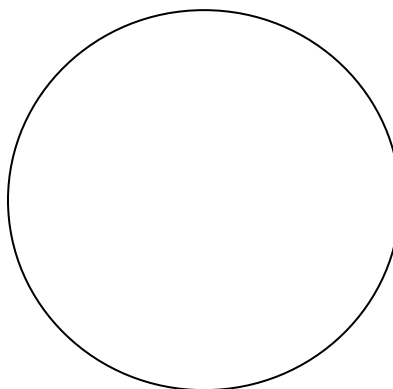


Documento CONPES

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN



POLÍTICA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Departamento Nacional de Planeación
Ministerio de Minas y Energía
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ministerio de Transporte
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Unidad de Planeación Minero Energética
Agencia Nacional de Hidrocarburos
Agencia Nacional de Minería

Borrador¹ 2 – 08/02/2022

Bogotá, D.C., fecha de aprobación

¹ Esta es una versión borrador del documento que será eventualmente presentado a consideración del CONPES. Su contenido no es definitivo hasta tanto no haya sido aprobado por el CONPES, una vez cursado el debido proceso. Por lo tanto, su contenido no compromete al Gobierno nacional con la implementación de las acciones e inversiones aquí presentadas.

**CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
CONPES**

Iván Duque Márquez
Presidente de la República

Marta Lucía Ramírez Blanco
Vicepresidenta de la República

Daniel Palacios Martínez
Ministro del Interior

Marta Lucía Ramírez Blanco
Ministra de Relaciones Exteriores

José Manuel Restrepo Abondano
Ministro de Hacienda y Crédito Público

Wilson Ruiz Orejuela
Ministro de Justicia y del Derecho

Diego Andrés Molano Aponte
Ministro de Defensa Nacional

Rodolfo Enrique Zea Navarro
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Fernando Ruíz Gómez
Ministro de Salud y Protección Social

Ángel Custodio Cabrera Báez
Ministro del Trabajo

Diego Mesa Puyo
Ministro de Minas y Energía

María Ximena Lombana Villalba
Ministra de Comercio, Industria y Turismo

María Victoria Angulo González
Ministra de Educación Nacional

Carlos Eduardo Correa Escaf
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jonathan Tybali Malagón González
Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio

Carmen Ligia Valderrama Rojas
Ministra de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Ángela María Orozco Gómez
Ministra de Transporte

Angélica María Mayolo Obregón
Ministra de Cultura

Guillermo Herrera
Ministro del deporte

Tito José Crissien Borrero
Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación

Alejandra Botero Barco
Directora General del Departamento Nacional de Planeación

Laura Pabón Alvarado
Subdirección General de Prospectiva y
Desarrollo Nacional (E)

Amparo García Montaña
Subdirectora General del Sistema General de
Regalías

Lorena Garnica De la Espriella
Subdirectora General de Descentralización y
Desarrollo Territorial

Yesid Parra Vera
Subdirector General de Inversiones,
Seguimiento y Evaluación (E)

Resumen ejecutivo

La transición energética es un eje fundamental en el crecimiento económico sostenible, el incremento de la seguridad y confiabilidad energética, así como la disminución de las emisiones de GEI que evitarán mayores impactos en el cambio climático. Importantes avances se destacan en materia de transición energética: (i) las subastas para la integración de proyectos con energías renovables que permitirán contar a 2023 con una matriz diversificada; (ii) un marco regulatorio y fiscal atractivo para el desarrollo de nuevos proyectos de generación; (iii) la inclusión de nuevas tecnologías y; (iv) los lineamientos para fortalecer la institucionalidad del sector.

Es pertinente resaltar las recomendaciones de la Misión de Transformación Energética, la hoja de ruta del hidrógeno, el Plan Energético Nacional - PENN 2020 – 2050, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica - ENME, entre otras estrategias y lineamientos que destacan a Colombia líder regional en transformación energética, en movilidad eléctrica y en los avances en el cierre de brechas con nuevos usuarios conectados al servicio de energía eléctrica y de gas.

No obstante, aún persisten problemáticas, retos y oportunidades en los sectores de energía eléctrica, movilidad sostenible, hidrocarburos y minería, resaltando los siguientes: (i) la ineficiencia en el uso de energía; (ii) baja velocidad en el ascenso tecnológico en otros segmentos y modos de transporte diferentes al carretero; (iii) alta dependencia en las exportaciones del país provenientes de las industrias extractivas; (iv) baja diversificación en la explotación de recursos minerales, y (v) bajo aprovechamiento del potencial en energías renovables para la diversificación de la matriz energética.

El objetivo de esta política consiste en diseñar, articular e implementar estrategias intersectoriales que fomenten la transición energética impulsando un crecimiento sostenible, eficiente, tecnológico, ambiental y social. Para esto se proponen acciones, lineamientos y estrategias que le permitirán al país consolidar una hoja de ruta planificada hacia la transición energética en los sectores previamente mencionados. Esta política tendrá un horizonte de aplicación de seis años (2022–2028), en el cual 17 entidades de orden nacional implementarán acciones.

Clasificación: Q32, Q43, Q54, Q55 y R42

Palabras clave: Transición energética, energías renovables, eficiencia energética, movilidad sostenible, digitalización, descarbonización y diversificación productiva.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	11
2.1. Antecedentes	11
2.2. Justificación	24
3. MARCO CONCEPTUAL	28
4. DIAGNÓSTICO	31
4.1. Oportunidades para incrementar la seguridad y confiabilidad energética	31
4.2. Falta de recursos y estrategias para promover la innovación y conocimiento en transición energética.....	40
4.3. Falta de medidas que fomenten la competitividad y desarrollo económico desde el sector minero energético.....	46
Sistema energético con altas emisiones de GEI	54
5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA.....	60
5.1. Objetivo general	60
5.2. Objetivos específicos	60
5.3. Plan de acción	61
5.4. Seguimiento.....	83
5.5. Financiamiento.....	83
6. RECOMENDACIONES	85
ANEXO A. PLAN DE ACCIÓN Y SEGUIMIENTO (PAS).....	94
BIBLIOGRAFÍA	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicador de calidad en Áreas de Servicio Exclusivo (Horas servicio/día)	47
Tabla 2. Indicador de calidad en áreas de libre competencia (Horas servicio/día)	47
Tabla 3. Cronograma de seguimiento.....	83
Tabla 4. Costos indicativos por fuentes y usos	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Composición de la oferta energética en el escenario de disrupción del PEN 2020 - 2050	27
Gráfico 2. Comparación de la capacidad instalada de generación eléctrica entre enero de 2022 y diciembre de 2023.....	28
Gráfico 3. Distribución del consumo de energía final por sectores.....	32
Gráfico 4. Consumo de energía en el sector residencial	33
Gráfico 5. Consumo de energía eléctrica del sector industrial por subsectores.....	36
Gráfico 6. Porcentaje de beneficios tributarios aprobados por actividad económica 2015 – 2019.....	43
Gráfico 7. Porcentaje de beneficios tributarios aprobados en minería por tipología de proyecto y tamaño de empresa durante 2015 y 2019.....	44
Gráfico 8. Cifras de exportación carbón térmico	53
Gráfico 9. Cifras de exportación carbón metalúrgico	53

SIGLAS Y ABREVIACIONES

AMEA	Actividad Minera en Estado de Abandono
ANE	Agencia Nacional del Espectro
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
ANM	Agencia Nacional de Minería
AOM	Administración, Operación y Mantenimiento
BPM	Gestión de procesos de negocio
CDA	Centros de Diagnóstico Automotriz
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CNM	Centro Nacional de Monitoreo del Mercado Mayorista
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CTel	Ciencia, Tecnología e Innovación
DER	Recursos energéticos distribuidos
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
DNP	Departamento Nacional de Planeación
E&P	Exploración y producción
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ENME	Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica
FAER	Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas
Fazni	Fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas no interconectadas
Fenoge	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
Fncer	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
GEI	Gases Efecto Invernadero
GLP	Gas licuado del petróleo
GNCV	Gas natural comprimido vehicular
GPC	Giga pies cúbicos
I+D+i	Investigación, desarrollo e innovación
IoT	Internet de las cosas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IVA	Impuesto al Valor Agregado
KBPD	Producción promedio diaria de crudo
Kt	Kilotoneladas
MBPE	Millones de barriles de petróleo equivalentes
Mt	Megatoneladas

MITS	Mesa Interinstitucional de Transporte Sostenible
Mpcpd	Millones de pies cúbicos por día
MTE	Misión de Transformación Energética
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada
OAAS	Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PBV	Peso Bruto Vehicular
PEN	Plan Energético Nacional
PIB	Producto Interno Bruto
Pines	Proyectos de Interés Nacional Estratégicos
PJ	Petajulio
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNDM	Plan Nacional de Desarrollo Minero
PPAA	Proceso Permanente de Asignación de Áreas
Proure	Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía
PTO	Plan de Trabajos y Obras
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
Retilap	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
Retiq	Reglamento Técnico de Etiquetado
Retsit	Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas
RUNT	Registro Único Nacional de Tránsito
SGR	Sistema General de Regalías
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
Sicom	Sistema de Información de la Cadena de Distribución de Combustibles Líquidos
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
Un	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
ZNI	Zonas No Interconectadas

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, Colombia se ha destacado como uno de los líderes en la región en materia de transición energética, como resultado del diseño e implementación de varias leyes, políticas, estrategias, regulación y planes. El país ha avanzado en la diversificación de la matriz energética² mediante la entrada de proyectos de generación con Fuentes No Convencionales de Energías Renovables - FNCER, la publicación de las recomendaciones de la Misión de Transformación Energética para modernizar y mejorar la eficiencia de los mercados y el desarrollo de la hoja de ruta del hidrógeno. Por otra parte, se han expedido leyes y políticas que promocionan el uso de vehículos eléctricos y habilitan el desarrollo de la infraestructura de carga. También se han desarrollado políticas y estrategias orientadas a promover el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura de gas combustible y de combustibles líquidos de mayor calidad, aunado a un Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector minero energético visión 2050.

A pesar de contar con estas herramientas, Colombia aún enfrenta retos para lograr una transición energética eficiente y justa: (i) existe ineficiencia en el uso de los recursos energéticos; (ii) existen zonas del país sin cobertura de energía eléctrica; (iii) falta de ascenso tecnológico en otros segmentos y modos de transporte diferentes al carretero; (iv) alta dependencia en las exportaciones del país provenientes de las industrias extractivas; (v) bajo aprovechamiento de los potenciales en energías renovables para la diversificación de la matriz energética propendiendo por un crecimiento económico sostenible; (vi) retos en diversificación en la explotación de recursos minerales; (vii) ausencia de herramientas técnicas y normativas para el control efectivo de los cierres mineros y disminución de la alta siniestralidad minera, (viii) baja capacidad competitiva y logística para el aprovechamiento de los recursos actuales de carbón, (ix) disminución de reservas de petróleo y gas, (x) insuficiencia de infraestructura que garantice el abastecimiento seguro, eficiente y confiable de energéticos, (xi) bajo nivel de implementación de nuevas tecnologías que aporten a la descarbonización de algunos subsectores, (xii) insuficiencia en el despliegue de infraestructura de digitalización, fiscalización e integración de la información, (xiii) permanencia de la utilización de la leña en regiones rurales.

La falta de universalización del servicio de energía eléctrica, la ineficiencia en el consumo de energía y las oportunidades para la incorporación de nuevas tecnologías y modelos de negocio son algunos de los retos que enfrenta el sector eléctrico. Cerca del 3,5 % de viviendas en Colombia no cuenta con este servicio, las cuales se encuentran

² Es el término que se utiliza para referirse al conjunto de fuentes, recursos y tecnologías de generación mediante los cuales se atiende la demanda de energía del país. (Corte Constitucional, 2021)

principalmente en Zonas No Interconectadas (ZNI). En el país solo el 31 % de la energía es útil³ lo que representa una ineficiencia en el consumo de aproximadamente 67 %. La implementación de medidas de eficiencia energética⁴ podría significar ahorros en el consumo de energía de entre el 38 % y el 62 %, representando ahorros de hasta de 11.000 millones de dólares al año⁵.

Frente a movilidad sostenible, existen varios retos, como la sustitución y diversificación de energéticos, la reconversión, la migración a tecnologías limpias y el incremento de la eficiencia energética. Actualmente, la energía útil del sector transporte se encuentra entre el 30 % y 40 % por lo cual la sustitución de combustibles líquidos por energéticos de cero y bajas emisiones mejoraría considerablemente la eficiencia energética en este sector y reduciría drásticamente sus emisiones. Por otra parte, tan solo 0,04 % de los vehículos registrados en el país son de cero emisiones. Es preciso señalar que este tipo de externalidades negativas se presentan en los demás modos de transporte y se constituye como una gran oportunidad en materia de ascenso tecnológico en todos los modos de transporte.

El país tiene una alta dependencia de las exportaciones de hidrocarburos y minerales para generar ingresos, regalías y estabilidad de las finanzas de la nación. Para julio de 2021, el 40,3 % de las exportaciones correspondió a combustibles y productos de las industrias extractivas. De igual forma estos sectores presentan oportunidades para generar eficiencias al tiempo que se reducen las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), sin afectar el desarrollo socioeconómico de las regiones que dependen económicamente de estas actividades.

En este contexto, esta política establecerá acciones y estrategias para afrontar las problemáticas, los retos y oportunidades en cada sector, al tiempo que diseñará, articulará e implementarán estrategias intersectoriales que fomenten la transición energética, impulsando un crecimiento sostenible, eficiente, tecnológico, ambiental y social. La presente política de transición energética plantea lineamientos y estrategias para incrementar la seguridad energética, incentivar el conocimiento y la innovación en transición energética, generar mayor competitividad y desarrollo económico desde el sector energético y desarrollar un sistema energético con bajas emisiones de GEI en el marco de la realidad colombiana. Esta política tendrá un horizonte de aplicación de 6 años (2022 – 2028), en el

³ La porción de energía que está realmente disponible después de la conversión final para el consumidor para el uso respectivo. (Manual de Balances Energía Útil, 2017, pág. 2)

⁴ Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Ley 697, 2001, pág. 2)

⁵ PEN 2020 - 2050

cual 17 entidades de orden nacional implementarán 102 acciones las cuales se estiman tendrán una inversión total de XXX millones de pesos.

Este documento CONPES está integrado por seis secciones, incluyendo esta introducción. La segunda sección contiene la justificación y los antecedentes específicos de política en los sectores de energía eléctrica, hidrocarburos, movilidad sostenible y minería. La tercera y cuarta sección presentan el marco conceptual y el diagnóstico del estado actual de la transición energética respectivamente. La quinta sección define el objetivo de la política, las estrategias y las acciones que serán implementadas al 2028 para acelerar la transición energética y finalmente, la sexta sección presenta las recomendaciones al Consejo de Política Económica y Social (CONPES).

BORRADOR

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Antecedentes

En este capítulo se realiza una descripción de los principales documentos CONPES, normativas y políticas en materia de transición energética. Debido al extenso número de políticas y normas, este análisis se limita a aquellos instrumentos más recientes y que se encuentren vigentes. De igual manera se presentan los antecedentes del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022. Por último, se presenta la justificación de esta política para impulsar la transición energética no solo bajo el enfoque de crecimiento y desarrollo económico, sino también a la disminución del impacto ambiental.

1.1.1. Energía eléctrica

Es pertinente resaltar algunas políticas que han permitido avanzar en el desarrollo de acciones y estrategias del sector en energía eléctrica:

Dados los compromisos adquiridos por Colombia en relación con el cambio climático y las necesidades identificadas para mejorar el uso eficiente de los recursos naturales del país, el documento CONPES 3934 de 2018 *Política de crecimiento verde*⁶ planteó impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima. Para el sector energético se definen acciones que están orientadas a dinamizar y fortalecer: (i) la implementación de la eficiencia energética; (ii) el etiquetado de vehículos y equipos; (iii) el ascenso a tecnologías eléctricas incluyendo las flotas oficiales y los sistemas masivos de transporte; (iv) el desarrollo de herramientas para el monitoreo del agua en zonas mineras; (v) dinamización de la agenda regulatoria para la inclusión de las Fncer; (vi) la evaluación de la creación de un observatorio de energía; (vii) el establecimiento de lineamientos técnicos para la incorporación de sistemas de almacenamiento de energía; y, (viii) el desarrollo de una hoja de ruta para garantizar el despliegue de la infraestructura de medición avanzada.

La Ley 1715 de 2014⁷ establece el marco de incentivos para promover el desarrollo y la utilización de las Fncer, así como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. De igual manera, la ley

⁶ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ/%C3%B3micos/3934.pdf>

⁷ Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

contiene elementos para promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

En noviembre de 2021, la UPME publicó el **Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética - PAI Proure 2021 - 2030**, en el cual se presentan las metas indicativas de eficiencia energética para el país. En este documento se presentan los avances en la consecución de metas de eficiencia energética hasta el momento y los potenciales de mejora en eficiencia energética en el país. El Proure se plantea aumentar el porcentaje de energía útil sobre el consumo total de energía final de 31 % en 2019 a 41,1 % en 2030 y reducir la intensidad energética del país pasando de 2,23 (TJ/ Miles de millones) en 2019 a 1,60 (TJ/ Miles de millones) en 2030. Por último, se introducen las acciones y metas en eficiencia energética para el sector transporte, residencial, industrial y terciario.

También es importante destacar la **Ley 2099 de 2021⁸** donde se establecen **lineamientos de política pública para la transición energética**. Esta Ley cambia algunos aspectos de la Ley 1715 de 2014, modificando y ampliando su objetivo, e incluye el hidrógeno azul, verde, geotermia y la captura, uso y almacenamiento de carbono como FNCE; de acuerdo con esta ley todas estas tecnologías podrán aplicar a los beneficios consignados en la Ley 1715, fortalece el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (Fenoge) ampliando su fuente de recursos y proyectos de financiación y le asigna la responsabilidad de la creación de una plataforma de información para el registro de proyectos de Fncer y GEE. En cuanto a geotermia desarrolla medidas para la promoción de exploraciones e investigaciones. También se crea el Fondo Único de Soluciones Energéticas (Fonenergía) con el objeto de articular las diferentes fuentes de recursos para financiar acciones de mejora de la calidad del servicio y expansión de la cobertura energética, sustituyendo los actuales fondos eléctricos y de gas. Por último, es importante destacar que esta ley establece incentivos a la movilidad eléctrica y lineamientos para la adopción de programas de para promover la masificación del uso de vehículos de bajas y cero emisiones.

En septiembre de 2021, el Ministerio de Minas y Energía publicó la hoja de ruta de la **Misión de Transformación Energética (MTE)** la cual contiene propuestas de política pública, regulatoria y reforma institucional para fortalecer y modernizar el sector energético. En una primera fase la MTE realizó el análisis de problemáticas y realidades del mercado energético agrupadas en cinco focos de trabajo: (i) mercado mayorista; (ii) modernización de la red; (iii) mercado de gas natural; (iv) cobertura de energía y subsidios

⁸ Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

y; (v) marco institucional y regulatorio. En la fase 2 las temáticas fueron priorizadas para establecer la hoja de ruta para cada foco y actualmente el Ministerio de Minas y Energía y entidades responsables de la política energética ya han iniciado la implementación de medidas con las cuales se espera desarrollar un mercado de energía más competitivo y eficiente.

Por último, es importante destacar tres objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022⁹ para el sector de energía eléctrica. En primer lugar, en los artículos 174° y 175° de la Ley 1955 de 2019¹⁰, como incentivo a la generación de energía eléctrica con fuentes no convencionales, se estableció la ampliación de beneficios tributarios, pasando de una deducción de renta de 5 a 15 años. Así mismo incluyó la exclusión automática del Impuesto al Valor Agregado (IVA) para la adquisición de paneles solares, inversores de energía y controladores de carga para sistema solares.

Segundo, en materia de eficiencia energética, el artículo 292° obliga a todas las administraciones públicas a realizar una auditoría energética para determinar objetivos de ahorro energéticos de mínimo 15 % para el primer año y metas escalonadas a ser alcanzadas en el 2022. Mediante la auditoría energética se definirán las medidas de eficiencia energética tanto activas como pasivas para reducir el consumo energético.

En tercer lugar, el artículo 296¹¹ establece la obligación a todos los agentes comercializadores del Mercado de Energía Mayorista a que entre el 8 % y 10 % de sus compras de energía provengan de Fncer, por medio de contratos estandarizados de largo plazo. El PND para este sector, también propone estrategias para la modernización de los mercados energéticos, la promoción de la competencia, la mejora de la regulación y vigilancia de los mercados energéticos y el alumbrado público, la focalización y racionalización de subsidios y la reestructuración de los fondos existentes como el Fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas no interconectadas (Fazni) y el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas (FAER).

En un balance, el país ha avanzado en la definición de leyes y normatividad para incentivar el desarrollo de energías renovables, inclusión de nuevas tecnologías y fortalecimiento de los mercados energéticos por medio del desarrollo de un marco fiscal y regulatorio atractivo para la transición energética. Se han definido y mejorado los incentivos tributarios y fiscales para atraer inversiones y promover la transición energética,

⁹ Plan Nacional de Desarrollo Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad 2018 – 2022

¹⁰ Por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”.

¹¹ Reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía mediante las Resoluciones 40715 de 2019 y 40060 de 2021

se han definido medidas y objetivos de ahorro en el consumo de energía y se ha fortalecido el marco institucional del sector. También se han desarrollado diferentes estudios a través de los cuales se han elaborado hojas de ruta para avanzar en la diversificación de la matriz energética y la transformación del mercado.

No obstante, persisten vacíos en la política pública de energía eléctrica relacionados con: (i) la implementación de medidas de eficiencia energética en los sectores de transporte, residencial, industrial y terciario; (ii) promoción proyectos de generación con Enfer en sectores como hidrocarburos y minería, así como un mayor desarrollo de recursos energéticos distribuidos; (iii) cierre de brechas en materia de cobertura de energía eléctrica; (iv) implementación de las recomendaciones de los diferentes estudios realizados para fortalecer el marco institucional y mercados energéticos y; (v) inclusión de nuevas tecnologías y modelos de negocio.

2.1.1. Movilidad Sostenible

El documento CONPES 3991 de 2020 *Política de Movilidad Urbana y Regional*¹² prioriza acciones orientadas a la movilidad activa, los incentivos y la consolidación de mecanismos de financiamiento para la sostenibilidad de los sistemas de transporte de uso masivo y colectivo y las medidas para el uso racional del transporte privado, buscando integrar los conceptos de planeación organizada de la movilidad que contribuya a la disminución de externalidades negativas del transporte como son la congestión, la siniestralidad vial y la contaminación, considerando la integración de los diferentes actores de la movilidad.

El documento CONPES 3934 de 2018 *Política de crecimiento verde* establece la meta de contar con 600.000 vehículos eléctricos registrados en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT) a 2030; para lograrlo, propone dentro de sus acciones el desarrollo del programa de reemplazo tecnológico de flota oficial, una propuesta para la migración hacia taxis eléctricos, lineamientos de política para el desarrollo de la infraestructura de carga, parámetros mínimos de seguridad y homologación y procesos de evaluación de alternativas para la integración de material rodante eléctrico en los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) y en los Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP).

Entendiendo los impactos del sector transporte a la calidad del aire, el documento CONPES 3943 de 2018 *Política para el mejoramiento de la calidad del aire*¹³ busca

¹² Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3991.pdf>.

¹³ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3943.pdf>.

dentro de uno de sus componentes reducir las emisiones ocasionadas por las fuentes móviles, para lo que establece acciones de modernización y renovación del parque automotor, calidad de los combustibles y biocombustibles, métodos de medición de emisiones y verificación de estándares de emisión. Se espera a 2028 aumentar a 2,85 % la cantidad de vehículos de cero y bajas emisiones que ingresan al parque automotor, que el 100 % de los sistemas de transporte masivo operando en 2028 incorporen vehículos eléctricos y dedicados a gas natural, aumentar en 22 % los vehículos diésel cumpliendo el estándar de emisión Euro VI y reducir en 34 % la evasión de la revisión técnico-mecánica.

Por otra parte, el Documento CONPES 3963 de 2019 *Política para la modernización del sector transporte automotor de carga*¹⁴ estableció como objetivo disminuir la edad promedio de la flota vehicular con peso bruto superior a 10,5 toneladas de 18 a 15 años para 2022. El programa busca reducir las emisiones contaminantes, ambientales y material particulado, a través del ascenso tecnológico, esperando mayores eficiencias en términos de costos, tiempos, calidad, confiabilidad, trazabilidad y sincronización en los movimientos de carga que hacen parte de la cadena de transporte y logística nacional.

Dentro de otros segmentos de transporte, el documento CONPES 3982 *Política Nacional Logística*¹⁵, consigna acciones orientadas a la consolidación de la intermodalidad y a la promoción de modos de transporte eficientes. En ese sentido, las acciones se enfocan en aprovechar la capacidad de transporte de grandes volúmenes de carga de los modos férreo y fluvial, y así reducir los costos y las externalidades negativas asociadas al transporte.

Ley 1964 de 2019¹⁶ promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia. Para tal fin reglamenta los beneficios tributarios en su importación y compra, descuentos en revisión técnico – mecánica y seguro obligatorio; además, fomenta el despliegue de infraestructura de carga y la incorporación de vehículos eléctricos en el transporte público y oficial, dentro de sus avances se han desarrollado incentivos para empresas como gravámenes arancelarios entre el 0 % y 5 % en la importación de vehículos eléctricos e híbridos respectivamente y a usuarios finales como descuentos en el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT), en la revisión técnico-mecánica y excepciones al pico y placa, día sin carro y restricciones por materia ambiental.

¹⁴ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3963.pdf>.

¹⁵ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3982.pdf>.

¹⁶ Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.

En agosto de 2019 se realizó el lanzamiento de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (Enme) la cual define las acciones para acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica. Las acciones están enmarcadas principalmente en establecer el marco regulatorio y de política que asegure la promoción de la movilidad eléctrica, revisar y generar mecanismos económicos y de mercado; establecer los lineamientos técnicos a desarrollar para la promoción de tecnologías eléctricas en los diferentes segmentos carreteros y definir las acciones que permitan el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. A su vez, la Ley 1972 de 2019¹⁷ estableció las medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles y el cronograma de mejoramiento de combustible diésel para llegar al cumplimiento con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes. Establece que a partir de 2030 y 2035 todos los vehículos diésel en circulación y motocicletas deberán cumplir los estándares antes mencionados, al igual que la verificación de los límites de emisión de contaminantes al aire generado por fuentes móviles mediante prueba dinámica en el territorio nacional.

Por su parte, la Ley 2169 de 2021¹⁸ establece acciones que permiten acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, diseñando e implementando políticas con el fin de establecer estándares regulatorios y técnicos para la comercialización y operación de vehículos eléctricos, así como la promoción de instrumentos financieros que incentiven el ingreso de vehículos eléctricos, creando el *Fondo para la promoción de ascenso tecnológico*.

Así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 en materia de movilidad sostenible, en el pacto IV. *Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo*, establece la meta de registrar 6.600 vehículos eléctricos registrados en el RUNT para 2022 y promueve el ingreso de vehículos que utilicen energéticos de cero y bajas emisiones teniendo en cuenta la revisión de condiciones tributarias y arancelarias que faciliten el ascenso tecnológico y facilidades de crédito para mejorar prácticas tecnológicas y ambientales en la industria.

Así mismo, promueve programas de reemplazo, desintegración y renovación de flota tanto en sectores oficiales como en el parque automotor de buses y camiones, acompañado de la formulación y la implementación de estrategias para fomentar el transporte sostenible en los modos de transporte carretero, férreo y fluvial.

¹⁷ Por medio de la cual se establece la protección de los derechos a la salud y al medio ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles y se dictan otras disposiciones.

¹⁸ Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.

En términos de calidad del aire asociados al transporte propone la reglamentación y estandarización de los factores de calidad del aire y la reglamentación de tasas de emisión por fuentes móviles. Para tal fin, se propone el etiquetado vehicular, el mejoramiento de los Centros de Diagnóstico Automotriz (CDA), ajustes a la normatividad y métodos para evitar la evasión de la revisión técnico-mecánica y de gas.

Por otro lado, en el *Pacto VI, Pacto por el transporte y la logística para la competitividad y la integración regional*, se proponen medidas que permitirán contar con sistemas de transporte de pasajeros competitivos y de calidad. Para ello se revisarán principalmente los componentes financieros que permitan el ascenso tecnológico a estándares de cero y bajas emisiones mediante la promoción de la renovación del parque automotor en los sistemas cofinanciados por la nación. Así mismo plantea reducir a 15 años la edad promedio del parque automotor de carga con capacidad superior a 10,5 toneladas, aumentar el transporte de carga en el modo fluvial a 7,8 millones de toneladas, 328 embarcaciones registradas y alcanzar una extensión de vía férrea con operación comercial de 1.077 km.

Así mismo las Bases del PND señalan que se debe fomentar la eficiencia energética en el sector transporte, a través de la actualización de reglamentos y esquemas de etiquetado vehicular, la definición de estándares de eficiencia energética para vehículos y la inclusión de metas obligatorias de eficiencia energética en el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (Proure).

Por último, el artículo 99° de la Ley 1955 establece el apoyo técnico y financiero para la implementación de sistemas público colectivo o masivo terrestres, marítimos o fluviales en cualquiera de las jurisdicciones del territorio nacional, en sus etapas de diseño, ejecución u operación; estableciendo como requisito para su cofinanciación por parte de la nación la incorporación de energéticos y tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones.

Esta serie de políticas y reglamentaciones han avanzado en el desarrollo de incentivos para la importación de vehículos eléctricos e híbridos, así como descuentos en seguros, revisiones y excepciones a las restricciones de circulación de estos vehículos. También se ha generado un marco habilitador para el despliegue de infraestructura de

carga¹⁹ y se han definido recursos de inversión para continuar financiando la movilidad de cero y bajas emisiones.

Sin embargo, a pesar de los inmensos avances, persisten vacíos en materia de política pública y reglamentación principalmente en lo relacionado a los siguientes ejes: (i) falta de ascenso tecnológico en otros segmentos y modos de transporte; (ii) promoción y consolidación de mayores incentivos a la industria local; (iii) inversiones de ascenso tecnológico en ciudades intermedias y; (iv) investigación, formación y capacitación en el mercado de movilidad sostenible.

2.1.2. Hidrocarburos

En el sector de hidrocarburos se destacan varios documentos CONPES que han aportado a la estabilidad fiscal del país, a promover la seguridad energética, la inversión regional vía regalías y la diversificación de la matriz energética. El CONPES 3190, *Balance y las estrategias a seguir para impulsar el plan de masificación de gas*²⁰, presentó los objetivos alcanzados en términos de usuarios, municipios atendidos, kilómetros de redes tendidas, evidenciando un buen desempeño en el uso y cobertura de gas natural en el segmento residencial. Recomendando también adoptar una política estable e integral de precios de los energéticos, especialmente para los combustibles líquidos, asegurando la disponibilidad de gas natural en el corto y largo plazo.

En el 2020 se publicó el documento CONPES 3990 *Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030*²¹, el cual incluyó a los océanos como activo estratégico de la Nación estableciendo acciones asociadas a la evaluación del potencial de hidrocarburos (gas y petróleo) costa afuera. Esto permitirá contribuir a la autosuficiencia

¹⁹ Resolución 40177 de 2020, Por la cual se definen los energéticos de bajas o cero emisiones teniendo como criterio fundamental su contenido de componentes nocivos para la salud y el medio ambiente y se adoptan otras disposiciones.

Resolución 40405 de 2020, Por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a las Estaciones de Servicio, Plantas de Abastecimiento, Instalaciones del Gran Consumidor con Instalación Fija y Tanques de Almacenamiento del consumidor final, que sean nuevos o existentes, que almacenen biocombustibles, crudos y/o combustibles líquidos derivados del petróleo, y sus mezclas de los mismos con biocombustibles, excepto GLP.

Resolución 40223 de 2021 Por la cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

Resolución 40362 2021 Por la cual se reglamenta el artículo 49 de la Ley 2099 de 2021 y CREG 171 2021, mediante las cuales se reglamenta el beneficio de no pago de contribución para energía destinada a estaciones de carga de vehículos eléctricos.

²⁰ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3190.pdf>.

²¹ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3990.pdf>.

energética, al crecimiento económico, la sostenibilidad de las finanzas públicas y la generación de nuevos empleos.

Finalmente, el CONPES 4023 *Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente: Nuevo compromiso por el futuro de Colombia*²², incorporó acciones que buscaban dinamizar la reactivación económica y la generación de empleo desde el sector de hidrocarburos. Entre estas se destacan el análisis de las modificaciones requeridas en el Fondo Especial Cuota de Fomento para mejorar el uso de los recursos disponibles para la ejecución de proyectos de ampliación de cobertura (redes y conexiones) de gas. Adicionalmente el documento incorporó acciones frente al diseño e implementación de la estrategia para el desarrollo, consolidación del conocimiento geocientífico y la diversificación de la exploración y explotación de recursos mineros energéticos, así como también incluyó la implementación de estrategias para hacer más eficientes los procesos de consulta previa de proyectos.

Por otra parte, en el 2015, el Gobierno nacional efectuó una compilación de todos los antecedentes normativos para el sector minero energético mediante el Decreto Único reglamentario 1073 de 2015²³, en el cual se compilaron disposiciones del sector de hidrocarburos en materia de explotación, exploración, transporte y comercialización de todos los hidrocarburos y sus derivados. El título 1 estableció aspectos asociados a la valoración de las reservas, la distribución y almacenamiento de combustibles líquidos, el título 2 estableció la reglamentación general del sector gas en materia de aseguramiento del abastecimiento, transporte, distribución y comercialización de gas natural y gas natural comprimido (GNC), así como del abastecimiento del gas licuado del petróleo (GLP).

En noviembre de 2015, mediante el Decreto 2251²⁴ se incluyó el capítulo 7 en el Decreto Único Reglamentario, el manejo de abastecimiento de GLP estableciendo el Plan de Continuidad para garantizar la infraestructura y medidas de seguridad del abastecimiento de este combustible, se asignó a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) el deber de definir los mecanismos para su remuneración, incluyendo aquella necesaria para importar contemplada en el Plan de Continuidad de Combustibles Líquidos.

²² Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ/%C3%B3micos/4023.pdf>.

²³ Por la cual medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.

²⁴ Por el cual se reglamenta el artículo 210 de la Ley 1753 de 2015 y se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, Decreto 1073 de 2015, con medidas para garantizar el abastecimiento de gas licuado de petróleo a los sectores prioritarios en el territorio nacional.

En diciembre de 2015 el decreto 2345²⁵ incluyó en el Decreto Único Reglamentario los conceptos de Confiabilidad y Seguridad de abastecimiento para el gas natural, así como el Plan de Abastecimiento de Gas Natural. Esto tuvo el objetivo de identificar los proyectos necesarios para garantizar la seguridad de abastecimiento y la confiabilidad del servicio de gas natural para un período de 10 años, actualizado anualmente. Con el decreto 2253 de 2017²⁶ del Ministerio de Minas y Energía se establecieron los parámetros y lineamientos para el otorgamiento del incentivo al incremento de las inversiones en exploración y explotación de hidrocarburos.

En agosto de 2021 el Gobierno nacional expidió la Ley 2128 de 2021²⁷ con el fin de promover el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura de gas combustible en el país, buscando el suministro del mismo como eje de la transición energética, la promoción de proyectos de investigación, innovación y nuevos usos del gas combustible. Entre las medidas que se incluyeron, están la ampliación del programa de subsidio al consumo en cilindros, el establecimiento del programa de sustitución de leña, carbón y residuos por gas combustible, la generación de energía eléctrica a partir de gas combustible, la masificación del uso del gas natural, AutoGLP y NautiGLP como combustible vehicular terrestre, marítimo y fluvial, así como la incorporación de flota con tecnología a gas en sistemas de Transporte Estratégico, Integrado o Masivo por un término de 10 años.

En septiembre de 2021, el Ministerio de Minas y Energía publicó la Hoja de Ruta de Hidrógeno en la cual se traza el rumbo para el desarrollo del mercado de este energético en el país con un horizonte de 30 años. La hoja de ruta incluye las perspectivas de oferta y demanda; a 2030 se propone alcanzar una producción de 50 kilotoneladas (Kt) de hidrógeno azul y entre 1 y 3 GW de capacidad instalada de electrólisis para producir hidrógeno verde, con lo que se esperan reducir 2,5 – 3 megatoneladas (Mt) de CO₂eq de emisiones durante la década.

Adicionalmente, el PND 2018-2022 en el *Pacto VIII: Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos*, se establecen estrategias y metas orientadas a aumentar la cobertura del servicio de gas combustible e incrementar la sustitución de leña y diésel por GLP buscando siempre la reducción de emisiones y la eficiencia energética. Con los

²⁵ Por el cual se adiciona el decreto único reglamentario del sector administrativo de minas y energía, Decreto 1073 de 2015, con lineamientos orientados a aumentar la confiabilidad y seguridad de abastecimiento de gas natural.

²⁶ Por el cual se reglamenta el artículo 365 de la Ley 1819 de 2016 y se adiciona el Decreto Único del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en relación con el incentivo a las inversiones en hidrocarburos y minería.

²⁷ Por medio de la cual se promueve el abastecimiento, continuidad, confiabilidad, y cobertura del gas combustible en el país.

programas de sustitución de leña se ha planteado llegar a la meta de 100.000 usuarios beneficiados con el servicio público domiciliario de gas combustible a 2022. También se establece la meta de ampliación de cobertura del servicio de gas combustible por redes pasando de 9.525.597 a 10.525.597 usuarios en 2022.

Por otra parte, en el *Pacto IX: Pacto por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades*, se presentan estrategias para analizar la viabilidad de nuevas fuentes de hidrocarburos, el estudio de nuevas alternativas de fuentes energéticas, el incremento de las reservas y la producción de los hidrocarburos y el desarrollo de planes de abastecimiento de GLP y combustibles líquidos. Con el despliegue de estas estrategias, el PND ha planteado metas específicas a 2022 entre las que se destacan: (i) incrementar los pozos exploratorios perforados de 46 a 207; (ii) mantener los años de las reservas probadas de crudo en 5,7 años; (iii) mantener una producción promedio diaria de crudo de 865.000 barriles promedio día y de gas de 1.070 millones de pies cúbicos; y, (iv) alcanzar unas reservas probadas de crudo de 1.782 millones de barriles, de 3,8 terapiques cúbicos (TPC) de gas y 6.900 kilómetros de sísmica 2D equivalente. En materia de calidad de combustibles el pacto establece como meta una disminución en el contenido de azufre en diésel a 10 ppm y en gasolina a 50 ppm a 2022.

Así mismo, el PND propone medidas para reducir los riesgos de suministro mediante un portafolio energético diversificado que incorpore en el corto y largo plazo los cambios tecnológicos. También se establecen medidas tendientes a promover la mayor participación de energéticos menos contaminantes dentro de un mercado competitivo y sostenible, planteando medidas que permitan determinar la necesidad de infraestructura de transporte adicional o complementaria para incorporar los recursos (crudo, gas, combustibles líquidos, entre otros).

En balance el país ha avanzado en el desarrollo normativo y regulatorio para promover la producción, el abastecimiento seguro y confiable del gas combustible y los combustibles líquidos y el desarrollo de su infraestructura asociada, como también se han definido y mejorado las medidas para la asignación de áreas para exploración, explotación y producción de los hidrocarburos. Así mismo se han establecidos incentivos para al incremento de las inversiones en exploración y explotación, se ha avanzado en la definición de medidas de liquidación, recaudo, distribución y seguimiento a las regalías, así como en las medidas de fiscalización y en la determinación de la calidad de los hidrocarburos producidos en el país.

No obstante, a pesar de los avances aún persisten vacíos en la política pública relacionados con los siguientes puntos: (i) revertir la disminución de reservas requeridas de gas y crudo para atender la demanda local e incrementar la seguridad energética requerida

durante un proceso de transición; (ii) desarrollar la infraestructura que garantice el abastecimiento seguro, eficiente y confiable de energéticos durante el proceso de transición energética; (iii) la implementación de nuevas tecnologías que aporten a la descarbonización del sector de hidrocarburos y al uso alternativo de biocombustibles; (iv) el despliegue de infraestructura de digitalización, fiscalización e integración de la información del sector, (v) el fortalecimiento y desarrollo estratégico del gas como combustible de transición; (vi) la disminución de la utilización de la leña en regiones rurales y; (vii) la necesidad de consolidación de un programa de aseguramiento y calidad de combustibles y biocombustibles.

2.1.3. Minería

El documento CONPES 3762 de 2013 *Lineamientos de política para el desarrollo de Proyectos de Interés Nacional Estratégicos (Pines)*²⁸ impulsa y prioriza el desarrollo de proyectos claves en el sector minero. Dentro de estos proyectos se resaltan entre otros el: (i) Centro del Cesar, explotación de mineral de carbón; (ii) Cerrejón en el departamento de La Guajira, operación minera a cielo abierto para explotación de carbón; (iii) Cerro Matoso en el departamento de Córdoba, para explotación de Níquel; y, (iv) Buriticá en Antioquia para la explotación de minería de oro

A su vez en el año 2018, se estructura el documento CONPES 3934 *Política de crecimiento verde* en el cual se presentan las bases para que Colombia utilice de manera sostenible su capital natural siendo compatible con el clima. Es así como, en la línea de acción 20, se propone el desarrollo de herramientas para el monitoreo del agua en zonas mineras y con ello obtener información para la toma de decisiones frente a la reglamentación, control y seguimiento de la actividad minera.

En diciembre de 2020 el documento CONPES 4021 *Política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques*²⁹, incorporó en una de sus acciones la estrategia de legalidad minera, como mecanismo para prevenir acciones de deforestación. Esta línea de acción plantea el acompañamiento a 2.000 mineros entre 2021 y 2023 en su tránsito a la legalidad, y a partir del 2024 hasta el 2030 el acompañamiento a los títulos mineros en temas de fomento enmarcados en procesos de sostenibilidad ambiental.

La Ley 685 de 2001³⁰ declara que el desarrollo de las actividades mineras en el país es de utilidad pública e interés social, y su aprovechamiento debe realizarse de

²⁸ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3762.pdf>.

²⁹ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4021.pdf>.

³⁰ Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.

manera armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente. Así mismo relaciona los lineamientos para el buen desarrollo de las operaciones mediante Plan de Trabajos y Obras (PTO) y el Instrumento para el control y seguimiento ambiental.

Por su parte la Ley 1955 de 2019, establece lineamientos para tramitar licencias ambientales y desarrollar una planeación de los títulos mineros. En los artículos 22 al 28, establece la obligación de tramitar y obtener una licencia ambiental temporal para la formalización minera. Adicionalmente, genera la planeación organizativa de los títulos mineros a partir de la implementación del sistema de cuadrícula en la titulación minera apoyado del Sistema Integral de Gestión Minera SIGM. Por otra parte, el artículo 30 emite lineamientos para el fortalecimiento de la fiscalización, seguimiento y control de actividades mineras.

A su vez el artículo 326 genera una normativa diferenciada para los titulares que hayan suscrito contratos de concesión amparados por la Ley 685 de 2001. Estos procesos ofrecerán herramientas técnicas y jurídicas a los pequeños productores de minerales permitiendo incentivar la legalidad en las operaciones mineras. Finalmente, la Ley del PND 2018 - 2022 mantiene la vigencia de lineamientos desarrollados en el anterior PND, sobre el manejo de pasivos ambientales en el sector minero. Establece al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la función única de definir los mecanismos e instrumentos técnicos, jurídicos y financieros para la gestión y recuperación de pasivos ambientales.

Estos instrumentos de política y regulatorios evidencian el avance del sector en la adopción de lineamientos técnicos y estrategias para legalizar actividades de extracción y cumplir con requerimientos ambientales y sociales. Se resalta la creación de la Comisión Intersectorial de infraestructura y Proyectos Estratégicos (CIPE), normativas en el marco de consulta previa y el Convenio de Minamata sobre el mercurio. Por otro lado es importante resaltar que actualmente se adelanta el proceso de delimitación de Áreas Estratégicas Mineras por parte de la ANM, las cuales hacen parte de la nueva herramienta de planeación minera que promoverá la inversión nacional y extranjera, generando condiciones de competitividad y aprovechamiento racional de los recursos no renovables del país.

Sin embargo, la política pública en materia minera aún cuenta con vacíos como: (i) la ausencia de una hoja de ruta para la diversificación, reconversión y transición socioeconómica y productiva en aquellas regiones con vocación extractiva; (ii) una baja planeación estratégica para el desarrollo de infraestructura de transporte del carbón que permita mejorar su competitividad; (iii) una carencia de herramientas técnicas y normativas para una gestión efectiva de cierres mineros y prevención de pasivos ambientales; (iv) alta accidentalidad minera; (v) falta de lineamientos técnicos para implementar eficiencia

energética y economía circular en las operaciones mineras basados en ciencia, tecnología e innovación y; (vi) la falta de estrategias para diversificar la exploración y extracción de minerales.

2.1.4. Transversal

El Ministerio de Minas y Energía actualizó el Plan Integral de Gestión Integral del Cambio Climático del sector minero energético (PIGCCme), denominado PIGCCme 2050 a través de la resolución 40350 de 2021. Su objetivo es la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático y la promoción de un desarrollo bajo en carbono a nivel sectorial, fortaleciendo y protegiendo la sostenibilidad y competitividad de la industria, para en el largo plazo alcanzar la carbono neutralidad.

En este sentido, el PIGCCme 2050 establece las acciones que permiten al sector minero energético alcanzar una reducción de 11,2 Millones de toneladas de CO₂ equivalentes o superiores, en el año 2030 y habilita las opciones de carbono neutralidad más adecuadas para el año 2050. Adicionalmente, habilita medios de implementación desarrollados como actividades desde el componente gobernanza y atiende las características de la primera fase de la estrategia de largo plazo de carbono neutralidad de Colombia (E2050); trabajando en conjunto con la industria, ciudadanía, academia y gobierno para que éstas logren formular al año 2024 Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Empresarial.

2.2. Justificación

La transición energética ha sido uno de los ejes centrales de la política pública del país en los últimos años llevándolo a posicionarse como líder en la región; en el año 2020 el país ocupó el puesto 25 entre 115 países en el Índice de Transición Energética difundido por el Foro Económico Mundial. Los principales logros alcanzados para ocupar este lugar se pueden resumir así: En el sector eléctrico se destaca la integración de energías renovables en la matriz energética nacional, el análisis e implementación de nuevas tecnologías, el desarrollo de un marco fiscal y regulatorio atractivo para la transición energética. En movilidad sostenible se avanza en el desarrollo de incentivos para la dinamizar el mercado de vehículos eléctricos e híbridos y la creación de lineamientos para el despliegue de infraestructura de carga. Por su parte para el sector de Hidrocarburos se desarrolló un marco normativo y regulatorio para el abastecimiento del gas combustible y los combustibles líquidos, como también la definición y mejora para la asignación de áreas para exploración y explotación de estos recursos. Finalmente, en minería se destaca la adopción de lineamientos técnicos y estrategias para la legalización y formalización de las actividades de extracción.

No obstante, el país aún enfrenta retos para acelerar la transición energética en cada uno de estos sectores, los cuales son los ejes fundamentales para el desarrollo energético del país. Entre estos se destacan: (i) la ineficiencia en el uso de los recursos energéticos; (ii) el cierre de brechas de cobertura de energía en el país, no solo eléctrica; (iii) falta de ascenso tecnológico en segmentos y modos de transporte diferentes al carretero; (iv) la disminución de reservas requeridas de gas y crudo para atender la demanda local e incrementar la seguridad energética; (v) la implementación de nuevas tecnologías que aporten a la descarbonización del sector de hidrocarburos y al uso alternativo de biocombustibles; (vi) oportunidades para la diversificación de la extracción de minerales y; (vii) falta de gestión efectiva de cierres mineros y prevención de pasivos ambientales.

La presente política pública genera lineamientos, estrategias y acciones para mitigar estos retos y aprovechar las oportunidades de Colombia en el marco de la transición energética. Esta política se articula con los sectores de electricidad, hidrocarburos, movilidad sostenible y minería para avanzar hacia la transformación digital, la innovación, el ascenso tecnológico, la diversificación y sustitución de energéticos; que permita el acceso a la energía para todos los colombianos, brindando garantías laborales para aquellos que hagan parte de la transición.

No obstante, es importante resaltar que la transición energética para Colombia debe emprender un camino singular en el que se consideren todos los sectores e impactos al buscar eficiencias, disminución de emisiones de GEI, diversificación de la matriz energética y un crecimiento económico y social. Es preciso señalar que el país enfrenta retos específicos de carácter económico, social y energético y se hace indispensable que las políticas y lineamientos que se establezcan para avanzar en la transición analicen los impactos negativos que se puedan materializar y generen un crecimiento económico que involucre a todos los actores locales y globales. Colombia cuenta con una de las matrices energéticas de generación eléctrica más limpias del mundo, en promedio el 70 % de capacidad es hidroeléctrica y, por otra parte, sustenta sus ingresos y el aprovechamiento de los recursos del subsuelo exportando cerca del 50 % del petróleo que produce (Solo en 2019, año previo a la pandemia ocasionada por el Covid-19, el aporte fiscal de las empresas de exploración y producción de petróleo y gas, transporte, refinación y distribución de combustibles, más los dividendos de Ecopetrol, totalizaron \$26,2 billones, 17 % de los ingresos corrientes del Gobierno Central) (Agencia Colombiana del Petróleo, 2021). Esta industria genera regalías bienales de 17 billones de pesos y se consolidan como una fuente esencial para la inversión y el desarrollo de las regiones. En cuanto a minería, el carbón aportó 1,8 % al Producto Interno Bruto (PIB) nacional en 2019; así mismo, representa el 15

% de la inversión extranjera directa y el 27 % de las exportaciones nacionales (Agencia Nacional de Minería, 2020)

Considerando lo mencionado previamente, esta política recomienda una ruta alternativa y progresiva frente a la transición energética. Las metas del país deben tener en cuenta diversos factores para diseñar la política pública alineada con la transición energética, con ejes fundamentales como la digitalización, la reconversión tecnológica, el diálogo social para involucrar y proteger a las comunidades, el reemplazo de ingresos y la reconversión laboral.

En primer lugar, la digitalización y la velocidad de la reconversión tecnológica dependerán del tiempo en el que las nuevas tecnologías puedan llegar a fase comercial e igualar o superar los costos de la utilización de tecnologías con combustibles líquidos y energéticos de mayor impacto ambiental como el carbón. Por ejemplo, el desarrollo y madurez del hidrógeno para generación eléctrica y movilidad sostenible dependerán de la disminución en su grado de incertidumbre tecnológico, desarrollo de la regulación, capacitación del capital humano y disminución de precios. Por otra parte, la digitalización se ha convertido en un componente esencial para el desarrollo de la transición energética. La cuarta revolución industrial será clave en el despliegue de nuevas tecnologías que permitirán acelerar los procesos de transformación en el sector.

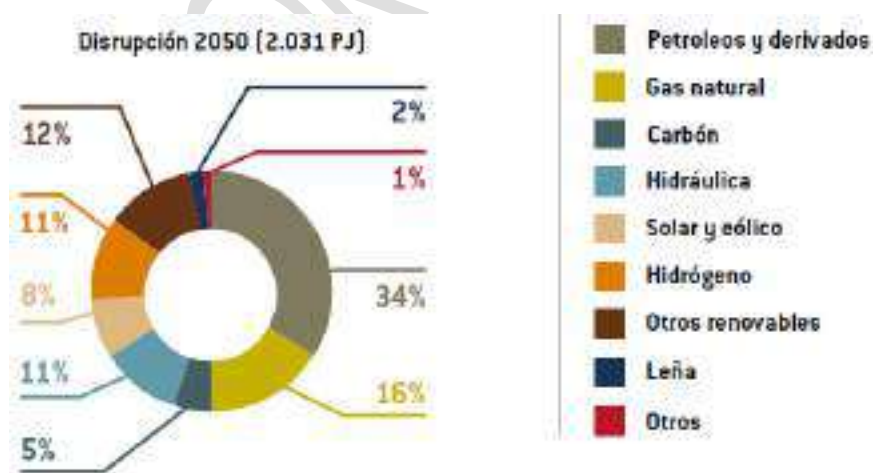
Como segundo aspecto, se deben explorar oportunidades para diversificar y complementar las exportaciones de petróleo y carbón por nuevos productos y servicios, construyendo una oferta energética más diversa y una industria de exportación. Las políticas que busquen fomentar la transición deben estar alineadas y ser consistentes con el contexto económico, social y ambiental del país, generando cambios graduales que habiliten un crecimiento y desarrollo económico al tiempo que se fomenta la sostenibilidad ambiental, la protección de los trabajadores y las comunidades, aprovechando los recursos provenientes de las regalías en el corto plazo, aportando a la reconversión productiva.

En el corto plazo, no será posible renunciar a la explotación y utilización de energéticos como el petróleo o el carbón hasta tanto no se tenga una estrategia para su sustitución. La reconversión laboral será un componente esencial para impulsar la transición; es imperativo generar estrategias que le permitan a las familias y regiones empleadas en actividades económicas con vocación extractiva, encontrar nuevas alternativas laborales soportadas entre otros, por programas de educación y capacitación alineados con las nuevas tecnologías y la transición. Lo anterior requiere también del diseño e implementación de una política industrial, que le permita al país solventar las dificultades fiscales por los cambios que se vienen en la demanda de energéticos como el carbón en el mediano y largo plazo.

Aunado a lo previamente descrito, el desarrollo de estos factores deberá ser acorde con el contexto nacional e internacional y debe contemplar y analizar los impactos externos que puedan limitar las inversiones y esfuerzos que se realicen en transición energética. Justamente el Plan Energético Nacional (PEN) 2020 – 2050 de la UPME, presenta 4 escenarios con diferentes grados de descarbonización, desarrollo y madurez tecnológica, así como los esfuerzos en relación con cambios sociales y económicos realistas para alcanzar los objetivos de transformación.

El escenario de disrupción, a pesar de ser el más agresivo, contempla un 10 % del parque de generación de energía eléctrica con plantas térmicas, un 55,6 % de participación de hidrocarburos, 5 % de carbón y 2 % de leña en la matriz energética. Este escenario es el más optimista frente a la transformación energética y contempla una reducción del 83 % de las emisiones de GEI de la demanda energética con respecto a la línea base de la Contribución Nacional Determinada (NDC). También incluye el uso de tecnologías innovadoras que cuentan, hoy en día, con un alto grado de incertidumbre. El PEN presenta escenarios de transformación con las capacidades y contexto económico, social y ambiental del país al igual que el desarrollo tecnológico y costos para promover la transición energética. En el Gráfico 1 – Composición de la oferta energética en el escenario de disrupción del PEN 2020 - 2050 se puede observar la distribución de la oferta por energéticos donde en el año 2050 el carbón y la leña continúan presentes.

Gráfico 1 – Composición de la oferta energética en el escenario de disrupción del PEN 2020 - 2050

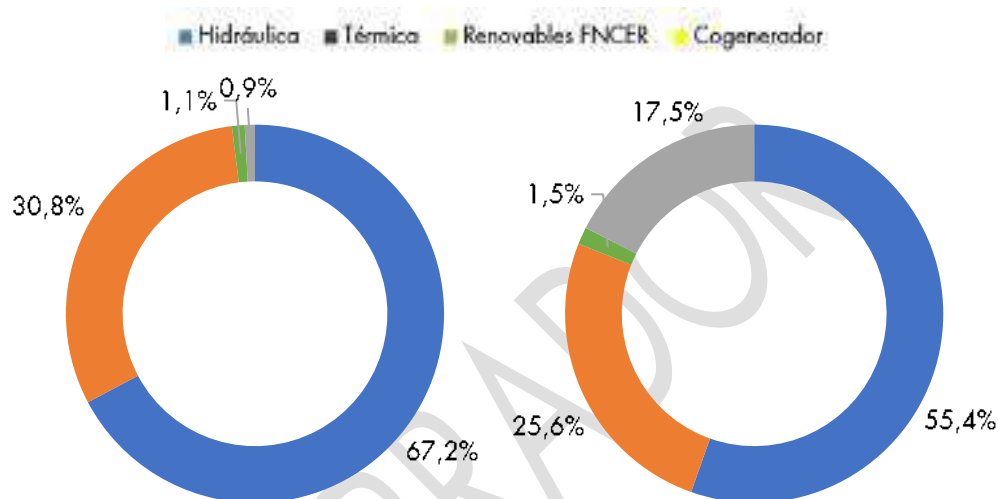


Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética (2020).

Se deberá entonces, emprender mayores esfuerzos para transformar la matriz energética acompañado de modelos innovadores que incentiven y aceleren la transición.

No obstante, es importante resaltar los esfuerzos realizados al momento que han permitido diversificar la matriz de generación eléctrica mediante un marco fiscal atractivo y el desarrollo de lineamientos de política pública. Todo esto permitirá que hacia finales de 2023 el país cuente con una capacidad de generación renovable con FNCER cercana al 17,5 %, para contar con un total de 72,9 % de la matriz con energías limpias.

Gráfico 2 – Comparación de la capacidad instalada de generación eléctrica entre enero de 2022 y diciembre de 2023



Fuente: DNP con información del Ministerio de Minas y Energía (2021) y Sinergox (2022).

Es por esto, que es necesario el desarrollo de una política enfocada en la transición energética que articule los esfuerzos del Gobierno y que oriente a los diversos sectores económicos sobre los lineamientos a seguir en materia minero energética. Esto será esencial para lograr su modernización y digitalización, al tiempo que se desarrollan mejores prácticas ambientales, la estructuración de diferentes ecosistemas regulatorios, económicos, financieros, ambientales y sociales que permitan e incentiven las inversiones en nuevas tecnologías que y a su vez, permitan que el país logre las metas plasmadas en relación con la disminución de GEI y el cambio climático.

3. MARCO CONCEPTUAL

Transición Energética

En la historia reciente, el mundo ha experimentado diferentes transiciones energéticas, por ejemplo, el cambio de la utilización de leña a carbón en el siglo XVIII. En la actualidad

se está experimentando una transición energética relacionada con la cuarta revolución industrial, en la cual hay una apuesta por el uso de nuevas tecnologías, la digitalización y la eficiencia energética. No obstante, es relevante tener en cuenta que la transición actual ha sido impulsada y acelerada por los efectos que ha traído el cambio climático.

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es inequívoco que las actividades humanas hayan generado el calentamiento en la atmósfera, el océano y la tierra generando olas de calor extremas, fuertes precipitaciones, sequías y ciclones tropicales con fuertes impactos en todos los ecosistemas a nivel mundial. Para evitar las inclemencias de estos cambios e incrementar la seguridad energética que se ve amenazada por la variabilidad climática, es vital que se minimicen las emisiones de los GEI³¹ y se diversifique y se construya una matriz energética resiliente.

La transición energética se define como el proceso de transformación de la matriz energética en el cual se prima el uso de tecnologías nuevas y eficientes, se implementan formas novedosas de generación de energía y se fomentan hábitos sostenibles para su consumo³². Esto conlleva beneficios como el crecimiento económico, una mayor eficiencia energética, una mejora en prácticas industriales y una disminución en las afectaciones al medio ambiente, especialmente en las emisiones de GEI. Todos estos beneficios contribuyen a reducir el riesgo latente de cambio climático y fomentar un crecimiento económico sostenible.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial (Fostering Effective Energy Transition, 2021), una transición energética eficaz debe desarrollarse en torno a tres pilares: (i) la sostenibilidad; (ii) inclusión y (iii) accesibilidad y la seguridad. De igual forma, la transición energética debe proveer soluciones globales de energía al tiempo que se crean modelos de negocio de valor agregado sin comprometer el equilibrio entre estos tres pilares.

Es así entonces como la transición energética es un cambio estructural en el sistema energético fomentado por las nuevas tecnologías y la eficiencia. No obstante, es importante tener en cuenta 4 componentes esenciales para el desarrollo de la transición energética: Primero, el desarrollo y crecimiento económico que debe contemplar políticas y estrategias que consideren la estructura económica del país, reconociendo la dependencia económica

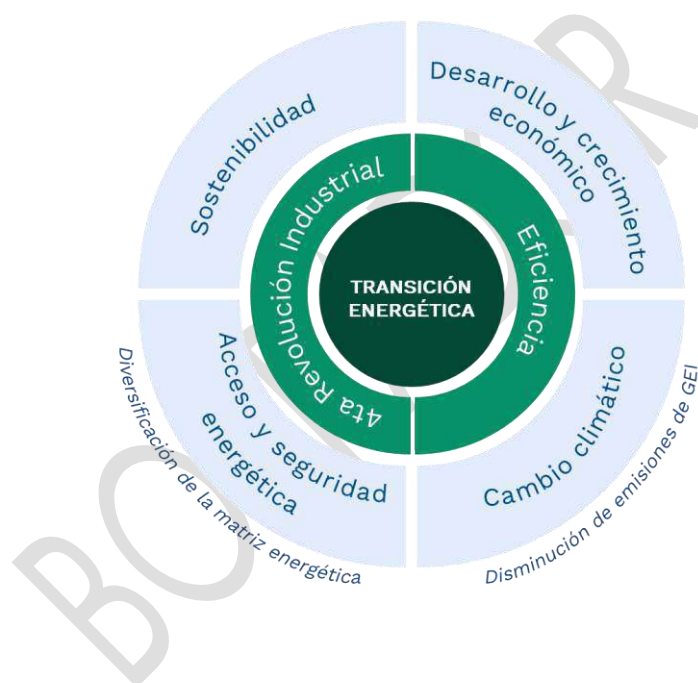
³¹ Colombia, a pesar de ser un país cuyas emisiones son relativamente menores, tiende a ser uno de los más perjudicados. Razón por la cual el país se comprometió a reducir el 51 % de GEI a 2030 mediante las NDC; es así entonces como la transición energética se ha convertido en una prioridad para el Estado buscando generar un crecimiento económico verde y sostenible.

³² IRENA (Disponible en: <https://www.irena.org/energytransition>)

del sector extractivo y la necesidad de una transición hacia otras actividades económicas en la medida que se van reemplazando estos energéticos.

Segundo, se debe fomentar la implementación de tecnologías y uso de energéticos de cero o bajas emisiones para disminuir el impacto en el medio ambiente y disminuir las emisiones de GEI. Tercero se debe fomentar el acceso a la energía a toda la población al mismo tiempo que se aseguran los recursos para atender toda la demanda, incentivando la seguridad energética. Por último, las políticas, estrategias y tecnologías que se implementen deben ser sostenibles económica, social y ambientalmente. Los componentes de la transición energética se pueden detallar en Figura 1. Componente de la transición energética.

Figura 1. Componente de la transición energética



Fuente: DNP (2022).

Cambio climático

Es la variación del estado del clima que persiste durante largos períodos de tiempo y que puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera por el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero o del uso del suelo atribuido directa o indirectamente a la actividad humana. El cambio climático, podría modificar las características de los fenómenos meteorológicos e hidro climáticos extremos en su frecuencia promedio e intensidad, lo cual se expresará paulatinamente en el comportamiento espacial y ciclo anual de estos. (Ley 1931, 2018).

Movilidad sostenible

A su vez, el concepto integral de transición energética se complementa con la modernización de sectores productivos como el transporte, el cual representa el 40 % del consumo final de energía en el país. De esta manera, el futuro de la movilidad de bienes y personas debe vincular prácticas que generen los menores impactos negativos en materia medioambiental y que contemplen un uso razonable de los recursos energéticos. Para el Ministerio de Transporte (Movilidad ambientalmente sostenible, 2021) la movilidad ambientalmente sostenible se define como la interacción responsable del tránsito, el transporte y el espacio público, impidiendo la generación de efectos adversos sobre la calidad del aire, a través de la promoción de prácticas adecuadas desde la gestión territorial y las decisiones de política pública, garantizando la calidad de vida de las comunidades. En este sentido, la visión de la movilidad sostenible según el Banco Mundial (Banco Mundial, 2017) debe orientarse desde cuatro pilares fundamentales: (i) acceso equitativo; (ii) seguridad y protección; (iii) eficiencia, y; (iv) disminución a la contaminación y capacidad de respuesta a problemas climáticos, que le permitan garantizar una adecuada prestación del servicio desde una visión de sostenibilidad.

Diversificación productiva

Es el proceso donde se generan actividades que produzcan ingresos económicos adicionales a la actividad económica principal ya instaurada en el territorio, con el fin de desconcentrar la matriz productiva y redistribuir los mercados de trabajo y capital (PNUD 2021). La diversificación hace referencia a que la actividad minero energética continúa, y con los recursos provenientes de esta se potencian otros sectores productivos.

4. DIAGNÓSTICO

4.1. Oportunidades para incrementar la seguridad y confiabilidad energética

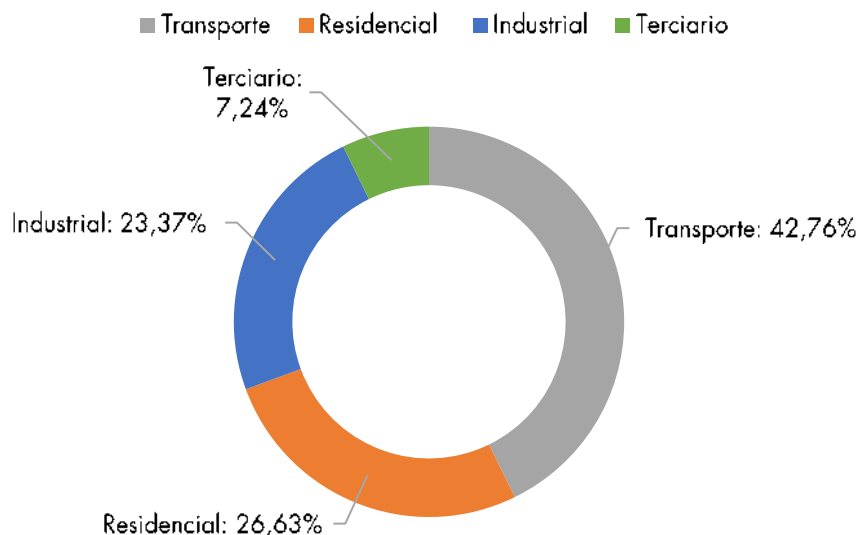
En este primer componente abordan los retos y oportunidades para satisfacer la demanda energética de manera confiable, segura y eficiente, mediante el desarrollo de infraestructura que permita el abastecimiento, transporte y distribución de los energéticos. Por otra parte, refleja la necesidad de generar un entorno para atraer inversiones en programas de investigación y desarrollo.

4.1.1. Ineficiencia en el uso de recursos energéticos

En Colombia el 92,3 % de la energía final es consumida por tres sectores: transporte, industrial y residencial, que cuentan con potencial de reducción del consumo

final de energía. En el Gráfico 3. Distribución del consumo de energía final por sectores, se puede observar la demanda de energía de los principales sectores.

Gráfico 3. Distribución del consumo de energía final por sectores



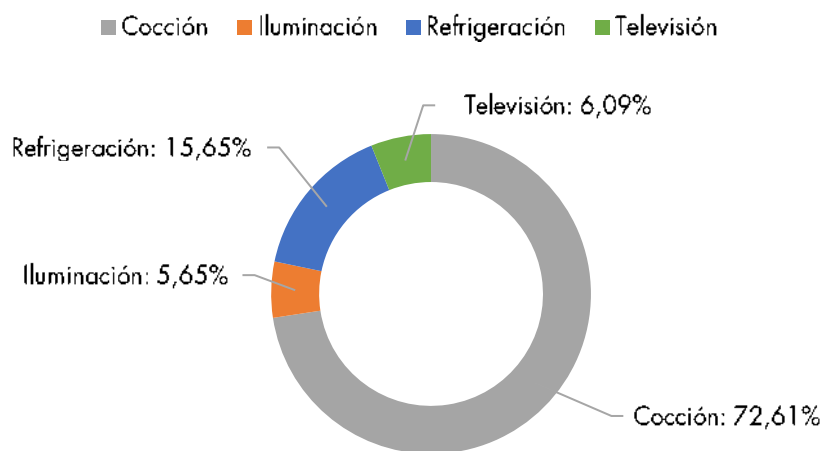
Fuente: DNP con información de la Unidad de Planeación Minero Energética (2021).

De acuerdo con el PAI Proure 2021 - 2030, el sector transporte representó el 53,9 % del total de las pérdidas en energía del país, así como la mayor cantidad de emisiones de CO₂. En este sector, solamente el 31 % de la energía se convierte en energía útil, presentando ineficiencias de aproximadamente el 69 % lo que representa gastos anuales que oscilan entre 3.400 y 6.000 millones de dólares. En el sector transporte el modo carretero presenta la mayor contribución de consumo energético con el 88 % de participación (carga 36 % y pasajeros 34 %), seguido del aéreo con el 10 %, y finalmente el férreo, fluvial y marítimo con una participación inferior al 1 %, cada uno. Dentro del modo carretero, los usos más representativos son: pasajeros privado interurbano (27 %), pasajeros privado urbano (22 %) y carga interurbana (16 %).

En cuanto al sector residencial, se puede identificar que el 72,61 % y 15,65 % del consumo final de energía corresponde a la cocción y a la refrigeración respectivamente. En el Gráfico 4. Consumo de energía en el sector residencial, **Error! Reference source not found**, se puede observar la distribución de los usos de energía de este sector, teniendo en cuenta que los energéticos con mayor participación en esta matriz son la leña y la energía eléctrica con el 37,79 % y 35,03 % respectivamente (Unidad de Planeación Minero Energética, 2021).

Por otra parte, los electrodomésticos utilizados para la refrigeración representan mayor aporte a la ineficiencia energética en el sector residencial, ya que, de los 12,9 millones de neveras en el país, el 45 % tiene 5 años o más de vida útil. Se ha identificado que el recambio de una nevera ineficiente por una etiquetada como eficiente energéticamente (Categoría A) puede reducir el consumo de energía eléctrica en este electrodoméstico hasta en un 66,7 % dependiendo la capacidad de la nevera y por lo tanto reducir el valor de la factura del servicio de energía eléctrica entre un 27 % y 30 % considerando el consumo promedio de los usuarios de estratos 1 y 2.

Gráfico 4. Consumo de energía en el sector residencial



Fuente: DNP con información de la Unidad de Planeación Minero Energética (2021).

Aparte de las oportunidades identificadas en el recambio de aires acondicionados, refrigeradores e iluminación, en el sector residencial existen otras oportunidades de eficiencia energética. Entre estas se encuentra la sustitución de leña por otros energéticos, renovación de electrodomésticos y gasodomésticos y promover el uso de la información para un uso eficiente de la energía. Estas oportunidades ubican a este sector con el segundo mayor potencial de ahorros entre los 1.643 y 2.358 millones de dólares al año y una disminución en el consumo de energía entre el 30 % y 40 %.

A pesar de contar con un alto potencial en eficiencia energética en el sector residencial, los proyectos de eficiencia energética desarrollados hasta el momento son puntuales y en ocasiones aislados. Entre estos proyectos se puede destacar el Programa de Gestión Eficiente de la Energía en San Andrés y Providencia el cual recambia bombillas incandescentes por bombillos led, otorga facilidades de financiamiento para el recambio de aires acondicionados y neveras y realiza la instalación de sistemas solares fotovoltaicos. De igual forma se encuentra en estructuración el Programa de Eficiencia Energética Caribe

Energía Sostenible (PEECES) que implementará medidas de eficiencia energética en los departamentos de la costa caribe. Sin embargo, en el resto del país se presenta una ausencia de programas similares que permitan a la población acceder a estos beneficios y realizar el recambio de iluminación, electrodomésticos y gasodomésticos de forma que reduzca el consumo energético.

En cuanto al sector industrial, el 64 % de la energía se convierte en energía útil, mientras que la ineficiencia y pérdidas de energía representan el 36 % restante. En este sector el 88 % y 12 % del consumo final de energía se presenta entre los sistemas de calentamiento directo e indirecto y fuerza motriz respectivamente. Los potenciales de ahorro de eficiencia energética para este sector están asociados principalmente a los procesos de combustión del carbón que podría representar el 40 %, teniendo en cuenta que el uso de este energético es del 28 %. A pesar de los esfuerzos para reducir los consumos de energía en este sector, los proyectos para la gestión del cambio tecnológico y la promoción de las buenas prácticas de operación son insuficientes.

En esta misma línea, es importante resaltar la oportunidad que tiene el país para avanzar en la implementación de distritos térmicos, de los cuales solo se cuenta con un caso de éxito que corresponde al distrito térmico³³ de La Alpujarra en Medellín. Lo anterior evidencia la oportunidad de desplegar estos sistemas en otras ciudades principales del país. La climatización de los edificios es una de las principales fuentes de consumo energético en Colombia, su demanda podría llegar a 49 Petajulio (PJ) a 2030 y a 41,2 PJ si se implementan medidas de eficiencia energética de acuerdo con el PAI Proure 2021 – 2030. Además, se espera que la demanda de estos sistemas aumentará alrededor de un 3 % anual hasta el año 2030, hasta llegar a un consumo estimado cercano a los 4.500 GWh.

Por otra parte, la cadena de producción de hidrocarburos se consolida como un consumidor intensivo de energía y generador de emisiones en cada una de sus etapas. De acuerdo con las especialidades de cada proceso también es posible que, tanto la demanda energética como las emisiones generadas por esta industria aumenten. Es el caso de la utilización de técnicas de recobro secundario³⁴ o mejorado que requieren un mayor

³³ Es una red de distribución que produce vapor, agua caliente y agua helada -a partir de una planta central- y que transporta estos productos por tuberías a las edificaciones cercanas, con el fin de proporcionarles servicios de acondicionamiento térmico de espacios (calor o frío), o de agua caliente sanitaria. En ese marco, los equipos asociados son: la central de producción térmica, la central de bombas, las tuberías de distribución y las centrales de intercambio térmico con los usuarios finales. (Resolución UPME 585 - 2017, pág. 10)

³⁴ Técnicas aplicadas a los yacimientos de hidrocarburos para mantener o incrementar su energía o la recuperación final de hidrocarburos (Resolución Ministerio de Minas y Energía 181495 de 2009, pág. 7)

consumo de energía, al igual que la complejidad de la configuración de las refinerías, y el aumento de la viscosidad del petróleo en su transporte.

El Modelo Energético Mundial de la Agencia Internacional de Energía evalúa un barril de petróleo o un metro cúbico de gas natural desde donde se produce, se refina o procesa hasta donde finalmente es consumido. Como resultado, este modelo puede estimar el total de emisiones de GEI contemplando los ajustes por los diferentes métodos de producción y comercio que intervengan en la actualidad en los mercados mundiales de petróleo y gas. De esta forma se estima que 95 kilogramos de CO₂ equivalente (kg CO₂-eq) se emiten al llevar un barril promedio de petróleo al uso final de los consumidores. Existe una amplia gama de estimaciones de emisiones generadas asociadas a los diferentes tipos de crudo producidos, oscilando entre una intensidad de emisiones cercana a 45 kg CO₂-equivalentes por barril de petróleo equivalente (bep) hasta niveles superiores de 200 kg CO₂-eq/bep.

Para el gas natural, las emisiones globales promedio están alrededor de 100 kg CO₂-eq/bep. Sin embargo, al igual que el petróleo, existe una gran dispersión entre diferentes fuentes de gas y diferentes rutas comerciales que pueden aumentar el valor mínimo de emisiones 4 veces. Las principales diferencias entre los tipos de recursos están en función de: la naturaleza, complejidad y ubicación del recurso, las tecnologías y la ingeniería utilizados, la antigüedad de los activos y los procesos y medidas implementados para minimizar la quema y las emisiones de metano. Por ejemplo, las fuentes de petróleo bajas en emisiones tienden a ser recursos fáciles de extraer, tienen controles estrictos sobre fugas y quema de metano, siendo crudos ligeros o GNL que pueden ser procesados por refinerías simples o eludir el sector de la refinación por completo, refinándose y consumiéndose cerca de donde se extraen. (International Energy Agency, 2020)

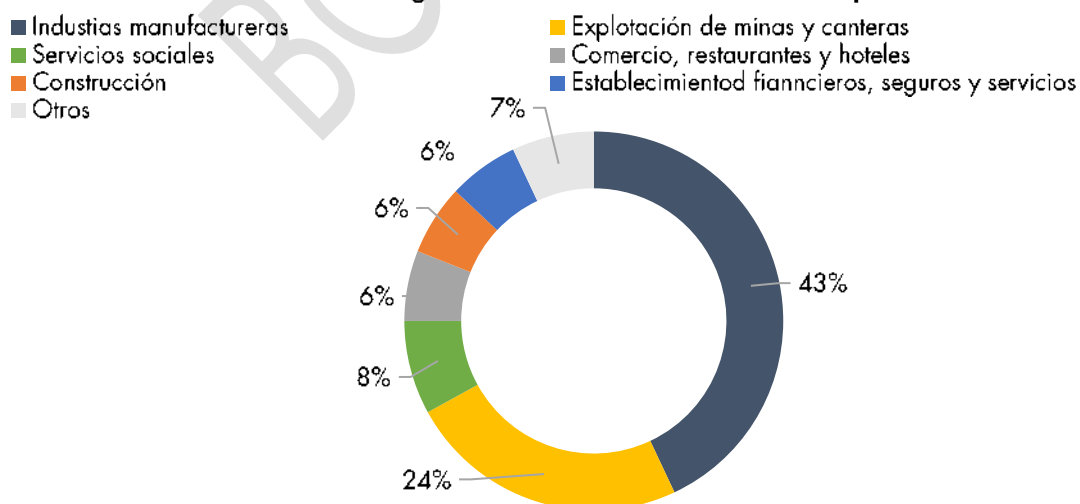
La Agencia Internacional de Energía indica que hay múltiples formas en las que las energías renovables cada vez son más competitivas en costos y pueden contribuir a gestionar de forma eficiente las demandas energéticas de las operaciones de petróleo y gas. Opciones como la electrificación de operaciones de *Upstream* utilizando electricidad renovable y la utilización de energía solar térmica para generar calor para operaciones térmicas de recobro mejorado de petróleo conocido mundialmente como EOR-solar por sus siglas en inglés "*Enhanced Oil Recovery*".

Para el caso Colombiano el uso de generación a partir de energía eólica y solar fotovoltaica representaría un beneficio ambiental medido en términos de ahorros en emisiones de gases de efecto invernadero, como lo plantean valores establecidos por análisis de ciclo de vida que indican factores de emisiones de 15 kg CO₂ eq / MWh para plantas eólicas, 50 kg CO₂ eq/MWh para sistemas solares fotovoltaicos, 450 kg CO₂ eq

/ MWh para plantas de gas natural, 850 kg CO₂ eq / MWh para plantas con combustibles líquidos y 1.000 kg CO₂ eq / MWh para plantas de carbón (UPME, Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia, 2015), lo cual podría disminuir el impacto de la demanda de energía en algunas de las facilidades petroleras, así mismo la diversificación en el uso de energía proveniente de FNCER pueden contribuir significativamente a las metas de carbono neutralidad del sector, en la actualidad se evidencia la materialización de proyectos de este tipo liderados por Ecopetrol adelantando la construcción de 8 ecoparques solares (San Fernando, Castilla y Ocelote en el Departamento del Meta; Aipe, Brisas y Yaguará en el Departamento del Huila, Solar del Río en el departamento de Antioquía y Solar Magdalena en el departamento de Bolívar) que permitirán la generación de 155 MW, evitarán la emisión de más de 1 millón de toneladas de CO₂-eq, generando más de 1.200 empleos.

En cuanto al sector extractivo de minerales, este es altamente intensivo en el consumo energético principalmente en las etapas de explotación y beneficio además con respecto a otras actividades económicas desarrolladas en el país. El 67 % de la demanda de energía del sector industrial se concentra en las industrias manufactureras y explotación de minas y canteras tal como se puede observar en el *Gráfico 5. Consumo de energía eléctrica del sector industrial por subsectores*; las actividades más demandantes de energía en el país, con un consumo diario promedio de 26,38 GWh-día y 14,84 GWh-día (GIZ, 2020). Es importante precisar que el sector minero consume energía los 365 días del año en jornadas laborales que en muchos casos alcanzan turnos para completar las 24 horas del día, por lo cual requiere un abastecimiento de energía constante y confiable.

Gráfico 5. Consumo de energía eléctrica del sector industrial por subsectores



Fuente: DNP con información de GIZ (2020).

4.1.2. Fortalecimiento y planeación de los mercados energéticos

Los sectores asociados a los mercados energéticos (particularmente electricidad e hidrocarburos) están pasando por momentos disruptivos en la manera en la cual se efectúa su planeación en el mediano y largo plazo. Para el caso del mercado eléctrico, este enfrenta una coyuntura asociada al ingreso de recursos energéticos intermitentes centralizados y distribuidos, mayoritariamente renovables, que imponen la estructuración de nuevas formas de coordinación de la operación, así como la necesidad de implementar medidas adecuadas de planeación, seguimiento y coordinación de las entidades de gobierno. Lo anterior por los desafíos técnicos, temas de libre competencia, integración de los mercados y abuso de posición dominante que se podría presentar con el funcionamiento de los mercados en la actualidad o como funcionarán en pro de la transición energética.

Uno de los retos que enfrenta el sector en materia de planeación es el fortalecimiento de las entidades de vigilancia y control, considerado como uno de los eslabones que requieren mayores intervenciones, al representar la guarda y el cumplimiento de toda la normativa técnica y de las obligaciones de los agentes. En el caso de la entidad de vigilancia y control, las principales falencias identificadas se encuentran en la deficiencia en la información que suministran los agentes, lo cual puede derivarse de comportamientos inadecuados en los mercados (en parte), generando su distorsión en precios y tarifas.

Por otra parte, de acuerdo con el diagnóstico presentado en el Foco 5 de la Misión de Transformación Energética, los mercados mayorista y minorista de energía eléctrica y gas combustible, deben evaluarse en razón a su funcionamiento y las dinámicas que se han venido presentado en los últimos años, tales como la incorporación de los recursos renovables³⁵ que debido a particularidades de su operación, requieren avanzar en análisis de ventajas o desventajas de la centralización o descentralización de actividades y la participación de las empresas en estas.

4.1.3. Disminución de reservas requeridas de gas y crudo para atender la demanda local e incrementar la seguridad energética requerida para la transición

Las reservas de hidrocarburos del país, principalmente en gas, han disminuido durante los últimos 10 años, a 2020 el país contaba con 2.949 giga pies cúbicos (Gpc), comparado frente al año 2010 representa una disminución mayor al 42 %, (ANH, 2020). En ese mismo año, la producción de gas llegó a 1.041 millones de pies cúbicos por día (Mpcpd), un 2,5 % menos que los 1.068 Mpcpd registrados en 2019. En consecuencia, la

³⁵ De acuerdo con la Misión de Transformación Energética, desde 1995 no se han dado cambios importantes en la participación e integración de agentes, a excepción del efectuado por ECOPETROL con ISA, así como la incorporación de 1.500 MW de energía renovable a 2022.

autosuficiencia se redujo de 8,1 a 7,7 años. Además del aumento en el consumo, las principales causas asociadas a esta disminución son la caída progresiva en la producción de los principales campos que históricamente han abastecido al país como Chuchupa y Ballena, que a pesar de haber sido protagonistas durante más de 20 años alcanzando una participación de 74 % del suministro del país, su declinación natural ha llevado a que estas cifras disminuyan, llevando en el 2020 su participación al 15 %.

El país tiene una baja utilización de técnicas de recobro mejorado que incrementen los niveles de producción de los campos maduros, según datos de la ANH el factor de recobro para 2019 era del 21 %, esto sumado a la disminución en algunos periodos de la actividad exploratoria que reducen las probabilidades de obtener nuevos hallazgos, como la sucedida entre 2012 y 2017, período en el cual no se celebraron contratos para la producción de gas, resulta en un bajo nivel de incorporación de reservas³⁶.

Aunque se tienen avances en la incorporación de nuevas fuentes de energía y nuevas tecnologías, estas requieren respaldo para ofrecer confiabilidad al sistema, máxime, cuando se requiere la atención del servicio público domiciliario de suministro de gas combustible. El país necesitará seguir contando con su aporte progresivo en condiciones de abastecimiento seguro, eficiente y confiable para atender la demanda nacional, contando con la infraestructura necesaria para su aprovisionamiento, transporte, almacenamiento estratégico y distribución.

Este panorama hace necesario plantear medidas de corto y mediano plazo para incentivar la producción local a partir de iniciativas de exploración y producción buscando incorporar mayores reservas, como la continuidad a los proyectos piloto de investigación integral en yacimientos no convencionales (YNC). De acuerdo con los datos presentados en el informe del Comité de Expertos, los YNC ubicados en las formaciones de La Luna y El Tablazo en la cuenca del Valle Medio del Magdalena, tendrían un potencial entre 2.400 millones de barriles de petróleo equivalentes (MBPE) a 7.400 MBPE de los cuales un 15 % sería gas, es decir que el potencial de gas proveniente de YNC estaría entre 2.2 TPC y 6.7 TPC.

Además de ser necesario descubrir nuevos yacimientos, se debe realizar el aprovechamiento óptimo de los actuales, así como procurar el aseguramiento de la producción de los campos costa afuera ya que se espera entre 2024 y 2028 la entrada de oferta de gas natural proveniente de los campos Orca y Bloque Caribe Sur con volúmenes desde 80 MPCD y hasta 400-700 MPCD.

³⁶ El término de incorporación de reservas representa el proceso de calcular los recursos descubiertos que con la tecnología, precios y estructuras de costos actuales se pueden aprovechar.

4.1.4. Insuficiencia de infraestructura de hidrocarburos que garantice el abastecimiento seguro, eficiente y confiable.

El sector de hidrocarburos cuenta con una importante infraestructura disponible para la producción, refinación, transporte y distribución de petróleo y derivados. En el año 2019 previo a la situación presentada por el COVID-19 el país tuvo una producción promedio de 886 (kBPD) de crudo y 435 kBPD de combustibles líquidos. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2018) La infraestructura principal la componen las dos refinerías localizadas en Barrancabermeja y Cartagena, cada una con una capacidad de carga de 250 kBPD y de 150 kBPD respectivamente. Con relación al transporte de crudo por oleoducto, se cuenta con una red de 2.262 km y de 3.749 km en el sistema de transporte de productos refinados (Unidad de Planeación Minero Energética, 2020). En materia de gas el país tuvo una producción promedio de 1.374 GBTUD de gas en 2019, el cual es transportado a través de una red de gasoductos de 7.639 km y una entrega de regasificación al sistema en Cartagena de 17 GBTUD en el 2019 (Promigas, 2020) En relación con la producción de GLP, sus principales fuentes son los campos de producción de Cusiana y Cupiagua así como las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, contando con una terminal de importación en Cartagena, para el año 2019 la producción e importaciones de GLP alcanzaron las 631.000 toneladas, el transporte del energético se realiza principalmente por carretera, sin embargo, existe una infraestructura de 818 km de propano ductos conectados a la refinería de Barrancabermeja. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019)

Con respecto al GLP, la UPME en 2019 presentaba una situación de déficit de aproximadamente 2.000 BPD a partir del año 2020, situación que llegaría a cifras cercanas a 20.000 BPD en el 2035 con un serio problema de generación de oferta en el mercado. Razón por la cual el Plan Indicativo de Abastecimiento de GLP recomendó contar con infraestructura de importación para este producto que además es uno de los que facilitará la transición energética por lo cual su demanda tiene una tendencia al alza.

En cuanto al gas natural, la UPME indica que el balance entre la oferta de gas local y la demanda podría ser deficitario entre 2023 y 2028 (UPME, 2020), por ello se recomienda contar con infraestructura de importación. El estudio técnico para el plan de abastecimiento de Gas Natural de la UPME, señala que si bien el balance nacional da señales de momentos de exceso o déficit de oferta, este supone implícitamente e idealmente dos situaciones: (i) una red de transporte que permite flujos en cualquier dirección, lo que hace que se disponga de todas las corrientes de gas en todo el territorio nacional y; (ii) transacciones comerciales que permiten el flujo físico o no del gas natural en el sistema, es decir, solo se pierde el equilibrio hasta tanto la demanda supera la oferta independiente de

la localización de las fuentes de gas natural. Así mismo se ratifica la insuficiencia de oferta y la oportunidad de aumentar la oferta de gas natural mediante la entrada en operación de infraestructura de importación de gas. (UPME, Estudio Técnico para el Plan de Abastecimiento de Gas Natural, 2020)

En cuanto a la confiabilidad en el suministro de combustibles líquidos excedentes de producción en la costa norte, así como los volúmenes importados de crudo liviano y combustibles necesarios para atender la demanda y cumplir con los estándares de calidad de los derivados en el interior y sur del país, no se cuentan con una solución de confiabilidad para ser ubicados en el interior del país, como se muestra en los balances de oferta y demanda, la producción excedente de la refinería de Cartagena y los volúmenes importados, no tiene una conexión hacia el interior del país que representa el 80 % de la demanda total, lo cual implica un déficit en la oferta (UPME, 2019).

La Refinería de Barrancabermeja tiene una oferta decreciente debido a una dieta de crudo³⁷ cada vez más pesada proveniente de los campos de los llanos y del magdalena medio, importando actualmente desde la costa caribe un 5 % de crudo liviano³⁸, por lo cual es necesario evaluar el mecanismo de desplazamiento de crudo desde puerto de importación así como la ejecución de las ampliaciones requeridas en los sistemas de transporte y distribución de los productos, que permiten contar con niveles de confiabilidad en el abastecimiento en las condiciones de calidad y cantidad esperadas, no se encuentran aseguradas, contar con estas condiciones promovería un modelo de mercado con disponibilidad, precios estables y competitivos para las regiones alejadas de los nodos de suministro, induciendo decisiones de consumo eficientes bajo la disponibilidad de energéticos de menor impacto ambiental y menor riesgo para la salud. Adicionalmente, se evidencia la falta de una instancia técnica de asesoramiento para la aplicación de criterios de proyección y clasificación de proyectos estratégicos o indicativos que aporte técnicamente al planeamiento de la infraestructura de transporte de gas combustible y pueda contemplar eventuales proyectos de generación distribuida a gas, de cogeneración y de distritos térmicos locales.

4.2. Falta de recursos y estrategias para promover la innovación y conocimiento en transición energética

La innovación y el conocimiento son factores esenciales para promover y desarrollar la transición energética. Este componente analiza la necesidad de avanzar en la digitalización y análisis de datos en el sector energético para generar eficiencias en los

³⁷ Dieta de crudo: tipo(s) de crudo (s) que son alimentados a la refinería

³⁸ Crudo liviano: El petróleo crudo se clasifica como liviano cuando su gravedad API es mayor a 31,1°

procesos y facilitar la integración de nuevas tecnologías. De igual forma, se analizan las problemáticas y oportunidades de fortalecimiento del capital humano y aumentar la inversión en los diferentes escenarios de investigación e innovación.

4.2.1. Falta de programas de formación de capital humano y entornos de investigación en las temáticas relacionadas con movilidad de cero y bajas emisiones

A pesar de las cifras crecientes de inserción de vehículos eléctricos e híbridos en el parque automotor colombiano, no se evidencia la generación de empleos directos e indirectos locales asociados al desarrollo de este mercado. Esto en parte, debido a que **no existe actualmente un marco que defina las necesidades de formación en materia de movilidad sostenible para la educación formal o la educación para el trabajo, lo que a su vez se refleja en pocos programas de formación en esta temática para los segmentos de planeación, diseño y operación del mercado de la movilidad sostenible**, esto implica que a pesar de las cifras crecientes de inserción de vehículos eléctricos e híbridos en el parque automotor colombiano, no se evidencie la generación de empleos directos e indirectos locales asociados al desarrollo de este mercado. Si bien, el SENA en conjunto con entidades del orden nacional como el Ministerio de Transporte y empresas territoriales se han asociado para avanzar en programas particulares de formación y capacitación en estas temáticas, con objetivos como fortalecer los conocimientos técnicos en mantenimiento preventivo y correctivo de estos vehículos, con cero emisiones contaminantes y promover el desarrollo continuo de su talento humano, (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2021), esta oferta de personal profesional y técnico resulta insuficiente ante un mercado emergente que espera tener participación en la mayor parte del territorio nacional.

Por otro lado, en términos de innovación y conocimiento, se identifica que existen **vacíos asociados a la oferta y al respaldo de programas o líneas de investigación orientadas a la movilidad y el transporte sostenibles**. A pesar de que algunas universidades han conformado grupos de trabajo o programas de investigación en esta área³⁹, identificando su gran potencial en términos de innovación y adopción de nuevas tecnologías, no se ha formalizado un escenario de investigación alrededor de estas iniciativas, que permita especialmente a los jóvenes tener una voz crítica que aporte a la consolidación de las energías limpias en su propio beneficio a futuro.

³⁹ Grupo de trabajo académico en movilidad sostenible – Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales: <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Grupo.xhtml?idGrupo=36&opcion=1>

4.2.2. Herramientas insuficientes de planeación y difusión para los actores territoriales y usuarios finales de la movilidad sostenible.

En ciudades intermedias y pequeñas persisten brechas en materia de conocimiento y apropiación de las tecnologías de cero y bajas emisiones en el sector transporte. De manera generalizada se desconocen los beneficios económicos, medioambientales y sociales que implica adoptar este tipo de tecnologías, y así mismo se evidencian vacíos en términos de planeación, estructuración y reconocimiento de las posibilidades de financiación de ascenso tecnológico. Si bien el país avanza y se configura como uno de los pioneros en la región en fomentar la movilidad de cero y bajas emisiones, los grandes avances se materializan en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali que han logrado implementar proyectos de ascenso tecnológico, especialmente en sus sistemas de transporte público masivo, alcanzado la cifra de en los 5.284 vehículos eléctricos y 22.605 híbridos registrados en el RUNT a diciembre de 2021 (Ministerio de Transporte, 2021).

Por su parte, los usuarios finales no cuentan con las herramientas necesarias para conocer y aprovechar los beneficios tributarios y de circulación que ofrece la adopción de estas tecnologías, ni la información unificada para su correcta operación. A pesar de que las entidades del Gobierno nacional y gobierno territoriales han logrado promover incentivos como descuentos arancelarios para la importación de vehículos eléctricos e híbridos, descuento en impuestos al consumo, en seguros obligatorios y en revisión técnico-mecánica, excepciones a las restricciones de circulación, y mayor presencia de estaciones de carga; la inexistencia de un instrumento unificado impide consolidar todos los componentes de movilidad sostenible y limita la apropiación de beneficios.

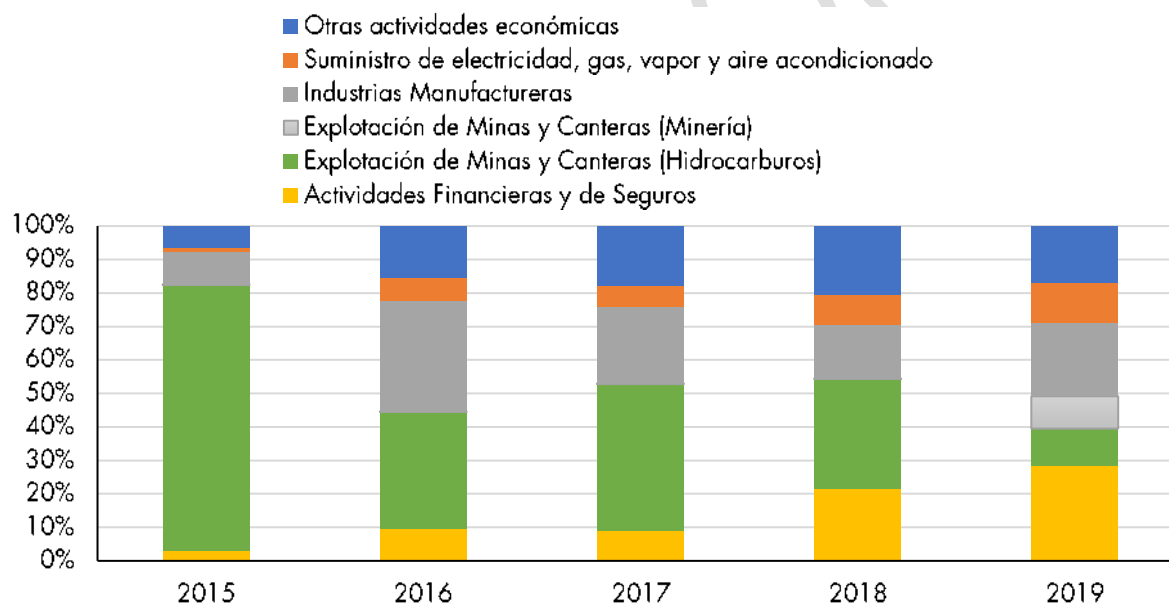
4.2.3. Insuficiencia en el despliegue de tecnologías, herramientas de innovación, gestión de cierres y restauración de áreas intervenidas por minería

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), el país no cuenta con un inventario total y actualizado de Pasivos ambientales mineros (PAM) que se consolide como la base principal para establecer un marco regulatorio con enfoque preventivo y correctivo, mecanismos de financiamiento estables y espacios de participación privada y ciudadana adecuados que permitan abordar los procesos de restauración y recuperación en las zonas identificadas. No obstante, en el año 2015 se realizó una identificación preliminar la cual identificó 449 Áreas mineras en estado de abandono (Ameas) das en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Valle de Cauca, Boyacá y Chocó. Adicionalmente, se resalta que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante una solicitud de información sobre posibles PAM de las

autoridades ambientales de los sectores industriales, institutos de investigación, entre otros, reportaron 522 de estas áreas (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Por otra parte, las empresas del sector minero no tienen una participación representativa en la aplicación de beneficios tributarios como incentivo para la creación de proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) en ninguna de las etapas de la vida útil de proyectos mineros (exploración, construcción y montaje, explotación, cierre y abandono). Como se observa en el Gráfico 6. Porcentaje de beneficios tributarios aprobados por actividad económica 2015 – 2019, el año con mayor aprobación fue 2019 con una participación de apenas 9,7 %, en comparación con otras actividades económicas como lo son las financieras y de seguros (28,5 %); industrias manufactureras (22 %); suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado (12 %); entre otras.

Gráfico 6. Porcentaje de beneficios tributarios aprobados por actividad económica 2015 – 2019

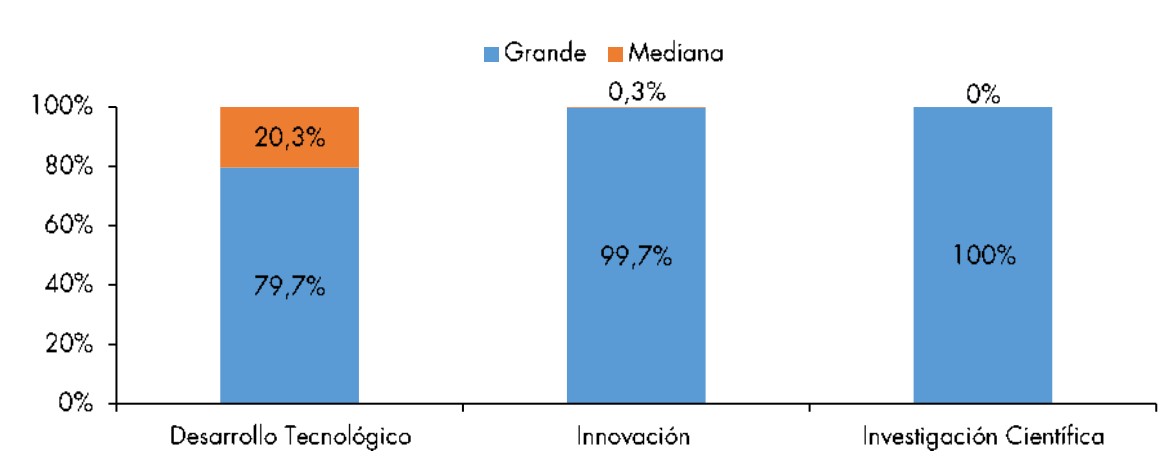


Fuente: DNP (2021).

La tendencia de las empresas de mediana minería se ha enfocado en el desarrollo tecnológico de sus proyectos con una participación del 79,7 % del porcentaje total, contrario a las empresas de gran minería, que con una participación del 99,7 % y 100 % en innovación e investigación científica respectivamente. La participación de empresas mineras con beneficios tributarios aprobados de acuerdo con su tamaño (pequeña, mediana y gran minería) se puede observar en el Gráfico 7. Porcentaje de beneficios tributarios aprobados en minería por tipología de proyecto y tamaño de empresa durante 2015 y 2019.

Finalmente se resalta la nula participación de las empresas de pequeña escala en la participación de beneficios tributarios y así mismo en las inversiones en materia de desarrollo tecnológico, innovación e investigación científica lo cual deteriora el sector y conlleva a problemas de baja competitividad en mercados nacionales e internacionales.

Gráfico 7. Porcentaje de beneficios tributarios aprobados en minería por tipología de proyecto y tamaño de empresa durante 2015 y 2019



Fuente: DNP (2021).

4.2.4. Bajo desarrollo de iniciativas para implementar nuevas tecnologías que aporten a la descarbonización del sector de hidrocarburos y al uso alternativo de biocombustibles

Se tiene un bajo nivel de desarrollo de iniciativas y de inversión en el uso de nuevas tecnologías como la captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), poca experiencia en la investigación y desarrollo de generación de energía a partir de geotermia, baja investigación en proyectos para producción de gas asociado a mantos de carbón y en proyectos para almacenar los excedentes de energía de fuentes renovables en forma de gas metano, que permitirían avanzar hacia un escenario de descarbonización en el que el sector de hidrocarburos pueda intervenir como aliado de la transición, mediante el uso de tecnologías que combinan el H₂ de la electrólisis del agua junto con el CO₂ disponible para producirlo, así como con la ampliación del uso de biocombustibles y el análisis de sus usos alternativos.

De acuerdo con datos de la Agencia Internacional de Energía, el sector de hidrocarburos es uno de los líderes mundiales en el desarrollo, implementación y despliegue de tecnologías de captura y utilización de carbono (CCUS) a gran escala. De

los 35 Mt de CO₂ capturados en actividades industriales en enero de 2020 casi el 80 % se obtenía de las operaciones de la industria de petróleo y gas.

A pesar del alto potencial que tiene el país para desarrollar el mercado del hidrógeno de bajas emisiones, esta es una nueva tecnología que aún se encuentra en desarrollo en el mundo y se requieren grandes esfuerzos para su implementación, el hidrógeno tiene que extraerse a partir de agua, hidrocarburos o biomasa requiriendo un consumo de energía, cuando se utilizan energías renovables o se capturan las emisiones de CO₂ en su producción, el hidrógeno se convierte en una alternativa para acelerar la descarbonización. Este es un elemento de gran versatilidad que puede ser usado como materia prima industrial, como combustible y como vector energético, permitiendo gran número de aplicaciones, convirtiéndose en la alternativa para acelerar el proceso de descarbonización en aquellas industrias o procesos de difícil electrificación. También se espera que el hidrógeno reemplace progresivamente el uso de combustibles y materias primas de origen fósil en industrias para las que hoy existen pocas alternativas de bajas emisiones.

Aunque Colombia ha estructurado su Hoja de Ruta de Hidrógeno, falta realizar todos los desarrollos normativos, de mercado, de formación de talento humano, entre otros, que permitan su implementación oportuna para que el país se vea beneficiado de su enorme potencial y pueda convertirse en un gran jugador en el futuro mercado internacional del hidrógeno. Actualmente, 30 países han desarrollado hojas de ruta del hidrógeno o planes energéticos en los cuales el hidrógeno juega un papel clave en sus estrategias de reducción de emisiones, la Comisión Europea considera movilizar entre 180 y 470 billones de euros de financiación público-privada abarcando desde la investigación y desarrollo de tecnologías hasta incentivos para la instalación de proyectos de generación de hidrógeno verde.

En materia de biocombustibles utilizados en el país (etanol y biodiésel) que constituyen una alternativa energética que contribuye a solucionar las problemáticas relacionadas con las emisiones de GEI y de material particulado que afectan la calidad del aire, se tiene un uso limitado de los mismos. De acuerdo con la información de Fedebiocombustibles (Federación Nacional de Biocombustibles, 2018), estos ahorran entre el 74 % y el 100 % de las emisiones de CO₂ considerando todo su ciclo de vida, es decir, desde la producción agrícola hasta su combustión en el motor, con una tasa de ahorro anual de emisiones equivalente a 2,5 millones de toneladas de CO₂. Adicionalmente genera un impacto positivo en las regiones, contribuyendo a la generación de empleo y desarrollo rural, sin embargo, en los últimos años, esta industria ha estado avanzando y en la actualidad el porcentaje de mezclas autorizadas es del 10 % para alcohol carburante y 12 % para biodiesel. El último aumento para el caso del alcohol carburante se dio en 2018 pasando

del 8 % al 10 %, en el caso del biodiesel el aumento se dio en el año 2019 pasando del 10 % al 12 %, sin embargo, dadas las restricciones en la oferta sostenida de aceite de palma ha dificultado el avance y mayor desarrollo del mercado.

Se tiene un bajo nivel de estudios de usos alternativos y de evaluación de nuevas oportunidades para el desarrollo de biocombustibles que puedan diversificar el portafolio de combustibles sostenibles del país, a partir de la incursión en nuevos segmentos y sectores económicos. Estudios en diversas iniciativas de aprovechamiento integral de residuos para generación de biogás, revelan que el sector ganadero con 22.689.420 cabezas tiene el mayor potencial teórico total nacional equivalente a una producción teórica de biogás de más de 3.300 millones de m³/año (Universidad Nacional De Colombia; TECSOL, 2018) aunque también se puede producir a unos costos competitivos a partir de recursos como biomasa animal (porcino y bovino), el costo por millón de BTU es comparable con el precio a boca de pozo del gas natural de La Guajira (18.825 COP/MMBTU), así mismo, los proyectos de pequeña escala y los de generación a partir de residuos sólidos urbanos orgánicos (RSUO) en donde el costo de inversión por MMBTU es comparable con la tarifa industrial del precio representativo del gas natural, y menor al precio del GNV y del GLP. (Universidad Nacional De Colombia; TECSOL, 2018) por lo que trabajar en alternativas para su desarrollo generaría beneficios energéticos, ambientales, sociales y de reducción de emisiones en el país, diversificando usos y oferta de biocombustibles.

4.3. Falta de medidas que fomenten la competitividad y desarrollo económico desde el sector minero energético

El sector energético se ha convertido en uno de los motores económicos del país. En este punto específico, la transición energética se ha convertido en un mecanismo esencial para promover la competitividad y el desarrollo económico. En este componente se analizan las oportunidades y problemáticas del sector de tal forma que se pueda promover la transición al tiempo que se busca un desarrollo económico sostenible.

4.3.1. Brechas en la universalización del servicio de energía eléctrica

En materia de cobertura del servicio de energía eléctrica, Colombia cuenta con un total de 14,93 millones de usuarios (Índice de Cobertura de Energía Eléctrica - ICEE 2018, 2019) con servicio (96,5 % de hogares colombianos), lo cual significa que 3,55 % de viviendas no cuentan con servicio en el país. A pesar de estar cerca de completar el 100 % de cobertura, brindar el servicio de energía eléctrica a poblaciones que por su distanciamiento del casco urbano o por condiciones geográficas no tienen acceso, se ha convertido en un reto que requiere del desarrollo de nuevos modelos de negocio y mayores inversiones. Se estima que un 51 % del territorio nacional son ZNI y en su mayor parte con

un operador de red propio. Se suma a ello la existencia de pequeños proveedores en las ZNI, que proporcionan electricidad para sí mismos o para núcleos de población o empresas con recursos propios con retos para lograr una operación eficiente.

En algunas localidades de las ZNI se encuentra que el promedio de prestación del servicio de energía eléctrica se encuentra muy alejado a las 24 horas. Esta condición dificulta en gran medida la solución a sus Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y acceso a economías locales que potencien su desarrollo social, productivo y económico. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) detalla en el Informe de la prestación del servicio en ZNI (Informe sectorial de la prestación del servicio de energía eléctrica en Zonas No Interconectadas, 2020), el comportamiento de los prestadores del servicio en esas tres variables. De ese informe se concluye que la calidad del servicio de energía eléctrica varía significativamente entre las diferentes ZNI en el país.

La diferencia en el promedio de horas en la prestación del servicio de energía eléctrica en las ZNI es más notoria si se compara con el modelo de Áreas de Servicio Exclusivo (ASE) y el modelo de libre competencia por localidades; en el primero se cuenta con un promedio de 22 horas de servicio al día mientras que en el segundo hay localidades que ni siquiera superan las 7 horas de servicio de energía eléctrica al día. La Tabla 1 muestra el comportamiento de los indicadores de calidad en Amazonas y San Andrés y Providencia, localidades donde opera el modelo ASE.

Tabla 1. Indicador de calidad en Áreas de Servicio Exclusivo (Horas servicio/día)

Localidad	Horas de prestación día Promedio localidad
ASE Amazonia	19,43
ASE San Andrés y Providencia	24,00

Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2021).

En el modelo de libre competencia existen rezagos en la prestación de servicio de energía eléctrica que inciden en el desarrollo económico y prestación de otros servicios en estos territorios. En la Tabla 2. Indicador de calidad en áreas de libre competencia (Horas servicio/día), se puede observar cómo algunas zonas del país apenas tienen un promedio de horas de prestación del servicio de 6 y 5 horas, como es el caso de Zona Pacífico Sur y Zona Norte respectivamente.

Tabla 2. Indicador de calidad en áreas de libre competencia (Horas servicio/día)

Localidad	Horas de prestación día Promedio localidad
-----------	---

Zona Amazonia	14,56
Zona Orinoquia	18,99
Zona Pacífico Norte	10,46
Zona Pacífico Sur	6,08
Zona Norte	5,00
Localidades sin telemetría	7,79

Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2021).

4.3.2. Eficiencia en la prestación del servicio de alumbrado público

La prestación del servicio de alumbrado público en el país es responsabilidad de los municipios, el 23,3 % gestionan el servicio directamente, el 66,7 % emplean la licitación pública, mientras que el restante 10 % utiliza otro tipo de contratación de acuerdo con el Decreto 1073 de 2015 los municipios pueden prestar este servicio de manera directa o a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público.

El servicio de alumbrado público en Colombia presenta brechas y oportunidades. Según Departamento Nacional de Planeación (DNP) en 2017, se evidenció la ausencia de una fuente de información centralizada que permita comparar aspectos técnicos, financieros y administrativos del alumbrado público y tampoco existen estándares para el reporte de información. El sistema de información de alumbrado público del anexo general del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (Retilap) se han puesto en marcha sólo en el 14 % de municipios y solo el 15 % de los municipios cuenta con un interventor.

En cuanto a inversión y gastos de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) se evidenció que existe una disparidad de costos en cuanto a la prestación del servicio, teniendo gastos de AOM que van desde los \$5.559 pesos hasta los \$ 1.511.607 pesos por luminaria por año. No existe una medida estándar sobre la cual se mida la cobertura y calidad del servicio y los municipios tampoco exigen o miden la cobertura y calidad del servicio.

Para la contratación del suministro de energía eléctrica, el 39,3 % de los municipios emplea mecanismos de contratación directa o convocatoria pública; el otro 60,7 % no realiza proceso de contratación quedando expuesto a las tarifas del mercado regulado. Los costos de la energía eléctrica representan entre el 43 % y el 53 % de los costos totales del alumbrado, siendo mayores para aquellos municipios que no negociaron los contratos de

suministro y están sