía; tanto así que los temas que se exponen a lo largo de los tres capítulos que evidencian la

situación de la empresa de derivados del petróleo, específicamente la venta de estos y con ello condiciones alrededor de dicha industria comprenden las temáticas ahora descritas.

La primera sección, nos da una mirada inicial sobre los aspectos de definición de la eficiencia energética, esto acompañada de los conceptos y definiciones que describen más adelante el problema que dicho de otro modo está reflejado en el correspondiente estado del arte de esta revisión bibliográfica a modo de investigación en donde se vinculan una serie de actores en la medida que estos son vinculados a escenarios limitados a su vez alrededor de la industria de combustibles fósiles.

En la segunda sección, permite mostrar la situación actual del sector de combustibles fósiles y la eficiencia energética con relación a sus aspectos en virtud de una mirada desde el papel de las empresas, la normatividad aplicada y competencias con las responsabilidades que le deben de las organizaciones medioambientales como parte de la construcción de políticas efectivas y de seguimiento con respecto a datos y proyecciones de eficiencia en vehículos y a su relación con retos ambientales.

Y la tercera sección, concluye la recopilación de contenidos y da cierre a este documento con una revisión en términos de estipulación de opciones en materia de los retos en de eficiencia energética para el país con algunas alternativas y viabilidad de estas como parte de vinculación de escenarios alcanzables para Colombia y unas consideraciones finales al respecto.

Justificación

Colombia desde el campo legislativo en materia de protección ambiental se destaca leyes, normas y regulaciones como parte de las acciones alrededor del alcance en materia de eficiencia energética. Sin embargo, frente al cumplimiento de atención de eficiencia energética desde el sector de combustibles fósiles encontramos interesantes posturas y divulgación en materia de cumplimiento como la Ley de desarrollo de la eficiencia energética 697 de 2001 del PROURE (Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía) siendo entidad responsable de promover, organizar y asegurar el cumplimiento y reglamentada por el Decreto 3683 de 2003, además de la Resolución 180609 de 2006 que define los 10 subprogramas que conforman el PROURE, la Ley 697 de condiciones para el desarrollo de la eficiencia energética en Colombia en el campo académico, y desde el año 2014 la Ley 1715, que regulan el desarrollo económico sostenible y la integración de FNCE (Fuentes no Convencionales de Energía) incluye el tema la seguridad del abastecimiento energético (Moreno et al., 2018).

En este sentido el termino ya es desconocido y suele relacionarse con la energía eléctrica, entendiendo por eficiencia de acuerdo a la real academia española a la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (Real Academia Española (RAE), 2020), ya había sido tratado por (Martínez Alier, 2012, p. 6), refiriéndose al análisis energético y su relación con la importancia de la eficiencia en las transformaciones energéticas. No es solo buscar un efecto determinado como en 1987 describen (Cárdenas & Peláez, 2011, p. 30) cuando Colombia consideraba aspectos de eficiencia en motores como parte de la auditoria energética en el uso racional de la energía.

La eficiencia energética no es tema nuevo (Manzanares, 2011, p. 3) menciona que la eficiencia en la producción de la energía que describe como renovable respecto a la energía fósil en sus cálculos de balance energético “este coeficiente se pueda considerar como imperfecto y que su utilización no sea aconsejable” considerando lo expuesto por (World Energy Efficiency Day., 2011) relaciona como “su origen se remonta a la primera conferencia internacional sobre eficiencia energética celebrada en Austria en 1998 donde más de 350 expertos y líderes de 50 países debatieron sobre crisis de energía y la eficiencia energética como una de posibles formas de medidas necesarias para combatirla”.

Esto es apoyado en lo referido por (Lorca Corrons, 2011, p. 2) indica como “medidas que impulsen la eficiencia y el ahorro energético, de las diversas fuentes en países considerando vital la disminución de la intensidad energética”, lo significa que lleva a la búsqueda por afrontar el problema y evaluando si son efectivas estas medidas.

Aun con ello (Poveda, 2011, p. 7) en materia de monitoreo y evaluación dice que:

“El éxito en alcanzar las metas corona esfuerzos realizados, la reducción de demanda debe ser demostrada con relación a la situación que se hubiera dado sin la presencia de los programas”.

Ya que desde el cual se comprende que se promueven escenarios que se especifican como que este tipo de mediciones da como resultado de una situación lograda y una situación que nunca se dio un motivo para llevar a la recopilación de los últimos años en materia de dichos avances, posturas y la observancia a la luz del gran número de herramientas alrededor del tema.

Descripción de la problemática

A partir de las evidencias estadísticas algunas de las condiciones generadas del uso de la energía en las actividades como el desplazamiento vehicular por parte de los individuos; se considera en esta propuesta las circunstancias que enmarcan el sector de los combustibles fósiles dentro de los cuales se encuentran la gasolina y el ACPM, para camiones carga y transporte de combustible, camiones y camionetas de carga de alimentos, vehículos de uso particular y en los de tipo especial, además de motos de variado cilindraje y consumo de combustible; por lo que cabe destacar que el uso de estos combustibles a la luz de la revisión de eventos con respecto a requerimientos de buenas prácticas y cambios de paradigmas desde el supuesto de poder como sociedad afrontar tales contextos alrededor de dependencia de combustibles fósiles enmarcados en el criterio técnico, ambiental, económico se enfrenta a las cifras de los últimos comprendidas entre 2011 y 2020 en materia de eficiencia energética como problemática a analizar por diversos actores tanto sociales, como políticos, administrativos, económicos y productivos; reconociendo como importante tanto para la determinación de cumplimiento de normas alrededor de eficiencia energética tomando como referencia los indicios a partir del año 2011, cuando desde el gobierno de expresidente Juan Manuel Santos se iniciaron procesos de apertura económica y tratados en función del tema de eficiencia energética la política de expansión del aparato productivo en el área de derivados de petróleo y se establecen criterios en la materia.

El mayor consumidor de energía es el sector transporte, ya que su participación crece hasta 44% en 2012, mientras que en industria manufacturera decrece hasta el 21%, en la medida que las variaciones en el transporte asociadas a la movilidad de carga a nivel interurbano y motos a nivel urbano (Cadena et al., 2014, p. 7).

No es fácil encontrar fuentes de información confiables sobre los consumos de energía, valores de kw.hr pagados, entre otros aspectos. Sin embargo a raíz de la mencionada reforma del Sector eléctrico nacional, se han realizado inversiones por parte del Estado Colombiano y se han tecnificado las funciones de los agentes generación, transmisión, distribución y comercialización, nos hemos dirigido a uno de ellos, la UPME, Unidad de Planeación minero energética y hemos encontrado valiosa información, en especial en la caracterización del Consumo de Energía Final en el Sector Terciario, en base al cual hemos elaborado Caracterización de Consumo Energético en el mercado (Vargas & Vásquez G, 2018, p. 15).

Lo anterior condiciona la mejora de la eficiencia del transporte la cual incluye medidas destinadas a optimizar la eficiencia de las actividades derivadas del transporte, bien sea con o sin vehículos de bajas emisiones, con el objetivo de reducir el impacto ambiental como parte de las estrategias, indicando que debemos centrarnos en el flujo de tráfico, la velocidad, el volumen y la racionalidad de la organización y la gestión (González G., 2013, p. 4).

El problema comprende ¿Cómo afecta el reconocimiento de aspectos para cumplimiento de normativa de la eficiencia energética en Colombia con respecto a transición de combustibles tradicionales hacia energías limpias en la adopción de mejores prácticas de consumo?, en lo cual se resalta que somos parte de esta problemática en tanto hacemos uso al menos para este estudio de vehículos automóviles, y de transporte público, actividades de uso de maquinaria de forma directa o indirecta, además del uso extendido y sin control de las motos, estas últimas como un medio de transporte alternativo que nace con la implementación en las grandes ciudades de medidas como pico y placa para descongestionar el tráfico vehicular, entendiendo que el uso de motos y su compra se hace más flexible frente al de los carros, por lo cual bien sean vehículos o

motocicletas, requieren de algún combustible fósil para su manejo y por ende afectando la cadena de consumo energético.

Así entonces, de un lado la ferviente ola de actividades económicas del uso de productos que necesitan de combustible para poder moverse. Esto nos lleva a una situación que a evaluarla desde la luz de la información consignada por organizaciones, informes tanto periodísticos como académicos y criterios técnicos en materia de eficiencia energética como un problema conjunto y del cual poco se tiene en conocimiento al menos desde la responsabilidad social que cada uno tenemos frente a ello, pues el tema requiere una especial atención en la medida que combustibles fósiles no gozan de ser ilimitados, y somos como sociedad sobre el crecimiento de poblaciones, dependientes de tales recursos no renovables desconociendo el cómo equilibrar la necesidad de desplazamiento y del uso de estos productos y cumplir con los estándares alrededor de eficiencia energética en el sector de combustibles fósiles,

En el sector transporte se dan condiciones de alta dependencia de combustibles fósiles, lo que se suma a prácticas de conducción ineficientes, y un mantenimiento inapropiado de vehículos (Cadena et al., 2014, p. 23), lo que no ayuda en mucho al cumplimiento de medidas hacia mejores prácticas de la eficiencia energética en Colombia.

Objetivos

Objetivo General

Proponer soluciones de eficiencia energética para Colombia considerando aspectos de transición de hidrocarburos a energías limpias en el sector de consumo de derivados de combustibles fósiles y la relación con mejores prácticas ambientales a partir de datos desde el año 2011-2022.

Objetivos Específicos

- Documentar las condiciones de consumo de energía en el sector de combustibles fósiles convencionales y transición a energías limpias en Colombia.
- Identificar las dinámicas alrededor del consumo de combustibles fósiles y su impacto frente a la generación de uso de energía para el caso de los vehículos de transporte, particular y motos analizando estudios académicos e institucionales con respecto a eficiencia energética.
- Formular alternativas de eficiencia energética frente a la mitigación de impacto de los combustibles fósiles, según las condiciones de cumplimiento de normas existentes, crecimiento económico e industrial de combustibles fósiles.

Definiendo la Eficiencia Energética

Marco teórico

Eficiencia Energética: La (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011, p. 5) indica que:

“La reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir confort y calidad de vida, protegiendo medio ambiente, asegurando abastecimiento y fomentando comportamiento sostenible en su uso”.

También se define la eficiencia energética como la forma de gestionar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Un proceso más eficiente puede producir más bienes o servicios con la misma o de la menor cantidad de energía. Evidenciando como ejemplo, una bombilla fluorescente compacta (CFL) utiliza menos energía que una bombilla incandescente para producir la misma cantidad de luz (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 3).

Y en términos de este estudio conlleva a cambios en la organización productiva de las cadenas energéticas así como la implementación de políticas de precios e impuestos, para la energía eléctrica y los combustibles, impacto en la eficiencia energética y la penetración de recursos energéticos en las diferentes formas renovables.

La eficiencia energética es un asunto de interés nacional pues desde la Constitución Política de 1991, en su Artículo 80 se establece el (Congreso de la Republica de Colombia, 2020, p. 46), que “el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”.

La eficiencia energética en este sentido se define como la salida de energía útil y dividida en la entrada de energía de un equipo o proceso, sin embargo, sólo revela parte del debate subyacente sobre la eficiencia energética que en su mayoría se refiere a eficiencia energética lograda a través de mejoras en la tecnología. El ahorro de energía generado a través de la

reducción del consumo, o gestión de la demanda, no es capturado por esta definición.

Consecuentemente la mayor parte de las medidas adoptadas frente a políticas públicas enfocan la eficiencia energética a través de medidas tecnológicas. Y que del lado de la movilidad describe el movimiento espacial de materiales, personas e información, y se viene a construir socialmente. La movilidad se realiza a través de diversos medios y elementos constitutivos, y por lo tanto, puede diferenciarse según su propósito, significado y competencias (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014, p. 24).

Gestión de la Energía: El grupo (Support & Training for an Excellent Energy Efficiency Performancy (Steeep), 2013, p. 3), lo define como:

“La Gestión de la Energía tiene que ver con el uso sistemático de herramientas de gestión y tecnología para mejorar el rendimiento energético de una organización. Para ser totalmente eficaz, necesita estar integrada, ser proactiva y debería abarcar la compra de energía, la eficiencia energética y las energías renovables”.

Petróleo: De acuerdo al (Grupo de Investigación Ambientech, 2018, p. 1):

“Es un líquido viscoso de color casi negro constituido por una mezcla de hidrocarburos de cadena larga, es decir, cadenas de átomos formadas por carbono e hidrogeno. Para poder aprovechar bien las propiedades del petróleo es necesario craquear (romper) estas cadenas en fracciones más pequeñas, proceso que se hace en las refinerías”.

Mantenimiento dirigido a la eficiencia: Según (Campos A et al., 2012, p. 7), estas son:

“Actividades, procedimientos o procesos que se encargan de evaluar, controlar y mantener la eficiencia energética de los equipos. Desde el punto de vista del mantenimiento tradicional este tipo de mantenimiento se considera preventivo o predictivo ya que los equipos generalmente comienzan a perder eficiencia energética antes de perder indisponibilidad”.

Combustibles alternativos: Se les considera a los combustibles utilizados para sustituir a los combustibles fósiles o derivados del petróleo, en la mayoría de los casos su uso presenta beneficios ambientales, destacando al Biodiésel, el cual es un combustible que se obtiene a partir de grasas naturales como aceites vegetales o animales y puede ser sustituto total o parcial del diésel (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 3).

Estado del arte de la investigación

Después de que, en el año 2010, mediante la Resolución 180919 de 2010 se desarrolla el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE), que establece metas de reducción de consumo de energía para diferentes sectores y centra sus esfuerzos en áreas específicas. Posterior a la anterior reglamentación en temas de eficiencia energética, el país concentró esfuerzos en dinamizar el uso de energías renovables a través de la Ley 1715 de 2014 (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2011, p. 1).

En 2012 el consumo final de petróleo y derivados alcanza un 48%, con participación de energías renovables del 25% (80% de la electricidad + biomásas), y la participación del carbón es baja (y más aún comparada con las reservas y producción) (Cadena et al., 2014, p. 8).

Del congreso de relación entre combustibles fósiles y desarrollo (Saad, 2019, p. 9) expone que “en términos globales, se asume que el suministro de energía debe crecer a la misma tasa que la demanda, para suplir los requerimientos de una economía de proceso de desarrollo”.

Frente a si ¿el petróleo se va a acabar? (Páez, 2019, p. 1) menciona como:

“Esta inquietud que viene acompañando a la humanidad desde hace décadas sigue en el que se sigue teniendo un no como respuesta. Todos los estudios prospectivos de referentes mundiales como el World Energy Council, la Energy Information Administration, British Petroleum o Shell, y nacionales como la Unidad de Planeación Minero Energética indican que en

las próximas décadas, independientemente del camino que se tome, la mayor parte de la demanda energética del mundo seguirá siendo suplida a través de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), mientras que fuentes como la solar y la eólica pueden estar ubicadas en rangos de 10 a 40% de la canasta energética global”.

Considerando que (Rendón A, 2019, p. 9) aborda el aspecto de estudio en el que se ve:

“Centrando el análisis en el subsistema del petróleo y los combustibles líquidos, se evaluaron 32 indicadores de seguridad energética para el periodo entre 2010 y 2016, junto con otros 5 indicadores relacionados específicamente con la sostenibilidad en la seguridad energética, permitiendo incorporar retos ambientales, sociales y políticos vinculados con temas energéticos en el país”.

Entendiendo de acuerdo a (Parra S. Alejandro, 2018, p. 91) que “en 13 de los 21 departamentos en los que hay explotación de combustibles fósiles, en promedio, la proporción de personas en condición de pobreza es superior al 50 %”, estos los cuales corresponden a Choco con 69.16%, Córdoba con 63.35%, La Guajira con 62.01%, Cauca con 61.92%, Sucre con 61.81%, Nariño con 58.74%, Magdalena con 58,68%, Huila con 57,78%, Cesar con 56.33%, Boyacá con 53.57%, Bolívar con 53,11%, Norte de Santander con 50.9% e incluye a Caquetá con 49.18%, del reporte de PIB, IDD, regalías e incidencia de la pobreza por departamento de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), y lo reportado en la base de datos SIMEC, siendo significativo a los ojos de (Martínez O, 2021, p. 7) por lo cual se advierte que “la participación del carbón en la demanda energética mundial cae del 22% al 14% al comparar el escenario con el de las metas del Acuerdo de Paris”, desde el cual se establecen los principios de regulación, gestión y seguimiento en materia de eficiencia energética a nivel global y propósitos establecidos.

Para las empresas de transporte, el tema de la eficiencia energética establece ir más allá de responsabilidad social como empresas. Dado que el combustible es el principal ítem de costo de este servicio (aproximadamente el 25,5% de la estructura de costos total, dependiendo de los precios del diésel), el programa de eficiencia energética en las empresas de transporte incide directamente y favorece sus resultados financieros. El programa de EE en las empresas de TCC es esencialmente un proyecto de excelencia operativa, que requiere de gestión, información, seguimiento y mejora continua por procesos, a partir de métricas específicas, que puedan ser monitoreadas y evaluadas oportunamente. Mientras otro factor importante es el desarrollo y actualización de las capacidades humanas, con el fin de dotar a los conductores y empleados de las empresas de los costos de las herramientas y habilidades necesarias para enfrentar esta nueva situación (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011, p. 6).

El modelo energético

Con la indicación de (Perdomo V, 2017, p. 11) frente a que:

“El actual modelo energético no atiende la demanda de la totalidad de la población colombiana, y sus efectos sociales, ambientales, económicos y culturales no justifican la implementación de más proyectos de represas y termoeléctricas”.

Se busca que en material de eficiencia como describe (Bonilla M et al., 2017, p. 27) sobre las “actividades de proyectos que resultan en ahorros de electricidad y esta electricidad ahorrada habría sido suministrada por la red (por ejemplo proyectos de eficiencia energética uso eficiente de energía)”.

Aunque (Martínez O, 2021, p. 7) resuelve frente a este aspecto que “en los escenarios de políticas ambientales más ambiciosas, la participación del petróleo cae de manera más rápida, mientras que crece de forma acelerada el consumo de las energías renovables y aumenta su participación 15% en 2030”.

El uso pues de combustibles fósiles enmarca el caso del gas natural como una de las fuentes de energía eficaz, rentable y limpia, siendo sus precios competitivos y su eficiencia como combustible permite considerables ahorros a sus usuarios, convirtiéndose en una buena opción de combustible más limpio (Rosas C et al., 2015, p. 10).

Esto nos lleva a evidenciar que del mayor consumo eléctrico en la industria se da en la fuerza motriz o que hacen uso de motores eléctricos, con un consumo de alrededor del 46% y el 67% del total (López D, 2018, p. 2). Convirtiéndose en una prioridad en términos descritos por (Gómez, 2020, p. 58) venimos de “épocas durante las cuales el mundo se dedicaba a quemar combustibles fósiles poco consciente de que se estaba dejando una huella de contaminación que los hacía no solo más ineficientes, sino más costosos en cuanto al saldo ambiental”, esta situación aún se enmarca en el consumo de estos combustibles lo cual merece atención en materia de mitigación.

Enmarcado en línea con que del séptimo objetivo de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) del 2015 que trata aspectos como el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos vinculando como objetivos el duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética; y ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios de tipo energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo (Ramírez S, 2018, p. 13).

Planteamiento de la hipótesis de investigación

Se estima que por cuenta de lo indicado por (Martínez O, 2021, p. 9) el escenario que se plantea es “el ajuste de la IEA en 2020 de sus proyecciones de largo plazo castiga más a la demanda de carbón que a la de petróleo. Para 2030, la demanda mundial de carbón cae en el 8% con respecto al pronóstico previo. En las economías desarrolladas la demanda de carbón en 2030 proyecta ser 45 % menor a lo que fue en 2019”.

Consideremos como es importante en función de que la eficiencia energética:

“Se define como la relación cuantitativa entre el desempeño energético para realizar una actividad y la entrada de energía necesaria para llevar a cabo dichas actividades o procesos, esta es la medida más efectiva y rápida para abordar una seguridad energética, dado que se reduce el consumo de energía manteniendo a su vez un nivel equivalente de actividad económica. La gestión de la demanda también juega un papel muy importante en aras de disminuir el consumo de energía eléctrica” (Márquez C et al., 2017, p. 2).

Lo cual nos lleva a considerar estos escenarios, se proyecten esfuerzos de aumento de eficiencia energética en los sectores industrial, residencial y comercio, planteando una reducción en las emisiones que escapan por la producción de petróleo y tendencias de una baja tasa de deforestación en escenarios de un post-conflicto como el que vemos al momento de redactar este documento (Otalora T & Romero R, 2017, p. 27).

Sector de Combustibles Fósiles y Eficiencia Energética

Aspectos del sector de combustibles fósiles en Colombia

En el periodo de 2011 a 2018 se evidencia como durante la transacción de los volúmenes de los combustibles líquidos derivados del petróleo, antes manejado por el Ministerio de Minas y Energía en Colombia se identifica que de todo el despachado de Gasolina motor corriente, de manera significativa los volúmenes que envía el Refinador al Distribuidor Mayorista y lo que envía el Distribuidor Mayorista al Distribuidor Minorista corresponden a un 97,29% del volumen despachado por el Agente Refinador en el periodo comprendido entre el 1 de julio de 2017 y el 30 de junio de 2018 y tuvo como destino los Agentes Mayoristas; demuestra como el Agente Distribuidor Mayorista envió al Agente Distribuidor Minorista 179.711.450,62 gal más del Agente Refinador le envió al Mayorista significando que éste último podría haber tenido inventario la cifra mencionada (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2018b, pp. 3–4).

En el periodo de diciembre de 2015, primer y segundo Trimestre del 2016 en el Sistema de Información de Combustibles Líquidos — SICOM, se evidencia como la cantidad de agentes de la cadena y su crecimiento en Colombia corresponde a:

En el panorama nacional (Arango A & Arroyave O, 2016, p. 13) insta a verificar condiciones en las que:

“La reducción en la emisión de gases y la diversificación de riesgos ante la volatilidad del precio de los combustibles fósiles, principalmente del petróleo. Esta evaluación evidencia la ineficiencia en ambos aspectos para las combinaciones de combustibles actuales; las cuales se encuentran concentradas en más de un 90% en combustibles fósiles”.

Tabla 1

Número de agentes de la cadena de distribución de combustibles fósiles 2015-2016.

Tipo de Agente	2015 diciembre	2016 trimestre I	2016 trimestre II	2016 trimestre IV
Importador	8	8	7	5
Refinador	8	7	6	7
Productor (Alcohol y B100)	17	15	14	12
Distribuidor mayorista	17	17	18	18
Distribuidor mayorista quemadores	6	5	5	-
Gran consumidor	327	233	228	247
Distribuidor minorista	5.133	5.030	5.074	5.167
Total, Agentes de Cadena	5.516	5.315	5.352	5.456

Fuente: Ministerio de Minas y Energía (Minminas) (2016b, p. 7, 2016a, p. 8, 2016c, p. 2).

Nota: Frente a los que se denominan Distribuidores Minoristas están conformados por estaciones de servicio automotriz, fluvial, aviación, marina y el comercializador industrial.

Por lo tanto (Parra S. Alejandro, 2018, p. 84) corresponde a realidades para validar:

“Los resultados más destacados se encuentra del marco normativo como este pre condiciona la eficiencia con la que se combinan los factores productivos y constituye un canal de transmisión relevante en el impacto negativo de las exportaciones de combustibles fósiles en el crecimiento económico, ralentizando las fuerzas motrices del desarrollo y generando grandes desigualdades en la inserción económica internacional y entre regiones productoras y no productoras”.

Refiriéndonos al Plan de Acción propone seis subprogramas estratégicos transversales y cuatro de ellos es de carácter prioritario. Para las transiciones es el fortalecimiento institucional, donde se evalúa el establecimiento de una agencia nacional de eficiencia energética o agencia para Colombia o probabilidad de fortalecimiento en una de las instituciones existentes. También

incluye un subprograma de diseño y desarrollar mecanismos de financiamiento para viabilizar proyectos de eficiencia energética (Carpio & Coviello, 2014, p. 107).

En mayo de 2014, el gobierno colombiano dio aprobación de la legislación 1715 en el sistema energético nacional para motivar junto al desarrollo, describe entonces (Vanegas C, 2018, p. 1) que del uso de generadores de energía de carácter natural no tradicionales predominantemente renovables en dicho documento:

“La explotación de combustibles fósiles en las últimas décadas ha sido muy importante debido a que estas fuentes se caracterizan por poseer elevada densidad de energía y capacidad de convertirla en una forma útil de un modo rápido y de bajo costo, lo cual ha provocado que la explotación de estos recursos sea cada vez más costosa debido al agotamiento de las reservas”

Por tanto (Vidal & Fontalvo, 2018, p. 8) corresponde a que “la implementación de cualquier tecnología enfocada en el uso de fuentes de energía renovable, en todo aspecto, entre ellos el operacional requiere que Colombia adquiriera un compromiso para el desarrollo de estas, a través de; inversión financiera y políticas favorables”.

El consumo de energía de Colombia es solo el 0,28% del consumo mundial, lo que sugiere que el país no contribuye mucho a las emisiones totales y, por lo tanto, no es en gran parte responsable del fenómeno. Sin embargo, esto no significa que no se deban analizar las condiciones nacionales y, en su caso, contribuir a mejorar las condiciones locales para que su impacto a nivel global no sea mayor. Esta es la única manera de lograr los objetivos globales. La matriz energética de Colombia es diferente a la de la mayoría de los países debido a la importancia de la energía hidroeléctrica. Si bien esto es cierto en términos de generación de energía, también en términos de niveles totales de consumo de energía (Corredor, 2018, p. 10).

Otra consideración es que las bajas del precio de petróleo fue creada y acordada de modo unilateralmente por compañías distribuidoras en el año de 1960 por la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), la cual sirve como un instrumento de defensa de los precios para evitar el derroche económico del petróleo que cada vez se agota sin posibilidad de renovarse y tiene como objetivo la unificación de las políticas petroleras de los países miembros de la organización (Briceño M & López S, 2011, p. 15).

Mediciones de eficiencia en los vehículos como el que se muestra a continuación la cual está dado en kWh o el kilovatio-hora, equivalente a mil vatios-hora, el vatio-hora es una unidad utilizada para medir la energía consumida o utilizada en determinado tiempo; donde se hace diferenciación entre kWh_e y en kWh_t para expresar la energía eléctrica y térmica consumida respectivamente (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 4).

En el estudio de los vehículos para sistemas integrados de transporte en Colombia, en el cual bajo pruebas en ruta los datos de eficiencia mostrados por (Pinilla Rodriguez, 2016), señala que de la primera desviación entre los resultados en ruta y los resultados en laboratorio:

“Sobre dinamómetro, evidenciado como su método no representa las condiciones de manejo de vehículos de transporte convencionales de Bogotá. Además reconoce que el ciclo desarrollado para vehículos articulados si representa con alto grado de precisión la operación real de la tipología; este valor es esperado porque el método de diseño, utiliza un ciclo europeo de vehículos de carga pesada y buses que operan bajo condiciones semejantes a la de los buses articulados en troncales (p. 129).

Tabla 2

Resumen estadísticos consumo vehículos sistemas integrados de transporte en Colombia.

Tipo de vehículo	Eficiencia de Ruta		Eficiencia Dinamómetro		Error Relativo (%) de Eficiencia
	Promedio [kWh/Km]	Desviación Estándar [kWh/Km]	Promedio [kWh/Km]	Desviación Estándar [kWh/Km]	
Articulado	2.61	0.06	2.68	0.04	-2.49
Buseta	1.37	0.25	1.90	0.06	-38.32
Micro-Bus	1.18	0.07	1.44	0.01	-21.61
Camioneta	1.13	0.06	1.36	0.06	-19.91

Fuente: Pinilla Rodriguez (2016, p. 128).

Nota: El uso de cálculos para medir la eficiencia es mayormente aportante de condiciones de evaluación para la toma de decisiones en materia de tecnológicas y medidas adicionales a la normativa existente en materia de eficiencia energética.

Esto se apoya en que desde el Ministerio de Minas y Energía publicó la Resolución 40198 del 24 de junio de 2021, se modifica la Resolución 405405 de 2020 expide el reglamento técnico aplicable a las estaciones de servicio, además de plantas de abastecimiento, instalaciones del gran consumidor en instalación y tanques de abastecimiento consumidor final que almacenen biocombustibles, crudos y/o combustibles líquidos derivados del petróleo o mezclas, llegando a entrar en vigor para el 30 de marzo de 2022 con una vigencia de 5 años (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2021b, p. 1), aclarando que desde La Resolución 40198 se da un reemplazo en la integridad correspondiente al anexo general del reglamento técnico, ajustándose entonces dicho reglamento a la realidad del país y da claridad y seguridad jurídica a agentes de la cadena de combustibles en este sentido.

El papel de las empresas

Entendiendo que debido al creciente interés en temas relacionados con medidas de uso racional y eficiente de los recursos en industrias intensivas sobre el consumo de energía y en transición energética por cuenta de problemáticas asociadas al cambio climático, significando esto en materia de investigación que merece medidas seguirán siendo de altísima relevancia (Aristizábal A & González M, 2021, p. 4).

(Castillo et al., 2019, p. 3) menciona que “para evaluar la implementación de una estrategia de eficiencia energética se debe medir e identificar los factores que afectan la eficiencia del transporte, tales como el sistema de gestión de flotas, la antigüedad del vehículo, la capacidad de pasajeros o carga, la infraestructura y la topografía vial”, El impulso del desarrollo energético continúa. Una de las metas del plan de desarrollo 2015-2018 es avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono, mediante el uso de fuentes de energía limpias y no convencionales, como parte del crecimiento verde (Patiño P, 2016, p. 87).

La eficiencia energética y la movilidad suelen valorarse desde el enfoque de análisis de eficiencia energética en la gestión de la movilidad llamado enfoque A-S-I; la cual se define con las siglas de EVITAR (avoid en inglés), S: CAMBIAR (shift en inglés) y I: MEJORAR (improve en inglés): donde evitar hace referencia a permitir que los usuarios eviten los viajes motorizados para aumentar la eficiencia del sistema donde cambiar viene de la movilidad actual hacia modos de transporte más eficiente aumentar la eficiencia en los viajes, y la mejora de la eficiencia del combustible en los modos de transporte y con ello un aumento en la eficiencia de los vehículos (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014, p. 23).

En las empresas del sector de combustibles fósiles se alude a que el gobierno también deben ser quienes promuevan la implementación de combustibles limpios y fuentes alternativas

de energía en las plantas de producción como una prioridad para reducir los gases contaminantes, y el gobierno garantizar suministro continuo para aumentar la confianza y sostenibilidad de empresas en medio de preocupaciones sobre el cambio de combustibles tradicionales a limpios o fuentes de energía alternativas no por falta de garantía en el lado del suministro y la sostenibilidad de costos asequibles en el tiempo en relación a la definición de posibles obstáculos de parte de instituciones para su cumplimiento (Estrada M, 2017, p. 85).

En las empresas que así deseen implementar modelos de eficiencia energética sobre todo en el marco de los combustibles fósiles pueden apoyarse en entidades nacionales que tienen esquemas de financiamiento y apoyan los proyectos de energías renovables. Los fondos estatales a los que se pueden tener acceso son: FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de Zonas No Interconectadas), SGR (Sistema General de Regalías), FAER (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas), FECF (Fondo Especial Cuota de Fomento) y FENOGE (Fondo de Energías Renovables y Gestión Eficiente de la Energía) donde se reconoce que es parte del propósito para el desarrollo de las Fuentes no Convencionales de Energía Renovable en el país (Ñustes & Rivera, 2016, p. 8).

Las empresas entonces en aras de la reducción de la necesidad de transporte desde la actitud de planificación urbana, reducción de emisiones, reducción de transporte motorizado; la potencializarían la acción al cambio modal; uso de modos de transporte alternativo al vehículo particular; desarrollo de sistemas de transporte limpios; vehículos con bajas emisiones y uso de combustibles alternativos; y el mejoramiento de la eficiencia del transporte; reducción de impactos ambientales a través del control de los flujos vehiculares, la organización y gestión del tráfico (Quintero G & Quintero G, 2015, p. 5).

Normatividad aplicada al sector combustibles y competencias

Los esfuerzos en materia de eficiencia energética en el país, se ven regulados desde el ministerio de Minas y Energía colombiano relacionando que la eficiencia energética, es considerada un mecanismo para asegurar el abastecimiento energético, que se sustenta en la adopción de nuevas tecnologías y buenos hábitos de consumo, buscando optimizar la administración y uso de recursos energéticos disponibles y que se constituye un vehículo para aumentar la productividad y competitividad nacional, como una de las principales estrategias de mitigación de impactos ambientales en la cadena energética (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) & Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2016, p. 12).

Esto no sería válido si no se conocieran los aspectos detallados por (Carrillo G & Diaz J, 2017) de Zonas No Interconectadas donde el Fondo de Energías Renovables (FENOGE):

“Promoverá el desarrollo de soluciones híbridas que combinen fuentes locales de generación de energía eléctrica con fuentes fósiles y minimicen el tiempo de funcionamiento de los equipos con fuentes fósiles. Se dará prioridad a los proyectos que estén incorporados dentro de los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS)”.

Por tanto, se llega a sostener que:

“El uso racional y eficiente de energía, es un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar un desarrollo sostenible de la economía colombiana y aumentar su competitividad. Dado que las principales repercusiones de la producción de energía eléctrica afectan al medioambiente, el sector eléctrico tiene grandes retos en este ámbito, entre los cuales está el desarrollo de las energías limpias, renovables y el aumento de la eficiencia energética” (Cardona, 2017, p. 3).

En materia normativa es preciso indicar que SICOM es el sistema de información de la cadena de distribución de combustibles regulado desde el Ministerio de Minas y Energía, en el cual se integran a los agentes de la cadena a nivel nacional en un solo sistema de información y mediante el cual se organiza, controla y sistematizan las actividades de comercialización, distribución, transporte y almacenamiento de combustibles fósiles y sus derivados (Sistema de Información de Combustibles (SICOM), 2020a, p. 1).

En materia de los procesos de ejecución de políticas, proyectos y reglamentación de caso sectorial y que son aplicados de acuerdo al Código SICOM; como único asignado a cada uno de los Agentes que cuenten con autorización del Ministerio de Minas y Energía, dentro de lo que respecta al comercializador de tipo industrial, se entiende que es el distribuidor minorista que utilizando vehículos tipo carrocería tanque o barcazas habilitadas para almacenar y distribuir combustibles líquidos derivados del petróleo; sobre los cuales aplican el Decreto 4299 de 2005, art. 4°, adicionado por el Decreto 1333 de 2007, art. 1°, el Decreto 4299 de 2005, art. 4°, modificado por el Decreto 1717 de 2008, art. 2°, y el Decreto 1471 de 2014, art. 7° numeral 15° (Ministerio de Minas y Energía (Minminas) & Sistema de Información de Combustibles (SICOM), 2020, pp. 1–3).

Por tanto el objetivo general del (Sistema de Información de Combustibles (SICOM), 2020b, p. 2) es el “suministrar información estadística relacionada con la transacción de volúmenes líquidos y los derivados del petróleo a nivel nacional con el fin de proveer elementos que permitan realizar toma de decisiones para la evaluación de políticas, planes y proyectos desarrollados dentro del marco de las fuentes alternas a los recursos de inversión del ministerio de Minas y Energía”.

Es necesario aclarar que desde El Ministerio de Minas y Energía a partir del 1 de Julio del 2017 implementa una nueva metodología para llevar a cabo las actividades generadas dentro del proceso estadístico correspondiente a la operación denominada Transacción de Volúmenes de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo (Sistema de Información de Combustibles (SICOM), 2020b, p. 3), en la que la metodología actual evidencia como cambios estar basada en los estándares de la norma técnica de la calidad del proceso estadístico, expedida por el DANE con la resolución 1418 de 2017, cambia la fuente de recolección de datos de declaración de información a órdenes de pedido y cambia la estructura del boletín estadístico.

Normativa sobre los derivados líquidos

Sobre las resoluciones alrededor de los derivados líquidos de petróleo en Colombia aplican en el sentido inicial la Resolución 31348 del 22 de julio 2016, Esta modifica la que es Resolución 31246 del 3 de junio de 2016, en relación con el control a la compensación por el transporte de combustibles líquidos derivados del petróleo entre los municipios de Yumbo y San Juan de Pasto; indica como el artículo 2012 del código de Petroleros señala que “el transporte y distribución de petrolero y sus derivados constituyen un servicio público, razón por la cual las personas o entidades dedicadas a esas actividades deberán ejercerlas de conformidad con los reglamentos que dicte el Gobierno, en guarda de los intereses generales” (Resolución 31348 de 2015, 2016, p. 1).

La Resolución 31689 del 21 Diciembre 2016, por el cual se modifica la resolución 31348 del 24 de julio de 2015, y desde la cual se establecen los procedimientos y condiciones del tipo operacional del Sistema d Información de combustibles en Colombia (SICOM) (Resolución 31689 de 2015, 2016).

También la Resolución 31330 del 15 de julio de 2016 en la que se establecen las medidas para la declaración de información de la cadena de distribución de combustibles y biocombustibles, considerando desde la dirección de hidrocarburos el uso de facultades legales conferidas por el Decreto 381 de 2012 y modificando por el Decreto 1617 de 2013 (Resolución 31330 de 2015, 2016).

Mientras que la Resolución 31351 de 2017 del 5 de mayo de 2017, Resolución 31351 por la cual se modifica la Resolución 31348 del 24 de julio de 2015, en relación con el Sistema de Información de Combustibles (SICOM), establece requisito para los agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo “el registro en el Sistema de Información de Combustibles – SICOM y da facultad al Ministerio de Minas y Energía para reglamentar los procedimientos, condiciones operativas y sancionatorias del Sistema que se requieran” (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2017d).

Mientras que la Resolución 31689 de 2015 del 19 Octubre 2018, realiza una modificación a la Resolución 31348 del 24 de julio de 2015, sobre los procedimientos y condiciones operativas del SICOM, y adicionalmente se ajusta el numeral 1 del artículo 6, en el sentido de dejar claro que “para aceptar el registro de propietario de la estación de servicio automotriz y fluvial se debe contar con el certificado de conformidad ya actualizado con los datos del nuevo propietario” (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2018a, p. 1).

Y más recientemente en la Resolución 40303 de Octubre de 2020, publicada el 10 Noviembre del mismo año, evidencia la redistribución de volúmenes de combustibles líquidos excluidos del IVA y los exentos de arancel e impuesto nacional a la gasolina y al ACPM - Diésel; declara que el porcentaje de uso del volumen asignado al día 15 del mes, a las 12:00 horas meridiano para Colombia corresponde a los márgenes de $>0\%$ y $\leq 10\%$ de un 80% ; de

entre >10% y <=25% de un 50%; y >25% y <=40% de un 20% (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2020, pp. 1–2).

Normativa sobre el Gas

Por un lado la Resolución 31348 de 2015 del 24 julio, Relaciona como en el SICOM se identificó como única fuente de información oficial a la que se deben dirigir todas las autoridades administrativas de cualquier orden que requieran información, además de funcionar como ente de control sobre los agentes de la distribución de combustibles líquidos, biocombustibles, gas natural vehicular (GNV) y gas licuado del petróleo (GLP) ara uso vehicular (Resolución 31348 de 2015, 2016, p. 1).

Del lado operativo del expendio de gas vehicular tenemos la Resolución 40278 del 4 de abril de 2017, En la que se expide el reglamento técnico de aplicación a las instalaciones de suministro de gas natural comprimido para uso vehicular y establece las disposiciones de libre competencia económica como derecho con responsabilidades frente a las cuales se establecen reglas mínimas para garantizar la seguridad y la no afectación del medio ambiente; sustentado en los numerales 9 del artículo 2 y 7 del artículo 5 del Decreto 381 de 2012 del Ministerio de Minas con respecto a los reglamentos técnicos de energía eléctrica y gas combustible, sus usos y aplicaciones (Resolución 40278 de 2017, 2017, p. 1).

Ahora bien, la Resolución 40279 del 4 de abril de 2017, Detalla la implementación del Sistema de Combustibles SICOM, desde el módulo de información de gas natural comprimido para uso vehicular o (GNCV), desde el uso de la base de datos certificada de instalaciones con equipo completo para vehículos dedicados, biocombustibles o dual debidamente certificados, a partir del funcionamiento eficiente del control de los agentes de la cadena de distribución de gas

natural vehicular (GNV); y describiendo como desde el Ministerio de Minas y Energía dará continuidad directa o por medio de terceros a la operación del sistema, en el cual se deben registrar los agentes para operar (Resolución 40279 de 2017, 2017, p. 1).

Se conoce de otro modo que desde la Resolución 40303 del 2 de abril de 2018, se modifica la Resolución 40279 de 2017, en la que se implementa el módulo de información de gas natural comprimido para uso vehicular dentro del SICOM; mediante comunicado 2018015274 del 1 de marzo de 2018, la Organización Terpel S.A. en presencia de la Asociación Colombiana de Gas Natural (NATURGAS), manifiestan inconvenientes al cumplir con el plazo concedido para la realización de las pruebas del módulo GNCV en el SICOM sobre la Resolución 40279 de 2017, con lo que se solicita tiempo para su implementación (Resolución 40303 de 2018, 2018, p. 1).

Mientras que la Resolución 31183 de 2018 del 29 de Mayo de 2018, menciona como se adopta el trámite denominado Registro de agentes y actores en el Sistema de Información de Combustibles SICOM – GNCV y su respectivo reporte de información; como fuente oficial deberá contener el registro como el requisito para operar, agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos, incluyendo lo que es biocombustibles, comercializadores de gas natural comprimido vehicular (GNVC), y gas licuado para el petróleo (GLP) para uso vehicular; esto debidamente certificados frente a las instalaciones completas para vehículos dedicados, biocombustibles o dual, administrada por organismos acreditados para esta actividad (Resolución 31183 de 2018, 2018, p. 1).

Papel y responsabilidades de las organizaciones medioambientales

Como acciones prioritarias alrededor de los combustibles fósiles y la relación con el sector del transporte en materia de eficiencia energética en Colombia se considera el promover la reconversión tecnológica del parque automotor, incentivar a la población al uso de transporte masivo y uso en estos de tecnologías limpias (Cadena et al., 2014, p. 24).

Frente a la revisión de proyectos de eficiencia energética en Colombia varios de estos proyectos están inspirados en experiencias internacionales, y pocos se están implementando actualmente, por lo que no se pueden evaluar sus efectos con influencia del impacto, ya sea positivo o negativo, dependerá de los métodos utilizados en su diseño e implementación. En base a la experiencia del análisis, se puede concluir que el impacto más beneficioso estará relacionado con un enfoque mixto de la eficiencia energética (top-down/bottom-up), sabiendo que los resultados del proyecto URE en la UME desde 2011 han demostraron que la energía corporativa y los aspectos tradicionales del modelo de gestión deben complementarse con aspectos relacionados con las barreras económicas y socioculturales, más los que son relacionados con el tamaño de la empresa (Vanegas L & Cataño R, 2012, p. 12).

Con respecto a la industria de los combustibles fósiles y su papel de transformación se requiere un cambio en el modelo de negocio avanzado basado en las TIC, donde sistemas y herramientas basados en las TIC permitirán la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que de los sistemas y herramientas de apoyo de las TIC conducirán a una mayor eficiencia y una gestión inteligente de la energía y, dicho sea de paso, contribuirán a la construcción y rehabilitación de transporte y a la movilidad urbana, iluminación, computación en la nube, sistema de centralización de virtualización y proceso de datos, contadores inteligentes, soluciones y desarrollos en el área de la domótica, nuevas redes de telecomunicaciones, sistemas

y aplicaciones TIC para vehículos eléctricos y en general, la industria y en especial para zonas rurales, desde huertos de kilómetro cero hasta alta eficiencia energética, que son monitorizados por aplicaciones TIC (Ríos-Alvarado, 2016, p. 2).

Esto en relación al papel de las empresas menciona (Rincón Munar, 2019, p. 19) como se sabe adicionalmente, frente al aspecto de las ganancias de eficiencia “en un mercado también deben mirar sus estructuras de costos internos. Las ineficiencias del mercado pueden generar sobrecostos al sistema o limitar los niveles de eficiencia posibles de un mercado de libre competencia”, implicando compromiso en el nivel de empresa y condiciones que no desmejoren el sector de combustibles fósiles.

Por lo cual desde el Estado colombiano se han definido compromisos a través de los Planes de Acción Indicativos (PAI), que van enfocados a presentar la eficiencia energética como un componente de tipo dinamizador de la economía, a través de la competitividad en los mercados internacionales. Buscando ser un país ineficiente en términos energéticos, genera falta de competitividad a nivel regional y también internacional desde el que se genera sobrecostos en transporte, producción y comercialización (Durán Suárez, 2018, p. 54), lo que en términos de período de retorno simple corresponde a la cantidad de tiempo que demora una inversión en pagarse basado en el flujo de caja del proyecto en materia de combustibles fósiles en el país (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 4), y que se tiene en cuenta a la hora de considerar opciones de eficiencia energética a términos de costos y beneficios.

Alcances en la construcción de políticas efectivas y de seguimiento

Las formas de seguimiento efectivo a través de políticas, se sabe por (Arango A & Arroyave O, 2016, p. 3) que en Colombia:

“La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) se crea con el objetivo de lograr que los servicios de energía eléctrica se presten al mayor número posible de personas, al menor costo posible para los usuarios y con una remuneración adecuada para las empresas que permita garantizar desde la calidad, cobertura y expansión. Simultáneamente, la Superintendencia de Servicios Públicos delegando desde esta institución la función de vigilancia y control, entre otros aspectos, establecer los mecanismos supervisión con el fin de proteger al consumidor final y evitar los abusos de las empresas en la calidad del servicio y en las tarifas”.

Esto lo corrobora (Santamaría, 2018, p. 12) cuando indica que “la transición energética es el camino que todo país debe emprender hacia un futuro más seguro, más justo y más respetuoso con el medio ambiente y de mayor éxito económico”, señalando como el paso de uso de fuentes de energía a otro consiste en el rastreo de diferentes vías para lograr una economía baja en carbono; proceso de transformación fundamental que aporta a la fuente de energía, y a su vez también todo el sistema de consumo energético.

Siendo que desde el punto de vista económico se sabe que se podrán o no ser tomadas en cuenta bien sea en torno a la comercialización de la energía eléctrica generada o a tributar a generadores de la energía con biocombustibles; considera también la legislación emitida por el Ministerio de Minas y Energía viene promoviendo la eficiencia energética y el uso de energías renovables mediante normas como la ley 1715 con beneficios tributarios y arancelarios en el uso e importación (Cifuentes, 2018, p. 9).

En ese sentido se destaca como en los últimos años los líderes, políticos y gobernantes de todo nivel están abiertos a aprender y aplicar sobre el tema y gradualmente comprendiendo que cada territorio o comunidad es especial en la oferta de bio-recursos, aplicando nuevas y buenas prácticas ambientales, por lo que frente a la eficiencia energética y la innovación tecnológica y

productiva da como resultado lo que se conoce como bioeconomía la cual ya no es solo una idea flotante de un modelo de alta importancia en planteamientos políticos internacionales y locales, según trabajo que ofrece para investigadores y círculos académicos (Aguirre, 2021, p. 7).

También encontramos como en consideración a 2014 avances en la expedición del marco legal orientado a otorgar incentivos tributarios como reducción de arancel, exclusión de IVA, deducción de renta líquida; sumados a esfuerzos para identificar, evaluar y proponer escenarios de eficiencia energética en el sector transporte (Cadena et al., 2014, p. 24).

Condición del sector combustibles fósiles

En las estaciones de servicio distribuidoras de combustibles fósiles de Colombia, se rigen en los procesos metodológicos y de producción por el Sistema De Información De La Cadena De Distribución De Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo (SICOM), esta a su vez tiene como alcance dentro del sistema de información de la cadena de distribución de combustibles líquidos en la estación de servicio el cual es un establecimiento donde almacenan y distribuyen al consumidor final los combustibles líquidos derivados del petróleo, y según tipo de combustibles que distribuyan se clasifican en estación de servicio de aviación, estación de servicio automotriz, estación de servicio fluvial, y estación de servicio marítima (Ministerio de Minas y Energía (Minminas) & Sistema de Información de Combustibles (SICOM), 2020, p. 3).

Respecto al consumo final de energía (Briano et al., 2016, p. 7) señala que para Colombia se presenta “un crecimiento del 4% anual entre 2010 y 2014, donde el sector consumidor de energía con mayor crecimiento fue el de transportes con una tasa de crecimiento anual compuesto del 8%”.

Los principales programas y medidas propuestos para el período 2010 – 2015 son los siguientes en función de su sector de aplicación destacan que entre Sector de transportes se han dado condiciones en la sustitución de diésel a eléctrico de los sistemas de transporte público para ahorrar un 0,5% de consumo, una mejora de las prácticas de conducción eficiente de autobuses para ahorrar un 1,06%, incentivos de participación en subprogramas y proyectos (proyectos como el sistema de autobuses híbridos de Bogotá o el proyecto piloto de taxis eléctricos en Bogotá) y la sustitución de combustibles tradicionales por combustibles más limpios, específicamente biocombustibles (Briano et al., 2016, p. 8).

Otras medidas de interés sobre el Fomento y desarrollo de proyectos con fuentes energéticas no convencionales y de EE, incluidos los proyectos de energías renovables con prioridad en las zonas que no están interconectadas, considerando un control de pérdidas de energía o Iniciativas de mercado de metano y captura de carbono destacando como (Briano et al., 2016) estima:

"Como principal resultado del programa se estimó un potencial total de ahorro de la electricidad del 20,2% para el año 2015 y como meta se estableció ahorrar un 14,75% para este mismo año. Para otras fuentes de energía distintas a la electricidad la meta se situó en el 2,10% de ahorro" (p. 9).

En cuanto a medidas de eficiencia energética para Colombia a la fecha se tiene mejores prácticas de conducción y proyectos pilotos desde el 2010 con tecnología objetivo aplicada a autobuses y taxis en uso de transporte, que llevan a que en 2014 se aprobó ley 1715 con el objetivo de potenciar tecnologías renovables y eficientes que contempla entre otros aspectos la deducción del 50% de las inversiones en proyectos de fuentes no convencionales para los

contribuyentes en un periodo de cinco años y la exención de aranceles de importación para los proyectos de este tipo (Briano et al., 2016, p. 10).

En materia de producción la dependencia de combustibles fósiles se da en la medida en la que los recursos usados en el sector transporte principalmente desde los diferentes niveles de inversión asociados a aportes a carreteras, aeropuertos, puertos y sistemas de transporte masivo; en el cual destinos de ingreso provienen del presupuesto general, peajes, valorización, fondo de administración petrolera (FAEP), y las sobretasas a la gasolina, créditos, tasas aeroportuarias, impuesto de timbre para pasajes al exterior, y tarifa de fondeo en los entes territoriales nacional, departamental y municipal estrechamente relacionado con el sector de combustibles fósiles (Yepes et al., 2013, p. 113).

La condición con la gasolina es que actualmente, la gasolina aporta 148.000 BPD de demanda energética a Colombia, unos 6.216.000 de galones por día y 192.696.000 barriles por mes, donde \$1.645.238.448.000 son el valor aproximado de la venta de este combustible al mercado colombiano mensual (precio promedio de gasolina corriente en \$8.538 por galón en Colombia), con 20 billones de pesos anuales solo en venta de gasolina al mercado colombiano por parte de la industria automotriz, lo que representa el 6.6% de PIB industrial y el 2,0% del PIB Nacional Colombiano aproximadamente lo que evidencia la importancia de la venta, uso y consumo de este combustible en el mercado e industria colombiana día a día (Castellanos et al., 2022, p. 17).

Datos y proyecciones de eficiencia en vehículos

En el año 2014 se consideran las medidas y normativas dadas en materia de eficiencia energética se da la definición de retos que apuntan al desarrollo de un estudio de penetración de tecnologías y energéticos alternativos en el sector transporte que hace uso combustibles fósiles a partir del cual se puedan llegar a generar señales de la política, una revisión de magnitud de los incentivos otorgados con evaluación de la posibilidad de ampliarlos, y el establecimiento del programa de reposición de vehículos oficiales a las tecnologías limpias y de menor consumo energético (Cadena et al., 2014, p. 24).

Algunos datos a considerar son los que, de eficiencia energética de acuerdo con la metodología de evaluación de datos, es posible evaluar el consumo de GLP y la eficiencia energética a partir de valores expuestos en la figura anterior.

Desde donde la tabla 1 presenta la potencia térmica empleada en modo Diésel, donde la potencia térmica en modo dual, los porcentajes de sustitución reportados por el kit Bi-fuel y las eficiencias energéticas en ambos modos para tres niveles de cargas diferentes (Forero N et al., 2014, p. 7).

Un análisis de estos resultados nos muestra como las condiciones de eficiencia energética en estos dos sistemas presentan un máximo del 100 % de carga en la medida que el trabajo se realiza a partir de Diésel con promedio de 39 %, algo superior 35 % en comparación al uso de Bifuel diésel-GLP; en lo que se destaca como si se da una sustitución Diésel por GLP el porcentaje que disminuye en relación a los mayores valores de carga, con una eficiencia máxima estimada en que representa condiciones relevantes en el uso de mezclas GLP y Diésel, no afectan significativamente el desempeño energético de motores.

Tabla 3

Consumo energético y eficiencia total en modo diésel y dual para diferentes niveles de carga.

		Modo Diésel			Modo Dual		
Carga	Potencia	$E_{Térmi*Diesel}$	Eficiencia	Sustitución	$E_{Térmi*Diesel}$	$E_{Térmi*GLP}$	Eficiencia
%	kWe	kWth	%	%	kWth	kWth	%
50	200	559.04	35.78	39.3	464.61	300.31	26.15
75	300	779.72	38.48	33.3	639.55	318.72	31.31
100	400	970.48	39.98	28.5	814.49	324.02	35.15

Fuente: Forero N et al. (2014, p. 7).

Nota. Esta tabla relaciona tanto las cargas empleadas como la potencia y porcentaje de eficiencia de dos modos de consumo, uno a partir de Diésel y Bifuel Diésel-GPL.

Inicialmente se establece que es las estrategias de mitigación más efectivas se incluyen medidas conductuales del mercado de automóviles livianos, con el fin de determinar el origen de los vehículos que circulan en el país, ya que los métodos de prueba para evaluar el consumo de combustible y las emisiones varían según su lugar de origen.

Sobre proyectos pues de Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y los que son Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's) de acuerdo con el tipo de proyecto y el sector; el sector de transporte está regido por la guía de reducción de combustibles o mejor conocida como guía de proyectos de sustitución de combustibles, desde el cual presenta los aspectos técnicos, financieros y ambientales relacionados con el desarrollo de los proyectos de inversión en proyectos de la sustitución de combustibles y beneficios de ejecución con las tecnologías de eficiencia energética que se encuentran disponibles en el mercado en Colombia (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, pp. 6–8).

Tabla 4

Estrategias de eficiencia energética en vehículos livianos del sector transporte.

Componente vehicular	Tecnología	Aumento en el rendimiento (%)
Motor	Arranque - parada	3 - 4
	Arranque - parada con freno regenerativo	3 - 7
	Válvula de actuación variable	5 - 9
	Mejoras en el sistema de inyección directa	10 - 13
	Tiempo variable de válvula de admisión	1,5 - 2,5
	Uso turbocargadores o sobrealimentación	10 - 15
	Relación de compresión variable	4 - 10
	Desconexión selectiva de cilindros	6 - 8
	Lubricación de menor viscosidad	1 - 5
	Variación caja de cambios (4, 5 y 6)	2 - 6
Transmisión	Transmisión variable continua	3 - 8
	Transmisión de doble embrague o clutch	4 - 5
	Transmisiones automáticas	7 - 9
	Reducción fricción componentes mecánicos	3 - 5
Funcionamiento	Mejoras aerodinámicas	1 - 2,4
	Reducción de resistencia a la rodadura	1 - 1,5
	Reducción 10 % en el peso del vehículo	4 - 10
	Reducción de ralentí	0,5 - 8
Transición tecnológica	Hibridación	40 - 58
	Diésel	20 - 35

Fuente: Castillo et al. (2019, p. 4).

Nota: Combinadas con el desarrollo tecnológico. Además, mejoras en operación en principio podrían llegar a ser implementadas más rápidamente y los aumentos en el rendimiento de alto impacto.

Ahora bien, estos valores relacionados en el contexto de rendimiento se han considerado en la metodología de selección de las medidas más atractivas se cuenta un fondo para autobuses

"verdes", la instalación de puntos de recarga para VE aplicada al cargador, en la instalación de puntos de recarga para camionetas, el programa de contratación de vehículos de bajo en carbono en vehículos especiales (Briano et al., 2016, p. 16).

Relación con retos ambientales

De informes del Ministerio de Transporte informa que en 2013 Colombia contaba con una flota de 257.190 camiones de los cuales poco más de 172.000 (el 67 %) estaban dedicados al en el grupo de “servicio público” (es decir, a transportar cargas de terceros), 78.000 (el 30%) al “servicio particular” (es decir, a movilizar carga propia de los dueños de los vehículos), y unos 7.000 vehículos “servicio oficial” (distintas dependencias de Gobierno); ya que a pesar de su rol imprescindible en la movilización de los flujos terrestres de Colombia, el transporte automotor por carretera enfrenta una serie importante de desafíos. Así, en condiciones inherentes al parque automotor con indicios de obsolescencia y subsecuentes externalidades negativas: congestión, contaminación y accidentalidad, sumadas a la alta informalidad verificable en algunos segmentos de carga específicos (Kohon et al., 2016, p. 92). Este reto nace de considerar los datos que se suministran en proyecciones desde 2010 en materia de eficiencia energética.

Dentro de SE4ALL (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014, p. 22) nace en 2012, el Secretario General de las Naciones Unidas Ban Ki-Moon lanzó la iniciativa “Energía Sostenible para Todos” (Sustainable Energy For All, SE4ALL), con acceso universal a los servicios modernos de energía proyectados al año 2030 con tres objetivos específicos de movilidad, y ahorro de 70-80 Exajoule por año en la movilidad comparable a 100 veces la producción anual de energía de la central de Itaipú.

Tabla 5

Cambio sectorial de las exportaciones netas (promedio 2010-2040).

Sector	Porcentaje (%)
Transporte	7
Refinados de petróleo	0.8
Carbón	-3.7
Gas Natural	-3.9
Petróleo	-8.4

Fuente: Álvarez-Espinosa et al (2017, p. 19).

Nota: Los datos muestran como para no afectar negativamente el déficit de cuenta corriente, es necesario lograr anticipar escenarios de promoción en desde la transformación rural e industriales, como desde la diversificación económica, y reducir las bajo nuevos acuerdos de largo plazo en combustibles fósiles internacionales exigentes.

La eficiencia técnica en el transporte representa alrededor de un tercio de los ahorros potenciales que el sector puede lograr. Las mejoras en la eficiencia de combustible prometen la mayor contribución. Sólo si estas mejoras se pueden lograr sería posible que los 2,5 billones de autos proyectados en circulación para el año 2050 (la mayoría en países en desarrollo) consuman la misma cantidad de combustible que están consumiendo los 850 millones de autos que circulan actualmente. Técnicamente esto sería posible con las tecnologías disponibles hoy en día.

Dos tercios de los ahorros potenciales en el sector deben lograrse a través de cambios en demanda existente hacia modos de transporte más eficientes, o a través de frenar efectivamente el crecimiento de demanda de la movilidad de pasajeros y mercancías ubicadas en el transporte de estos (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014, p. 23).

Por ello se estima que los proyectos que deseen recibir estos fondos deberán exponer soluciones a problemas de servicios energéticos acordadas por la comunidad objetivo y estudios técnicos, ambientales y económicos que demuestren su viabilidad. Lo evalúa la entidad en el

sentido de ser responsable de la financiación y cuando se aprueba la solicitud está disponible hasta el 100% de la financiación del proyecto, que no es una forma de crédito sino una inversión estatal (Ñustes & Rivera, 2016, p. 8).

Considerando que los países de la región en mayoría han decidido transitar hacia la forma de electrificación de vehículos, por medio de estrategias de movilidad eléctrica trayendo consigo un marco regulatorio para este tipo de transición; reconociendo también el avance regional en movilidad eléctrica se refleja en el crecimiento del corredor aunque, enfatizando en cómo se da un uso diferente según las herramientas para promover la movilidad eléctrica en vez de la que usa derivados fósiles, sin una concertación en metas y estrategias regionales claras (Salazar M, 2022, p. 26).

Tanto así que hablar de tecnologías limpias, comprende de un lado las tecnologías de tipo energética como de suministro de energía, y las que se refieren a fuentes alternativas de energía renovable como energía eólica o la solar, y las tecnologías de eficiencia energética contratadas para mejorar la eficiencia del uso de la energía como calor y energía combinados (CHP), plantas de energía virtuales (VPP) y contadores inteligentes) (Bautista et al., 2022, p. 4).

Retos en Materia de Eficiencia Energética

Alternativas y viabilidad

La sustentabilidad también puede ser destacada al lado de la eficiencia energética que transforma a la organización en suministro de energía seguro, donde la inteligencia y eficiencia de los sistemas naturales se convierten en modelo para el desarrollo de la ingeniería, es decir, sin el costo de transporte de energía eléctrica y de vuelta a escala (Velazco et al., 2017, p. 19).

A la luz de lo que expresa (Pestana & Mejía, 2019, p. 6) “lo cierto es que las empresas privadas ya se están uniendo de una u otra forma a la innovación y ejemplificación de eficiencia energética, que permite contribuir a una mejor diversificación y producción de energías limpias”.

Tal y como se ve en la tabla anterior, la inversión en energías renovables a nivel mundial aumenta anualmente, así como la potencia instalada de cada una de ellas y la producción de biocombustibles. Pese a este aumento, este tipo de energía aun representa una fracción casi inapreciable en el mix con la energía convencional, por lo que debe ir afianzándose año tras año ganando paulatinamente importancia en el aspecto de la producción de energía en lo que respecta a Colombia (Giraldo et al., 2018, pp. 5–6).

Las estrategias de ahorro de energía en vehículos ligeros debido a adoptar tecnologías en la medida de ser alternativas se suelen presentar de dos formas; conversión de combustible y estrategias de ahorro de energía. Se ha encontrado que estas dos opciones de mitigación reducen las emisiones de los vehículos de manera diferente. Las opciones de conversión de combustible podrían reducir significativamente las emisiones de GEI en un período relativamente corto, aunque estarían limitadas por disponibilidad y las economías de escala de los vehículos que las utilizan; mientras que la solución de ahorro de energía es más efectiva para ahorrar estas emisiones a largo plazo (Castillo et al., 2019, p. 3).

Del lado de la implementación nos encontramos con que Uno de los principales y los obstáculos, además de las dificultades técnicas, es el elevado coste de las tecnologías sobre energías renovables en comparación con las tecnologías sobre combustibles fósiles. De ahí la necesidad de aplicar incentivos financieros adecuados para promocionarlas. En los sectores en donde la tecnología está más avanzada, por ejemplo, la energía eólica, y en los costes cayó de forma espectacular en el decenio anterior y lo siguen haciendo ahora. En el tema de inversiones adecuadas en investigación, desarrollo y demostración de tecnologías permitiendo que desde la comercialización de energías renovables a corto, medio y largo plazo, con lo que dichas fuentes podrán contribuir a resolver de una forma aceptable desde el punto de vista medioambiental y económico (Pereira Blanco, 2017, p. 6).

En experiencias de referencia como la de Suecia en la que se relaciona como el plan de no tener más automóviles basados en combustibles fósiles en 2030 (33% impuesto a los que contaminan más incremento de precio combustible, 5 años exención a los que no), revela mayor venta de “carros verdes” (incluye diésel, ethanol), esto dentro de la revisión de alternativas para el caso de Bogotá en el transporte eléctrico, ya que los resultados fueron resultados emisiones del sector que subieron 100,000 toneladas en 2010 con más conducción, concluyendo que la agencia Sueca de Transporte donde “el automóvil debe ser menos importante ante el transporte” (Pardo, 2011, p. 12).

Modelo universidad, empresa y estado

La universidad responde como ente integrador del modelo, debido a la capacitación generando nuevas herramientas de gestión fortaleciendo las capacidades en la formación y capacitación y contenidos académicos de gestión energética generando nuevas herramientas de

gestión y contenidos enfoque gerencial. La universidad respalda al estado en académicos en gestión energética con enfoque gerencial y ejecución de las políticas y planes como las políticas transmisión del conocimiento adquirido durante los planes mediante la transmisión de este en el que durante su investigación en el sector de eficiencia energética (Prias & Montaña, 2014, p. 2).

Por ello, dentro de las sugerencias a buscar nuevas herramientas de gestión energética frente al modelo que se dirige desde el ministerio de Minas y Energía en Colombia, ha dado para que atendiendo a las necesidades energéticas de las necesidades que se dan en la de la industria que permita difundir los conocimientos adquiridos. Esto sabiendo que el conocimiento adquirido por la universidad a través de los diferentes programas, apoyan de manera significativa el lograr la interacción con el sector productivo y se crea sinergias que pueden potenciar la producción y de llegar a generar procesos de mejora continua.

Es necesario entonces que cada entidad responda dentro de la dinámica del modelo con aportes al mismo para generar nuevas herramientas que fortalezcan modelo y con nuevas formas de propuestas en innovación en gestión energética del país. Por tanto la formación de gestores energéticos no solo es importante para la transmitir y retroalimentar el desarrollo de la estrategia conjunta de academia y estado con los sectores de combustibles fósiles, que por la experiencia adquirida en la industria es la innovación, debido a compromisos serios en la materia en la que ellos (los sectores de derivados del petróleo) generan las que llegan a consolidarse como se van a desenvolver en la industria (Prias & Montaña, 2014, p. 3).

Si consideramos la revisión de la combustión con aire enriquecido con oxígeno como estrategia para incrementar la eficiencia energética en la que revela como las alternativas disponibles para lograr incrementar la eficiencia energética en procesos de combustión se encuentra la combustión con el aire enriquecido con oxígeno, la cual consiste en aumentar la

concentración de oxígeno en el aire atmosférico hasta llegar a niveles de hasta el 100%, considerando que para el caso de Colombia (Cacua M & Herrera M, 2013), establece que:

“Es factible la inyección de oxígeno para los procesos de combustión con distintos niveles de enriquecimiento en industrias de alta temperatura, como el sector cemento, vidrio, cerámicos y plantas termoeléctricas” (p. 2).

No obstante, el país todavía no cuenta con una tecnología madura a escala industrial para llevar a cabo la combustión con aire enriquecido, lo cual se debe a los siguientes factores pues:

“No existe suficiente articulación entre la academia e industria para lograr transferir exitosamente resultados de investigación existentes; muchas empresas usan oxígeno industrial criogénico, lo cual aumenta el costo del proceso. Sin embargo, hay que destacar que en los últimos años se ha venido dando una migración hacia el desarrollo de sistemas integrados con generación criogénica de O₂ in-situ; desconocimiento de la aplicación de membranas poliméricas para el enriquecimiento del aire; y, muchos de los procesos se hacen de manera ineficiente y se necesitan recambios de materiales en cortos periodos, lo cual aumenta los costos de operación” (Cacua M & Herrera M, 2013, p. 13).

Esto va de la mano de lo que se denomina hidrocombustibles la cual el Hidrógeno (H₂) presenta como nueva alternativa en el campo de la energía, llegándose a considerar por sus ventajas, a modo de vector energético capaz en el futuro de sustituir parte de combustibles convencionales. Esto oportunamente ante la situación energética actual de no sostenibilidad por el empleo poco racional de la energía y los inconvenientes medioambientales que presenta el uso intenso de los combustibles fósiles, principales causantes del calentamiento global. La próxima Economía de Hidrógeno basada en el uso extendido de este elemento como energético, tanto para el transporte vehicular, el principal consumidor de petróleo, como para generar electricidad, destaca que el hidrógeno, el elemento más abundante del Universo, al no encontrarse libre en la naturaleza, necesita producirse considerando sustancias hidrogenadas tales como el agua e hidrocarburos (Carvajal O et al., 2011).

Biocombustibles

En el marco europeo el rumbo se ha fijado en un esquema de transporte urbano limpio basado en la generación de grandes proyectos de eficiencia energética a través de flotas de vehículos limpios y que están equipados con motores que usan biocombustibles y gas natural, complementado con la integración de redes, accesibilidad mejorada, nuevas formas de uso del vehículo particular e integración de sistemas de gestión. En contraparte el caso de Latinoamérica el esquema manejado en los últimos años se ha apoyado en reestructuración del espacio urbano, control del crecimiento del uso del vehículo particular y la implementación de sistemas de troncales de transporte masivo urbano y suburbano como en el caso de Bogotá Distrito Capital (Colombia) (Quintero G & Quintero G, 2015, p. 5).

La tecnología utilizada en los biocombustibles favorece la disminución de emisiones; ya que en Colombia, el etanol de caña de azúcar se asocia a un ahorro de emisiones del 71% y el Biodiésel de aceite de palma se vincula con reducción de emisiones de 19%, sin captura de metano (Patiño P, 2016, p. 111), esto determina que los despachos de Biodiesel llamado B-100 en términos comerciales del Enero de 2011 a Diciembre de 2015 muestran los siguientes datos de Barriles vendidos en Colombia.

Se evidencia como el despacho en Barriles realizados por los Productores de Biodiesel como un producto comercial denominado B-100 frente a los agentes de la cadena de enero de 2011 a diciembre de 2015 son significativos y en crecimiento tanto de consumo como de tendencia hacia el alza año a año.

Sobre los despachos de Biodiesel se consideran los realizados por los productores en datos del producto B100, por cuenta de los agentes de la cadena durante el primer y segundo trimestre 2017.

Tabla 6

Barriles Biodiesel producto B100 a agentes de la cadena de enero de 2011 a diciembre de 2015.

Año	Volumen Anual de B-100 (Barriles)	Equivalencia en (Galones)	Promedio Mes
2011	2.705.364	113.625.288	9.468.774
2012	2.989.214	125.546.988	10.462.249
2013	3.382.905	142.082.010	11.840.168
2014	3.112.676	130.732.392	10.894.366
2015	3.166.621	132.998.082	11.083.174

Fuente: Ministerio de Minas y Energía (Minminas) (2015, p. 12). [Adaptación autor].

Nota: Luego de los ajustes a los informes del ministerio de Minas y Energía en materia del seguimiento tanto al comportamiento de los combustibles fósiles en Colombia, como que se procedió a emitir reportes más detallados mes a mes desde el año 2016.

Actualmente en Colombia existen 11 plantas productoras de biodiesel distribuidas en varias zonas del país, de estas las condiciones de dichas plantas productoras son en términos de biocombustibles de tipo sostenibles las de mayor reconocimiento las del Caribe, Oleflores, Romil de la Costa, Biodiesel de la Costa, Odín Energy, BioD, y en las que se destaca como la planta que más toneladas produce, 200,000 al año (Camacho R & Pava R, 2019, p. 14).

Ahora bien, los despachos realizados por los productores en datos del producto B-100, por cuenta de los agentes de la cadena durante el primer y segundo trimestre 2018.

La energía renovable incluye biomasa, células fotovoltaicas, energía eólica, energía geotérmica e hidroelectricidad como una de las fuentes primarias de energía renovable más importantes en próximas décadas como la biomasa, pudiéndose sustituir cualquier combustible fósil si se utilizan diferentes tipos de tecnologías para convertirla en combustibles fósiles como calor, electricidad o el combustible líquido.

Tabla 7

Ventas de Biodiésel durante los 4 trimestres de 2017.

Mes	Volumen de despacho B-100 (Galones)
Enero	10.325.751
Febrero	10.098.878
Marzo	10.859.506
Abril	12.154.374
Mayo	12.313.310
Junio	13.011.668
Julio	12.734.438
Agosto	12.903.053
Septiembre	12.692.015
Octubre	13.615.269
Noviembre	12.847.285
Diciembre	12.972.207

Fuente: Ministerio de Minas y Energía (Minminas) (2017a, p. 17, 2017b, p. 10, 2017c, p. 10); Sistema de Información de Combustibles (SICOM) & Ministerio de Minas y Energía (Minminas) (2017, p. 10).

Nota: Los niveles de ventas en volumen de B-100 descritas en galones son la consolidación de los cuatro trimestres publicados por SICOM en el periodo de 2017, determina las condiciones tanto del suministro de este y estos son de tendencia al alza, con incrementando con ello el uso y/o reemplazo de combustibles convencionales según el tipo de conversión a combustibles limpios.

Así la biomasa se puede clasificar tanto en formas tradicionales de biomasa, que se puede llegar a utilizar directamente para calentar y cocinar, como leña, subproductos agrícolas y de los desechos animales, como en la biomasa moderna, después de la transformación, se puede utilizar como electricidad, calor y combustible líquido o biocombustible que son combustibles generados a partir de productos agrícolas y residuos orgánicos y se pueden clasificar según el nivel que se corresponde al desarrollo tecnológico y se pueden identificar como de primera, segunda y tercera generación (Florez B, 2011, pp. 19–20).

Tabla 8

Ventas de Biodiésel primer y segundo trimestre 2018.

Mes	Volumen Mensual de B-100 (Galones)
Enero	12.264.231
Febrero	11.502.260
Marzo	12.791.415
Abril	13.418.893
Mayo	13.617.353
Junio	13.324.064

Fuente: Ministerio de Minas y Energía (Minminas) & Departamento Administrativo de Estadística (DANE) (2018, p. 10).

Nota: Se han consolidado la información de los 4 trimestres del año 2018, considerando el alcance en materia de crecimiento de ventas de biodiesel en Colombia dentro de la transición a combustibles limpios.

Indicar que la cantidad de cultivos que deben hacerse para obtener la materia prima que se puede mejorar la calidad del aire. Además los biocombustibles pueden ser biodegradados hasta en un 85% en 28 días, algo que no ocurre con los combustibles fósiles que pueden tardar años en degradarse (Florez B, 2011, p. 25).

Power to Gas

En cuanto a costos lo estimado se refleja según las siguientes consideraciones del (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 18) en cuatro escenarios:

Para la sustitución de carbón en un rango de eficiencia (EER) apoyado en el uso de gas natural con resultados de entre 100 – 1.000 USD/kW en caso de hacer instalaciones de redes el costo por kW instalado se incrementa; en el caso de la sustitución de combustibles líquidos a gas natural los (EER) se pueden dar Gasolina a gas natural o Diésel a gas natural con entre 300 – 500

USD/kW en caso de hacer instalaciones de redes el costo por kW instalado se incrementa; un tercer tipo de sustitución de carbón y gas natural por biomasa considera el EER en tres de los escenarios Co-combustión que se estima entre 100 – 2.500 USD/kW..., el caso del Gas natural – biomasa es den aproximadamente 1.500 USD/kW, en el caso del Carbón – biomasa con un dato aproximadamente de 250 USD/kW en caso de hacer instalaciones de redes el costo por kW instalado se incrementa; y también está el caso de la sustitución de gas natural por biogás sin biodigestor de entre 1.000 y 2.000 USD/kW, y para el caso con biodigestor corresponde de entre 2.000 – 3.500 USD/kW.

Gas licuado de petróleo – GLP

Desde la Guía de Evaluación de Elegibilidad de financiación aplicada a proyectos de la eficiencia energética, se tiene que sustituir carbón por gas natural o llamado GLP (Gas licuado de petróleo) en el sector transporte, carbón y gas natural por biomasa residuales y sustitución de gas natural por biogás es óptimo para utilizar en industrias que emplean hornos y en calderas en los procesos productivos, pues posee características caloríficas, reemplaza satisfactoriamente a los demás combustibles (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 11).

En consideración los costos de combustibles utilizados en el sector de transporte vehicular y los efectos en términos de ahorro obtenidos si se decidiera el uso del GNC en lugar de gasolina o diésel se pueden ver reflejados en la tabla 9.

El GLP es una mezcla de hidrocarburos compuesto principalmente por propano (C₃H₈) y butano (C₄H₁₀). En su composición se encuentran otros hidrocarburos con menor participación, dentro de los que se resaltan el etano (C₂H₅) y fracciones más pesadas (C₅+).

Tabla 9

Valores comparativos de ahorro energético GNC en combustibles para el sector transporte.

Combustible	USD/gal	USD/kBTU	Ahorro energético (%)
Gasolina	3.34	28.95	37.5
Diésel	3.89	30.26	40.21
Gas Natural Comprimido	2.09	18.09	-

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (2020, p. 14).

Nota: Del ahorro energético estimado se estima un porcentaje que es mayormente evidenciado en el tipo diésel.

Éstas últimas en Colombia limitadas a un volumen máximo del 2% en mezcla, presenta combustible accesible, fácil transporte y almacenamiento.

En comparación con otros combustibles y teniendo en cuenta las cadenas de producción y consumo, el GLP es un combustible más limpio, que emite menores niveles de contaminantes. Este es inflamable, al igual que los demás combustibles derivados del petróleo, puede ser detectado por medio de su olor, es más pesado que el aire, causa el deterioro de algunos plásticos y aunque no es tóxico, es asfixiante. El GLP produce emisiones menor en comparación con otros combustibles fósiles midiendo en ciclo completo (Peña V, 2014, p. 14).

Este caso llevar a cabo la sustitución de gas natural por biogás es un caso especial que se llega a evidenciar con la utilización de la biomasa residual ya que el biogás es producto de la digestión anaerobia de la biomasa; es decir la conversión de la biomasa a través de un proceso biológico en gases, como es el caso principalmente del metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂) (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020, p. 14).

El contenido de metano en el biogás varía de acuerdo al tipo de sistema anaerobio utilizado, el cual se encuentra entre un 50% y 70%. Ya que en el estado líquido su transporte y

almacenamiento se facilita, pues en una unidad líquida se concentra en la misma energía contenida en 270 unidades de gas, permitiendo el uso de contenedores con menor capacidad donde existen múltiples aplicaciones en las que el GLP puede utilizarse como energético, en sectores como el residencial, industrial y transporte, algunas de sus aplicaciones específicas son: cocción, calefacción, propulsores de aerosol y combustible vehicular y el uso de GLP genera ahorros energéticos y reduce sobreexplotación de recursos, es considerado costo efectivo al tener la capacidad de transformar la mayor parte de su energía en calor (Peña V, 2014, p. 14)

Celdas fotovoltaicas

La energía solar fotovoltaica es un tipo de energía renovable que está basada en lo que es el aprovechamiento de la radiación electromagnética producida por el sol para convertirla en energía eléctrica. Por medio de paneles fotovoltaicos compuesta de celdas o módulos solares que captan la energía producida por el sol y convierten en energía eléctrica (Garzón M, 2019, p. 18).

En el sector transporte, los vehículos eléctricos de celdas de combustible FCEV las cuales llegan a presentar condiciones en las que el rango de conducción y recarga similar a vehículos convencionales, donde para el caso del elemento hidrógeno estima que está llamado a reemplazar al diésel oíl en segmentos en los que los vehículos eléctricos de batería (BEV) no competitivos, tal como en buses de pasajeros y camiones de carga pesada que realizan recorridos de largas distancias (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2021a, p. 31).

Las celdas de combustible o conductores protónicos son ideales para el uso en vehículos porque no emiten ruidos y no producen contaminación; y son desarrolladas inicialmente para submarinos y naves de superficie, pudiendo proporcionar lo que es son mejoras ambientales muy obvias, de aprovechamiento de energía y ventajas económicas (Gerena R, 2012, p. 18).

Con respecto a la energía solar fotovoltaica se conoce que la disponibilidad de la energía solar en diferentes regiones de Colombia, determinadas por el potencial positivo de energía solar fotovoltaica frente al resto del mundo; aunque se presentan variaciones, los datos evidencian que en todo el territorio el promedio de irradiación solar alto el cual se encuentra en las regiones de la Costa Atlántica y Pacífica, la Orinoquía y la Región Central (Gómez Ramírez et al., 2017, pp. 2).

Actualmente se encuentra el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono para el caso de Colombia, el cual busca mostrar e informar por medio del uso de estaciones meteorológicas (información radiométrica) la disponibilidad de energía solar en el territorio nacional en cuanto a radiación solar global, insolación y brillo solar, siendo relevante como la inversión o costo inicial de una instalación fotovoltaica es alto. Pero, el aprovechamiento posterior es enorme (larga vida útil del sistema) y económico (bajos costos de mantenimiento y no necesita de combustible). Se dice que si se aumenta la oferta de energía fotovoltaica, el costo sería menor, lo que se conoce como Merit-Order Effect (Gómez R et al., 2017, pp. 2–9).

El ejemplo de mejor relación de costo y beneficios es el panel fotovoltaico de capa fina el cual se considera asequible por su menor calidad en los materiales y fabricación más sencilla, aunque se sabe que es menos eficiente por el tipo de paneles suele usarse cuando el terreno es bastante amplio, se suma a este, aunque más costosos los mono y poli cristalino de silicio (Walteros W, 2020, p. 23).

La eficiencia que nos aporta el uso del hidrógeno como energético está habilitado por el uso de las celdas de combustibles para diferentes aplicaciones en los que se incluye el transporte, la industria, los edificios y el almacenamiento; tal es el caso que son superiores a las tecnologías de combustión, gracias a que convierten la energía química a energía eléctrica con una eficiencia superior al 60% (Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 2021a, p. 31)

En Colombia particularmente se conoce desde el Estatuto Tributario vigente en Colombia otorga incentivo adicional a personas jurídicas bien sea empresa u organización con capacidad de inversión sobre las inversiones en mejora son aptos para una deducción fiscal del 100% de la inversión al hacer uso de celdas fotovoltaicas (Potosí G et al., 2016, p. 3).

El caso de la tecnología de las celdas de combustible microbianas (MFC) por sus siglas en inglés (Microbial Fuel Cell), las hace dispositivos versátiles capaces de ser utilizados en diferente ambientes, con ventajas funcionales y operacionales sobre otras tecnologías ya que permite la conversión directa de un sustrato energético en electricidad, por medio de la remoción de materia orgánica y partículas con la acción contaminante en el agua, operando de manera eficiente en condiciones ambientales como bajas temperaturas, y con el potencial de ser utilizado en lugares con escasa infraestructura eléctrica no es tan significativo el peligro para su operación (Mora C & Bravo M, 2016, pp. 1–2).

En este sentido la demanda de recurso solar para Medio Ambientales IDEAM de co-realizado por el Instituto de Estudios El mapa de radiación solar anual laderas y valles donde es mayor comparado con el de las donde se observa un potencial so- algunas zonas llamadas altiplanos, gradualmente, con la excepción de ese potencial va disminuyendo hacia las cimas de las cordilleras región, y a medida que se asciende poseen el mayor potencial de esta de los valles del Cauca y Magdalena colombiana muestra que las zonas radiación solar en la región Andina Amazonia. La intensidad en Atlántico, Pacífico, Orinoquia y rizado por las regiones Andina, colombiana. Detalla que el país está caracterización que incide sobre el territorio solar global acumulada en el promedio entre 3.8 a 4.5 kWh/m²/día de la radiación promedio multianual que indica el mapa de radiación solar global de radiación solar diaria promedio res más grandes del país (Ulianov, 2011, p. 4).

Los vientos se ven respaldado en Colombia, por estar ubicado en el eje ecuatorial cuenta con las características climáticas privilegiadas para la producción de energía solar fotovoltaica, ya que cuenta con temperaturas de tipo constantes durante gran parte del año.

Según el Atlas de Radiación Solar de Colombia producido por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y el Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales (IDEAM) en general Colombia cuenta con potencial energético solar en todo el territorio, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 KWh/m² (Garzón M, 2019, p. 26), aclarando que actualmente el territorio colombiano cuenta con una capacidad total instalada de 5.28 MW con alrededor de 20.000 paneles solares, donde un 46% se encuentran distribuidos en Zonas No Interconectadas – ZNIs y un 54% en Sistema Interconectado Nacional (SIN), Anteriormente en el país hubo limitaciones respecto al desarrollo de energías renovables ya que no existía un marco normativo lo suficientemente robusto que suministrara lineamientos respecto a su uso, aprovechamiento y comercialización, el 13 de mayo de 2014 que el Congreso de la Republica de Colombia expidió la ley 1715 regula la integración de energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, punto de partida para empezar a consolidar desarrollo de proyectos de energías renovables como solar fotovoltaica (Garzón M, 2019, p. 28).

Aunque se evidencian productos de nuevo conocimiento en energía por parte de los grupos de investigación, es necesario fomentar la investigación en las líneas estratégicas definidas en el Plan de CTeI departamental, como son: fuentes de energía, sostenibilidad y mercados energéticos, y demanda de energía. Se requiere, además, una mayor promoción de las líneas de la política nacional, en materia de energías renovables (Restrepo et al., 2014, p. 12).

De la radiación solar se dice que es aprovechable para producir electricidad o calor pues la que se produce como energía solar fotovoltaica por la radiación solar que incide en unos

módulos diseñados para tal fin, genera energía eléctrica por efecto fotovoltaico, ósea es la energía solar térmica cuando se utiliza la radiación solar directa concentrada para el calentamiento de un fluido (Walteros W, 2020, p. 15).

Celdas combustibles

Las celdas combustibles corresponde según (Amell, 2014, p. 3) a:

“Las nuevas tendencias tecnológicas en combustión y calentamiento no se han adaptado frente a la combustión en lecho fluido, gasificación del carbón, del coque y de la biomasa, combustión sin llama, catalítica, oxicombustión, combustión por medio de recuperación auto regenerativa calórica, combustión sumergida, combustión con condensación, micro combustión y combustión HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) empleada en los motores de tipo alternativos con características de combustión interna”.

En general estos tipos de combustión, frente a la combustión convencional, tienen como ventajas una mayor eficiencia energética, menores emisiones contaminantes, productividad de los procesos y una mejor flexibilidad para el uso óptimo de combustibles de composición de tipo química diferente.

Como lo describe (González M et al., 2018, p. 3) por su estabilidad:

“A pesar de ser una tecnología relativamente costosa, su alta eficiencia energética (40-50 %), permite una generación eléctrica más económica. Introduciendo beneficios ambientales por la reducción de emisiones de CO₂, además de la posibilidad de cogeneración que ofrecen (CHP “Combined Heat and Power”), incrementando la eficiencia energética global del sistema en un 80-90% siendo así, que otra alternativa a tener en cuenta para suplir las necesidades energéticas en las ZNI a través de las llamadas microrredes”.

Se ha desarrollado un ejercicio de Vigilancia Tecnológica para el sistema de movilidad eléctrica, que abarca vehículos eléctricos, vehículos híbridos, eléctricos puros e híbridos para ser conectados de uso particular urbano y público liviano y masivo, como alternativa energética y

ambiental. Del estudio desde 2007 hasta 2012; se tuvieron en cuenta las industrias más representativas. A partir de la implementación de la metodología de Vigilancia Tecnológica se obtienen los argumentos de tipo técnico y económico que permiten anticiparse a los cambios asociados a la implementación de vehículos eléctricos en Colombia e identificando tendencias tecnológicas y se evalúan posibles desarrollos tecnológicos locales (Rosero G, 2016, p. 3), esto en relación a los vehículos eléctricos de uso en Colombia.

Consideraciones finales

Aunque para el caso de Colombia en 2010 el Ministerio de Minas y Energía adoptó el Plan de Acción Indicativo PROURE 2010 – 2015, que contiene los programas y las acciones a seguir para desarrollar el mercado de la EE en el país. El mismo se ha ido actualizando; desde el vigente es el Plan de Acción Indicativo - PAI PROURE 2017- 2022. En el año 2012 desde la entidad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promulgó la Res. 0186 en la cual se adoptaron las metas ambientales, metas de ahorro y metas de EE estipuladas en el PROURE. Se encuentran actualmente en marcha el Proyecto de evaluación del costo-efectividad de programas de eficiencia energética en los sectores residencial, terciario e industrial, y el que es Proyecto de promoción de medidas de eficiencia energética en los departamentos de Vaupés, Guainía y del Vichada, como aporte a la ejecución de programas regionales se han realizado varias actividades (como seminarios y cursos) vinculadas a la temática de la eficiencia energética también de las edificaciones (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2017, p. 25).

En 2019, desde el ministerio de Minas y Energía en Colombia se logró dar un gran salto en la Transición Energética, diversificando la matriz eléctrica desde la incorporación de más fuentes no convencionales de energías renovables, dentro de las que se destaca la solar y eólica.

Considerándose hito en la historia del sector y del país, posible gracias a la subasta de energías renovables, y del cargo por confiabilidad y determinación de empresas como Ecopetrol y EPM, apostando por energía más limpia y amigable con el medio ambiente (Suárez L, 2020, p. 8), y se establece que:

“En materia tributaria, el Gobierno Nacional amplió la deducción adicional del 50% del impuesto de renta de un periodo de 5 a 15 años por inversiones en fuentes alternativas y de la eficiencia energética, y una reducción de trámites, que hoy permiten la exclusión automática del IVA en la adquisición de insumos para la generación de energías renovables, y la disminución de 45 días en los tiempos para acceder a estos incentivos, al no exigirse trámite ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)” (Suárez L, 2020, p. 22).

Teniendo en cuenta que especialmente el gas natural será la fuente que permitirá esa transición, el Gobierno Nacional puso en marcha un plan de reactivación del sector minero-energético, funcional a la fecha de 2020. Según las cifras reportadas por el Ministerio de Minas y Energía, la producción de gas natural tuvo un incremento del 9,4%, paso de 977 millones de pies cúbicos promedio día (mpcpd) en el año 2018 a 1.068 mpcpd al cierre del año 2019. Ya para diciembre de 2019, la producción promedio de este recurso no renovable llegó a 1.125 millones de pies cúbicos al día, con un aumento del 7,5% con respecto a producción promedio registrada en noviembre (1.046 mpcpd)”. (Vita M, 2020, p. 2).

Desde la empresa privada como en el caso de (VATIA, 2020, p. 1), se establecen unos desafíos dentro de los cuales el número dos hace énfasis en el ahorro sobre el consumo de los combustibles fósiles, en tanto consumidores se necesita de los combustibles fósiles, también es cierto que las dificultades que entraña el uso de combustibles fósiles y trae consecuencias para el

planeta fuertes, y aunque ineludibles, es necesario que su uso sea razonable en pro del ahorro, y es donde se incorpora las campañas públicas sobre la disminución con mucha insistencia.

Ahora bien el punto tres trata de la insistencia en el uso de transporte eléctrico, sobre el aparte se entiende que pocos sectores dependen tanto de los combustibles fósiles como el transporte. Pues el uso de gasolina o gas implica un impacto en el ambiente. Hace necesario insistir en tener transporte que haga uso de energías limpias y recordar desde el gobierno local y nacional, como es urgente realizar dicho cambio. Por lo que desde la empresa este ejemplo se sugiere el cambio de biocarburantes a otros con menos porcentaje de combustible fósil (VATIA, 2020, p. 1).

Y el apartado número cuatro indica cómo se debe mejorar producción de biocarburantes, y en este sentido es un gran desafío para el país, ya que su tecnología de producción de estos los cuales se sabe necesita que al usarse y comercializarse sean viables al corto o mediano plazo; no dejando de lado que se ha avanzado de manera considerable en esta dirección, aclarando que aún queda mucho por trabajar en los diferentes sectores desde la transición energética y por ende de eficiencia (VATIA, 2020, p. 1).

Como otras alternativas limpias (Serna M, 2021, p. 21) detalla al alcohol carburante el cual es orgánico líquido diferente a los hidrocarburos, mejor conocido como un combustible desnaturalizado obtenido a partir de la biomasa; esta también el diésel extra básico (ACPM extra), que es una mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo, con bajo contenido de azufre y rango de destilación más estrecho comparado con el diésel corriente, y de bajas emisiones contaminantes; y cierra el etanol anhidro combustible desnaturalizado caracterizado por tener un contenido de agua inferior al 1% y compatible para mezcla con gasolina en cualquier proporción

para producir un combustible oxigenado con mejores características de eficiencia termodinámica y ambiental.

En Colombia, se conoce que la principal producción de energía es la hidroelectricidad, debido a la abundancia de agua en la mayor parte del país, y es de destacar que en segundo lugar están los combustibles fósiles tales como el petróleo, gas y carbón. Sin embargo, gracias a su riqueza natural y se sabe que la ubicación es privilegiada, el país tiene el potencial de ser un actor importante en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas para resolver la crisis energética a nivel mundial, y al tiempo es buscar la contribución a la protección del medio ambiente (Investin Colombia, 2018, p. 2).

Dichas consideraciones para Colombia tienen repercusión en que uno de los recursos en el ámbito de producción de energía eléctrica ubica al país como uno de los más limpios del mundo, con lo cual a diciembre de 2018, la capacidad de generación instalada en el sistema de interconexión nacional era de 17.312 MW (MW). De dicha esta capacidad instalada, el 68,4% corresponde a producción hidráulica, casi el 30% corresponde a producción térmica (13,3% de gas natural, 7,8% de fuelóleo líquido y 9,5% de carbón) y alrededor del 1% de Energías Renovables No Convencionales (FNCER), entre las que se destaca la eólica, solar y biomasa (Planas M & Cárdenas, 2019, pp. 3–4).

En este punto condiciones para nuestro país, muestran cómo es posible adentrarse en una deficiencia energética debido al crecimiento demográfico, razones como el aumento en demanda energética y falta de proyectos con oferta energética de energías limpias derivadas del uso del sol, el agua, el viento y los desechos orgánicos de tipo animal y vegetal, deriva en no vernos entre los primeros países de América Latina que hagan un aprovechamiento de fuentes limpias y renovables (Mora Aguirre, 2021, p. 6).

Encontrando más recientemente que acciones como las Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2022 apoyadas en la Resolución 1312 del 2016, vincula diversos pactos en los cuales involucra aspectos de desarrollo social, económico, cultural y productivo fomentando una mayor equidad; con especial atención en la implementación de energías no convencionales como lo son los pactos por los recursos minero energéticos y la calidad y eficiencia en los servicios públicos en lo que se denomina el pacto por la calidad y eficiencia en los servicios públicos fundamento de equidad de los colombianos y de competitividad a las empresas (Rincón, 2022, p. 23).

Finalmente, cabe mencionar que el petróleo y sus derivados representaron en el año 2015 48% del consumo interno y gas natural 20%, mientras la hidroelectricidad 11% y el carbón 9%. Siendo las fuentes renovables no convencionales irrelevantes en la matriz de consumo del país. Por tanto la matriz tiende a variar debido a que buena parte de la producción de carbón exporta, y no se consume en el país, lo mismo en el petróleo, según oferta de energía primaria para el año 2015 (Corredor, 2018, pp. 11–12).

Lo cual lleva a medidas como la prohibición del uso de bombillas incandescentes y definición de un grupo de electrodomésticos que deben mostrar etiqueta con una ventaja de eficiencia como un avance importante frente a la competencia con los combustibles fósiles. Mientras tanto, en la matriz energética industrial, muchas empresas se modernizan en sus equipos; aún existen otras con máquinas antiguas que no les permiten funcionar de manera eficiente. Y en el transporte, es aún más complicada, ya que el país la flota de vehículos más antiguos, ineficientes y que generan un mayor consumo de energía, por lo que existe la necesidad de innovar y cambiar a tecnologías más nuevas y limpias (Semana, 2019, pp. 2–3).

Sabiendo que no es fácil dejar de lado los combustibles fósiles, para (Chaparro et al., 2021, p. 3), señala como practicas a favor de este criterio el implementar el transporte y las rutas

más apropiados para la cosecha y el traslado de los RFF del cultivo a los puntos de acopio y/o a la planta de beneficio; desarrollar planes de mantenimiento, medición y corrección; establecer indicadores de desempeño energético y ambiental, bajo estándares como los del sistemas de gestión de la energía ISO 50001 en los que se enmarquen etapas del proceso con ineficiencias en el uso de servicios industriales.

Sin embargo, es de indicar que contrario a los avances obtenidos en los últimos años, en Colombia se consideró la propuesta de la CREG, a través de la circular 089 Documento CREG 077 de 2014, en la cual se define el ingreso al mercado energético, apuntando como requisito realizar una subasta para entregar un incentivo a los proyectos que puedan dar mayor energía confiable (Burgos J & Moreno P, 2021, p. 9).

Conclusiones

La documentación encontrada sobre las condiciones de consumo en materia de energía en el sector de combustibles fósiles presenta un panorama en el que los aspectos convencionales y transición a energías limpias en Colombia, están muy bien soportados en lo que a normatividad se refiere, llegando a ser consideradas las nociones de energías limpias basadas en el PROURE, y que desde el 2011 han dado un avance significativo desde una serie de desarrollos en materia de legislación y puesta en marcha, aun de planes conjuntos alrededor del tema, con lo cual las normas adelantadas para Colombia son de un alto grado de relevancia, aunque esto no se vea en la práctica del todo reflejadas; y que es consecuente con otras condiciones que se han plasmado en el tiempo a raíz de la exigencia en el plano internacional y que repercuten en las dimensiones del sector de hidrocarburos en toda la cadena de suministro, esto en tanto la eficiencia energética ha pasado de ser solo un tema medioambiental académico a formar parte de las políticas públicas de desarrollo de la economía nacional, y apuntando a nuevos escenarios en los que sea más que relevante el accionar de medidas desde la eficiencia de los motores de vehículos de carga, de transporte público, automóviles particulares y motos.

La identificación de las dinámicas alrededor del consumo de combustibles fósiles no solo es compleja sino que riñe con las demandas de crecimiento del país, siendo que en esta materia se dan a evidenciar condiciones de apropiación de las diversas medidas como cambios en las bombillas de las estaciones de servicio, métodos de ahorro eficiente en la dispensación de combustibles a todo tipo de vehículos, pero en especial el papel del conductor dentro de la cadena de trabajo de los combustibles fósiles, ya que unas buenas prácticas de conducción, no solo representaran gastos menores en el requerimiento de los tipos de combustibles, y por ende aportantes a condiciones más favorables dentro del sector de combustibles fósiles en Colombia,

sino que en suma se llegan a considerar unos mejores rendimientos que aportan a un gasto menor en combustibles como el diésel y la gasolina principalmente, pues otros combustibles como el gas, se ven un poco alejados de eficiencia propiamente dichas, en el sentido de que por sí solos llegan a representar un valor agregado en materia de menos recursos usados para generar energía en los vehículos como principal accionar de consumo de combustibles propiamente dichos y su impacto frente a la generación de uso de energía para el caso de los vehículos de transporte, particulares y las motos revelan que de acuerdo a lo analizando, los estudios académicos e institucionales con respecto a eficiencia energética, dan por hecho que aspectos como la potencia en los motores se ve afectada, lo cual está en correspondencia del trabajo frente a la calidad de las emisiones producidas dentro de los factores de eficiencia reales, entendiéndose por tanto, que aunque una solución, el factor de preferencias de los usuarios es otro tema conexo al estudio de eficiencia energética en el cual se debe considerar en estudios al respecto, pues es el usuario quien en últimas genera las condiciones de consumo en las que se ven reglamentados de por sí varios procesos que determinan las verdaderas causas de consumo energético del país.

Finalmente la formulación de alternativas de eficiencia energética en el país comprende por un lado un modelo Universidad, Empresa y Estado, que a la luz de las condiciones actuales del país se ve enfrentado a las realidades de trabajo conjunto entre estos tres estamentos, la razón es que si bien universidad y empresa han considerado antes y ahora modelos conjuntos de trabajo, frente al estado hay una brecha marcada en cuanto a que es el Estado quien determina los modelos a seguir, que para el caso de los combustibles fósiles, solo dicta desde el ministerio de Minas y Energía, las condiciones normativas ajustadas a las demandas actuales de energía; por lo cual en este papel, se dictaminan muy en derecho las metas a lograr conforme universidad y empresa requieren, lo que nos lleva a determinar que falta un orden claro de roles a seguir que

dicte no solo el camino sino los medios para llegar a dichas metas, lo que determinaría de cierto modo un idioma común de trabajo aplicable al resto de alternativas disponibles y las que surjan de trabajos en materia de eficiencia energética del país; ahora bien tenemos los llamados biocombustibles como otra alternativa que ya ha calado mucho en el tiempo y sobre el cual se esperan muchas dinámicas a favor de la eficiencia energética del país, por ende se espera que tales condiciones de esta alternativa demarque muy bien las formas en las que se efectúen de la mano de la investigación y el desarrollo de tecnologías, las formas de mejor aprovechamiento de este recurso, el que nos lleva a otra alternativa como la del Power to gas la cual no debería ser una especie de tendencia moda, sino regular los alcances que esta pudiese aportar desde la interacción de recursos conjuntos en el campo petrolero junto al Gas licuado de petróleo (GLP) el cual está muy bien posicionado y ha venido en aumento de uso en el país considerando los alcances de los productos fósiles convencionales, este se ve como alternativa más próxima a ser apoyada en materia de transición a energías limpias junto a las celdas fotovoltaicas las cuales aunque en menor cantidad han sido desarrolladas y trabajadas de la mano de las celdas de tipo combustibles, lo cual es sinónimo de trabajo conjunto e individualizado hacia el fortalecimiento de la transición general en la que desde 2011 se ha puesto mayor empeño, y desde la que frente a temas como la mitigación de impacto de los combustibles fósiles, es un ejemplo muy en el sentido evidente de que según se entiende las condiciones de cumplimiento de normas existentes, en Colombia si se han dado como manifestación de formas alternantes según el crecimiento económico e industrial del país, y que aunque los combustibles fósiles son una de las fuentes de crecimiento y desarrollo de mayor grado de importancia, junto a estos se han venido mejorando las condiciones hacia un país fuerte en materia de transición energética y por ende considerando la eficiencia energética propiamente dicha desde el sector de los combustibles fósiles.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, V. M. (2021). Bioeconomía y su contexto en Colombia. *Departamento Ciencias, Facultad De Jorge, Universidad Lozano*.
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/26530>
- Amell, A. (2014). Elementos para un programa de investigación e innovación en combustión de combustibles fósiles y de origen renovable en Colombia. *Ingeniería y Sociedad*, 8, 2.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingeso/article/view/21055>
- Arango A, M. A., & Arroyave O, S. (2016). Análisis de combustibles fósiles en el mercado de generación de energía eléctrica en Colombia: Un contraste entre modelos de volatilidad. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economia y La Empresa*, 22(1), 190–215.
[https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1253/Análisis de combustibles fósiles en el mercado de generación de energía eléctrica en Colombia. Un contraste entre modelos de volatilidad.pdf?sequence=1](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1253/Análisis%20de%20combustibles%20fósiles%20en%20el%20mercado%20de%20generación%20de%20energía%20eléctrica%20en%20Colombia.%20Un%20contraste%20entre%20modelos%20de%20volatilidad.pdf?sequence=1)
- Aristizábal A, C., & González M, J. (2021). *Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial Review of energy efficiency and sustainability measures in the cement industry worldwide*. 20(3), 91–110.
<https://doi.org/10.18273/revuin.v20n3-2021006>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2020). *Guía para la Evaluación de Elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética*. 25.
[https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1304/GUIA - Motores de Alta Eficiencia.pdf?sequence=1](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1304/GUIA%20-%20Motores%20de%20Alta%20Eficiencia.pdf?sequence=1)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2017). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y oportunidades. *Informe*, 118. <https://publications.iadb.org/es/eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-avances-y-oportunidades>
- Bautista, E. L. V., Guerrero, R. J. Â., Bone, J. M. F., Lozano, C. J. V., Cheres, I. A. A., & Arboleda, T. J. O. (2022). Una revisión del suministro de energía renovable y las tecnologías de eficiencia energética. *Polo Del Conocimiento*, 7(4), 2012–2046.
<https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3934>

- Bonilla M, M., Herrera F, H., & Puertas G, Y. (2017). *Factores de emisión del sistema interconectado nacional Colombia-SIN*.
<https://static.legal.legis.com.co/aec50f178c624bfba8532b17e946ee6c.pdf>
- Briano, J. I., Jesús Baez, M., & Moya Morales, R. (2016). Eficiencia energética en Colombia : Identificación de oportunidades. *Ingeniare*, 26(1), 60. <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00485.pdf>
- Briceño M, D. C., & López S, O. (2011). Importancia Del Combustible En El Transporte Aéreo Colombiano. *Universidad Militar Nueva Granada*, 27.
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/3217/2/BricenoMorenoDianaCarolina2011.pdf>
- Burgos J, J. M., & Moreno P, A. C. (2021). *Análisis de normativa e impactos ambientales de la regulación energética renovable en Colombia*. May.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20235.98089>
- Cacua M, K. P., & Herrera M, B. A. (2013). Revisión de la combustión con aire enriquecido con oxígeno como estrategia para incrementar la eficiencia energética. *Ingeniería y Universidad*, 17(2), 463–482. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5468961>
- Cadena, Á. I., González, O. V., & Báez, O. (2014). Eficiencia Energética en Colombia: Estrategias y metas. *Upme*, 34. [http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/Memorias Eventos/Eficiencia Energetica/2_EFICIENCIA ENERGETICA EN COLOMBIA_UPME.pdf](http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/Memorias%20Eventos/Eficiencia%20Energetica/2_EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EN%20COLOMBIA_UPME.pdf)
- Camacho R, J. A., & Pava R, S. C. (2019). Conveniencia de la Producción de Biodiesel en Colombia desde la Perspectiva del Desarrollo Sostenible. *Universidad Católica de Colombia*, 42.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2011). *Eficiencia energética y energías limpias*.
<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/11157/100001477.pdf?sequence=1>
- Campos A, J. C., Lora F, E., Meriño S, L., Tovar O, I., Navarro G, A., Quispe O, E. C., Vidal M, J. R., Castrillón, Y. L., & Castrillón M, R. (2012). Guía para la implementación de sistemas

- de gestión integral de la energía. *Grupo de Investigación En Energías, GIEN Universidad Autónoma De Occidente*, 1–32. <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>
- Cárdenas, S. C., & Peláez, G. A. (2011). *¿Que es una auditoría energética?* [http://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/1609/1987-V5-N3-Articulos-Art 3.9.pdf?sequence=1](http://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/1609/1987-V5-N3-Articulos-Art%203.9.pdf?sequence=1)
- Cardona, J. C. (2017). *Evaluación técnico-económica de proyectos energéticos a partir de fuentes de energía renovable en Colombia*. 14. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4195>
- Carpio, C., & Coviello, M. F. (2014). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio. *CEPAL Naciones Unidas*, 562, 391. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4106/S2013957_es.pdf?sequence=1&is Allowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4106/S2013957_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carrillo G, L. J., & Diaz J, B. A. (2017). *Metodología de energización sostenible a ZNI de Colombia, considerando criterios de eficiencia energética y usos productivos en la demanda*. 13(3), 1576–1580. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/1463>
- Carvajal O, H., Babativa, J. H., & Alonso, J. A. (2011). Estudio sobre producción de H2 con hidroelectricidad para una economía de hidrógeno en Colombia. *Ingeniería Y Competitividad*, 12(1), 31–42. <https://doi.org/10.25100/iyc.v12i1.2700>
- Castellanos, A., Chaparro, D., & Lozano, N. (2022). Hidrógeno como sustituto de los combustibles fósiles en Colombia para el Sector Automotriz. *Universidad De América*, 42. <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8883>
- Castillo, J. C., Restrepo, Á., Tibaquirá, J. E., & Quirama, L. F. (2019). Estrategias de eficiencia energética en vehículos livianos del transporte por carretera en Colombia. *Revista UIS Ingenierías*, 18(3), 129–140. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n3-2019013>
- Chaparro, D. C., Ramirez, N., Munar, D., García, J., Cammaert, C., & Rincón, S. (2021). Minimizar el consumo de combustibles fósiles, una de las actividades dentro de las mejores prácticas bajas en carbono. *El Palmicultor*, 592(Junio), 31–33. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/13525>

- Cifuentes, A. (2018). *Análisis de riesgos y oportunidades de la producción de biocombustibles frente a la seguridad alimentaria en Colombia*. 1–21.
<https://core.ac.uk/download/pdf/213560513.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2011). Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera. *CEPAL Naciones Unidas, No. 281*, 1–8.
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36126>
- Congreso de la Republica de Colombia. (2020). Constitución Política de Colombia: Artículo 80. *Congreso de La República*. <https://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>
- Corredor, G. (2018). Colombia y la transición energética. *Ciencia Política*, 13(25), 107–125.
<https://doi.org/10.15446/cp.v12n25.70257>
- Durán Suárez, C. A. (2018). Oportunidades de las empresas de servicios energéticos, en el mercado de la eficiencia energética de la industria colombiana. *Universidad EAN*, 149.
<https://repository.ean.edu.co/handle/10882/9055#.YN1EW79N50s.mendeley>
- Estrada M, S. A. (2017). Identificación de barreras para la implementación de medidas de eficiencia energética en procesos de alta temperatura en diferentes regiones de Colombia. *Instituto Tecnológico Metropolitano*, 113.
<https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/403>
- Florez B, A. M. (2011). Modelo regional de producción y transporte de biocombustibles en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*, 146. <http://www.bdigital.unal.edu.co/4862/>
- Forero N, C. A., Arango, J. E., & Sierra V, F. E. (2014). Evaluación energética de un sistema de generación de 400 kWe en modo diesel-gas licuado de petróleo. *Ingeniería Mecánica*, 17(3), 205–215. <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v17n3/im02314.pdf>
- Garzón M, N. E. (2019). Análisis de uso y aprovechamiento de energía solar fotovoltaica para la operación de infraestructuras de transporte urbano. *Universidad de Los Andes*, 113.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/43939>
- Gerena R, O. A. (2012). Síntesis y caracterización de circonato de Bario, dopado con cationes trivalentes como posible conductor protónico para celdas combustibles de óxido sólido.

- Universidad Nacional de Colombia*, 125. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21608>
- Giraldo, M., Vacca R, R., & Urrego Q, A. (2018). Las energías alternativas ¿Una oportunidad para Colombia? *Punto de Vista*, 9(13). <https://doi.org/10.15765/pdv.v9i13.1117>
- Gómez, O. (2020). El reto de las energías renovables no convencionales. *Revista Universidad EAFIT*, 55(175). <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/6455>
- Gómez R, J., Murcia M, J. D., & Cabeza R, I. (2017). La Energía Solar Fotovoltaica en Colombia: Potenciales, Antecedentes y Perspectivas. *Universidad Santo Tomás*, 1–19. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10312#.Xpdvj3oYcAl.mendeley>
- González G., C. A. (2013). Proyectos de transporte e infraestructura y su contribución a la movilidad sostenible y la gobernabilidad local: El caso de Cali, Colombia. *Entorno Geográfico*, 7–8. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i7-8.7563>
- González M, D., Ramos P, C. A., Potosí G, B. A., Henao B, E. E., & Saavedra M, A. J. (2018). Análisis de factibilidad técnico-económico de microrredes que integran celdas de combustible en zonas no interconectadas de Colombia. *TecnoLógicas*, 21(43), 71–89. <https://doi.org/10.22430/22565337.1057>
- Grupo de Investigación Ambientech. (2018). *Los combustibles fósiles: el petróleo y el gas natural*. <https://ambientech.org/los-combustibles-fosiles-el-petroleo-y-el-gas-natural>
- Investin Colombia. (2018, December 21). *Colombia y su potencial en fuentes de energías renovables*. 2. <https://investincolombia.com.co/es/articulos-y-herramientas/articulos/colombia-y-su-potencial-en-fuentes-de-energia-renovables>
- Kohon, J., Champin, J., Rodríguez, M., & Cortés, R. (2016). Desafíos de carga ferroviario del transporte en Colombia. *Banco Interamericano*, 132. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Desafíos-del-transporte-ferroviario-de-carga-en-Colombia.pdf>
- Kreuzer, F. M., & Wilmsmeier, G. (2014). Eficiencia energética y movilidad en América latina y el Caribe. Una hoja de ruta para la sostenibilidad. *Documentos de Proyectos CEPAL*, 305. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36798/1/S1420695_es.pdf

- López D, O. (2018). La eficiencia energética en la industria: una solución efectiva para ahorrar energía. *Letras ConCiencia TecnoLógica*, 31–38.
<https://revistas.itc.edu.co/index.php/letras/article/view/120>
- Lorca Corrons, A. (2011). *Marco Teórico de la energía: Teorías y técnicas de análisis*. In *Revista de derecho administrativo*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1962145.pdf>
- Manzanares, P. (2011). *Introducción al Cálculo del Balance energético de la Producción de Biomasa*. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/106/38106923.pdf
- Márquez C, J. A., Marín J, J. D., & Carvajal Q, S. X. (2017). Mejoramiento del desempeño energético en el sector industrial a través de la relación entre eficiencia energética y la integración de energías no convencionales. *Sicel*, 9, 1–6.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/SICEL/article/download/63741/66175/384502>
- Martínez Alier, J. (2012). *La ciencia economica y el análisis energético. Discusiones antiguas y recientes*. <https://www.raco.cat/index.php/Papers/article/viewFile/24842/58301>
- Martínez O, A. (2021). Transición energética y retos del sector energético en Colombia. *Fedesarrollo*, 1–35.
https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/4110/Repor_Abril_2021_Martínez_Presentación.pdf?sequence=1
- Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2011). *Resolución 180919 de 01 de junio de 2010*. https://xperta.legis.co/visor/legcol/legcol_87fed8f9689b3034e0430a0101513034/coleccion-de-legislacion-colombiana/resolucion-180919-de-junio-1-de-2010
- Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2016a). Boletín Estadístico Trimestre I de 2016: Enero a Marzo. *Boletín Estadístico*, 8.
https://www.sicom.gov.co/images/boletines_anteriores/Boletin_Sicom_Trimestral_I_2016_publico.pdf
- Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2016b). Boletín Estadístico Trimestre II de 2016: Abril a Junio. *Informe*, 8. http://www.sicom.gov.co/apc-aa-files/495052435f5052454445465f30303231/Boletin_Sicom_Trimestral_II_2016_publico.pdf%0A

Resolución 31330 de 2015, (2016).

https://www.sicom.gov.co/images/normatividad/resoluciones/Resoluci_n_31330_del_15_de_julio_de_2016.pdf

Resolución 31348 de 2015, 2 (2016).

https://www.sicom.gov.co/images/normatividad/resoluciones/Resoluci_n_31348_de_2016.pdf

Resolución 31689 de 2015, 6 (2016).

https://www.sicom.gov.co/images/normatividad/resoluciones/RESOLUCION_31689_PRO_CEDIMIENTOS_SICOM.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2017a). Boletín Estadístico Trimestre I 2017.

Boletín Estadístico, 57, 18. http://www.sicom.gov.co/apc-aa-files/495052435f5052454445465f30303231/BOLETIN_TRIMESTRE_I__2017_Final_3.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2017b). Boletín Estadístico Trimestre II de 2017:

Abril a Junio. *Boletín Estadístico*, 11.

https://www.sicom.gov.co/images/boletines_anteriores/BOLETIN_TRIMESTRE_II__2017_Inicial_2.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2017c). Boletín Estadístico Trimestre III de 2017:

Julio a Septiembre. *Informe*, 16.

https://www.sicom.gov.co/images/boletines_anteriores/BOLETIN_TRIMESTRE_III_2017.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2017d). *Resolución 31351 de 2016* (p. 4).

https://www.sicom.gov.co/images/normatividad/resoluciones/RESOLUCI_N_31_351_DE_2_DE_MAYO_DE_2017_2.pdf

Resolución 40278 de 2017, (2017).

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/37446-Resolución-40278-04Abr2017.pdf>

Resolución 40279 de 2017, 10 (2017).

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/37447-Resolución-40279-04Abr2017.pdf>

Resolución 31183 de 2018, 10 (2018).

https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/47858-res_31183_290518.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2018a). *Resolución 31689 de 2015* (p. 2).

<https://www.sicom.gov.co/index.php/resoluciones/item/200-resolucion-31689-de-2015>

Resolución 40303 de 2018, 2 (2018).

<https://www.sicom.gov.co/index.php/normatividad/gas/item/236-resolucion-40303-del-2-de-abril-de-2018>

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2018b). Transacción de Volúmenes de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo. *Boletín Estadístico*, 20.

https://www.sicom.gov.co/images/boletines_anteriores/BOLETIN_ESTADISTICO_1_JULIO_2017_30_JUNIO_2018.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2020). *Resolución 40303 de 2019*. 20.

https://www.sicom.gov.co/images/novedades/pdf/Resolucion_40303_Redistribucion_15_Octubre_2020.pdf

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2021a). *Plan de Acción Indicativo 2022 – 2030*. 149.

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24329857/Resolución+adopción+PROURE+++consulta.pdf>

Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2021b, August 24). *Reglamento para agentes de cadena de combustibles*. 3. <https://www.sicom.gov.co/index.php/novedades/item/436-conectate-con-la-direccion-de-hidrocarburos-para-que-conozcas-los-detalles-del-nuevo-reglamento-tecnico-de-agentes-de-la-cadena-de-combustibles-liquidos>

Ministerio de Minas y Energía (Minminas), & Departamento Administrativo de Estadística (DANE). (2018). Boletín DANE Estadístico - Trimestre I de 2018: Enero a Marzo. *Boletín Estadístico*, 1–16.

https://www.sicom.gov.co/images/boletines_anteriores/BOLETIN_DANE_TRIMESTRE_I

_2018.pdf

- Ministerio de Minas y Energía (Minminas), & Sistema de Información de Combustibles (SICOM). (2020). *Protocolo para la inactivación de los agentes de la cadena de distribución SICOM líquidos*. 1–6. [https://www.sicom.gov.co/images/Caso 79437/Caso No. 79437/EP-P-56_PROTOCOLO_INACTIVACION_AGENTES.pdf](https://www.sicom.gov.co/images/Caso_79437/Caso_No.79437/EP-P-56_PROTOCOLO_INACTIVACION_AGENTES.pdf)
- Mora Aguirre, Y. D. (2021). *Las energías limpias y su aplicación en Colombia*. 1–51. <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/3394#.YLT92swfGpo.mendeley>
- Mora C, A., & Bravo M, E. (2016). Diversidad bacteriana asociada a biopelículas anódicas en celdas de combustible microbianas alimentadas con aguas residuales. *Universidad Nacional de Colombia*, 8. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v22n1/v22n1a08.pdf>
- Moreno, R., López, Y. U., & Oqueña, E. C. Q. (2018). *Escenario de Desarrollo Energético Sostenible en Colombia 2017-2030*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6802203>
- Ñustes, W., & Rivera, S. (2016). Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. *Ingeniería Investigación y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia*, 12. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/5954/4974
- Otalora T, J. F., & Romero R, C. C. (2017). *Construcción de un escenario de mitigación para el sector energético a través de la calculadora de carbono 2050 de Colombia*. 11(1), 92–105. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2512>
- Páez, E. G. M. (2019). *Una industria cambiante*. 1. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/download/10307/10213>
- Pardo, C. F. (2011). Oportunidades y riesgos del transporte eléctrico en Bogotá y Colombia. *Despacio.Org*, 34. <https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2011/04/UNal-Abril201-movilidad-electrica-pres-y-paper-CFP.pdf>
- Parra S. Alejandro. (2018). Observación e investigación para avanzar de lo simple a lo complejo. In A. Ardila Silva & G. Correo A (Eds.), *Universidad de La Salle* (pp. 1–302). <https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/16/>

- Patiño P, L. I. (2016). Estructura productiva, eficiencia energética y emisiones de CO2 en Colombia. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 11.
<https://biblioproxy.umanizales.edu.co:2259/servlet/tesis?codigo=116997>
- Peña V, C. (2014). Evaluación de la penetración del gas licuado de petróleo como combustible en el sector transporte en Colombia. *Universidad de Los Andes*, 154.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12651/u686682.pdf?sequence=1>
- Perdomo V, M. A. (2017). Importancia de la implementación de la regulación para el uso de energías renovables en Colombia. *Universidad Católica de Colombia*, 99–117.
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14994>
- Pereira Blanco, M. J. (2017). Tratamiento jurídico de las energías renovables en Colombia: ahorro energético, eficiencia energética y uso racional de la energía. *Revista Jurídica Mario Alario D Filippo*, 9(17), 43–68. <https://doi.org/10.32997/2256-2796-vol.9-num.17/2017/208>
- Pestana, M., & Mejía, D. (2019). La gran evolución energética de Colombia. *Universidad Del Rosario*, 1(August), 117–125. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/20117>
- Pinilla Rodriguez, L. G. (2016). Propuesta de Metodología para establecer Factores de Emisiones en [gr/kWh] de Vehículos para Sistemas Integrados de Transporte en Colombia bajo pruebas en ruta. *Universidad Nacional de Colombia*, 208.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/52728/>
- Planas M, M. A., & Cárdenas, J. C. (2019, March 26). La matriz energética de Colombia se renueva. *Banco Interamericano*, 5. <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>
- Potosí G, B. A., Ramos P, C. A., & Serna G, S. I. (2016). Las celdas combustibles de hidrógeno en Colombia. *Universidad Del Quindío*, 14.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992016000200007
- Poveda, M. (2011). *Eficiencia Energética: Recurso no aprovechado*. Latin American Energy Organization. <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>
- Prias, O., & Montaña, D. (2014). Modelo estratégico de innovación para impulsar la gestión

- energética en Colombia. *Energética*, 44, 61–68. www.revistas.unal.edu.co/energetica
- Quintero G, J. R., & Quintero G, L. E. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. *Revista Ingeniería y Región*, 14(2), 87–97.
<http://img.diariodelviajero.com/2010/07/>
- Ramírez S, Y. A. (2018). *Estrategias para la implementación de la cogeneración para un sistema de gestión de la energía en Colombia*. 1–64.
<http://52.0.229.99/handle/20.500.11839/7128>
- Real Academia Española (RAE). (2020). *Definición de eficiencia*. *Diccionario de La Lengua Española*. <https://dle.rae.es/contenido/cita>
- Rendón A, C. D. (2019). *Análisis de la Seguridad Energética en la Cadena de Suministro del Petróleo y los Combustibles Líquidos en Colombia*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76839>
- Restrepo, S., Salazar, K., Ocampo, O., & Vergara, M. del C. (2014). Análisis de la producción científica en energía en Caldas, Colombia. *Universidad Autónoma de Occidente*, 13.
<https://www.redalyc.org/pdf/478/47838946012.pdf>
- Rincón, J. F. (2022). Energías Renovables, una Alternativa para Ampliar Cobertura del Servicio Energético en Colombia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38962>
- Rincón Munar, J. N. (2019). Productividad en el transporte de carga por carretera en Colombia. *Universidad Externado de Colombia*, 58.
<https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/2051>
- Ríos-Alvarado, A. (2016). Las energías renovables y las TIC en la construcción de una nueva Colombia. *Entramado*, 12(2), 8–10. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.6657>
- Rosas C, D., Cardona, C. M., & Rivas T, E. (2015). Primera aproximación para el aprovechamiento y generación de energía con gas natural desde mecanismo de desarrollo limpio (MDL). *Revista Científica*, 1(21), 29.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.rc.2015.21.a3>

- Rosero G, J. A. (2016). Vigilancia tecnológica de vehículos eléctricos y tecnologías periféricas en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*, 56–58.
<https://publicaciones.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1194>
- Saad, A. P. (2019). *Memorias del 61° congreso internacional de ACODAL: agua, saneamiento, ambiente y energías renovables*. <https://www.acodal.org.co/wp-content/uploads/PDFs/Memorias-Congresos/Memorias-ISSN-2018.pdf#page=8>
- Salazar M, E. A. (2022). *Vehículos eléctricos, una opción viable para Colombia*.
<https://repositorio.utp.edu.co/items/e32aa660-eddc-4079-8c85-6d01388d6500/full>
- Santamaría, R. L. (2018). Descarbonización de la economía: transición de un modelo minero-energético a una reconversión productiva del caribe colombiano. *Doctoral Dissertation, Universidad Del Magdalena*, 29.
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/1380>
- Semana. (2019, March 5). *Eficiencia energética: Colombia ha avanzado, pero falta mucho por hacer*. 6. <https://www.semana.com/actualidad/articulo/eficiencia-energetica-colombia-ha-avanzado-pero-falta-mucho-por-hacer/43180/>
- Serna M, E. (2021). *Ciencia transdisciplinar para el desarrollo y la supervivencia de la humanidad* (Issue July). <http://doi.org/10.5281/zenodo.5139646>
- Sistema de Información de Combustibles (SICOM). (2020a). *Acerca de SICOM*. 3.
<https://www.sicom.gov.co/index.php/acerca-de-sicom>
- Sistema de Información de Combustibles (SICOM). (2020b). Boletín Estadístico Versión 2. Operación Estadística: Transacción de Volúmenes de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo. *Informe*, 3. <https://www.sicom.gov.co/index.php/boletines-antiores-2011-2018>
- Sistema de Información de Combustibles (SICOM), & Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2017). Boletín Estadístico Trimestre IV de 2017: Octubre a Diciembre. *Boletín Estadístico*, 16.
https://www.sicom.gov.co/images/boletines_antiores/BOLETIN_TRIMESTRE_IV_2017.pdf
- Suárez L, M. F. (2020). La transición energética de Colombia. Memorias del Congreso.

- Ministerio de Minas y Energía (Minminas), 22.
<https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24226685/MemoriasCongresoMME-2020.pdf>
- Support & Training for an Excellent Energy Efficiency Performancy (Steeep). (2013). *Eficiencia energética: Introducción para la empresa*. 1–61.
https://www.camara.es/sites/default/files/generico/steeep_training_material_for_smes_spanish_0.pdf
- Ulianov, Y. (2011). Análisis de recurso solar y eólico en Colombia. Caso Valle del Cauca. *El Hombre y La Máquina*, 37, 34–42. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47821607006>
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), & Ministerio de Minas y Energía (Minminas). (2016). Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017 – 2022. *Informe*, 157. https://www1.upme.gov.co/Documents/PAI_PROURE_2017_2022.pdf
- Vanegas C, M. (2018). La energía, motor de desarrollo de la humanidad. *Prospectiva*, 16(2), 5. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i2.1681>
- Vanegas L, J. G., & Cataño R, J. G. (2012). Modelos de gestión energética: revisión de algunas experiencias internacionales y perspectivas para Colombia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 4(6), 77. <https://doi.org/10.22430/21457778.49>
- Vargas, J., & Vásquez G, J. (2018). Modelo de negocio y mercado objetivo, negocio de contratos por desempeño y proyectos de eficiencia energética en Colombia 2012-2017. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 10–27.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19656/u671098.pdf?sequence=1>
- VATIA. (2020). *Siete desafíos para la energía renovable en Colombia*. 2.
<https://vatia.com.co/Blog/siete-desafios-para-la-energia-renovable-en-colombia>
- Velazco, S., Valencia, J., Pablo, J., & Porras, V. (2017). Gestión de eficiencia energética como fuente de ventaja competitiva en la Universidad Santiago de Cali. *Universidad de Santiago de Cali*, 1–24. <https://www.redalyc.org/journal/4776/477653290009/html/>
- Vidal, E., & Fontalvo, C. (2018). Alternativa para la generación de gas natural sintético a partir de una fuente de energía renovable mediante tecnología “Power to Gas” en Colombia.

Revista Fuentes El Reventón Energético, 16(1), 71–79.

<https://doi.org/10.18273/revfue.v16n1-2018006>

Vita M, L. (2020). Para 2022, 12% de toda la energía generada será de fuentes no convencionales. *La República*, 4. <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/para-el-ano-2022-el-12-de-la-energia-generada-sera-de-fuentes-no-convencionales-2966295>

Walteros W, C. E. (2020). Diseño de sistema estructural tipo seguidor solar para paneles fotovoltaicos hexagonales dirigida a granja solar, finca el Dinde. La Mata Huila. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 21(1), 1–9.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52050>

World Energy Efficiency Day. (2011). *¿Qué es el uso de la energía?*

<http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/World Energy Efficiency Day.pdf>

Yepes, T., Villar, L., & Aguilar, J. (2013). Infraestructura del transporte en Colombia.

Fedesarrollo, No. 46, 162. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstre>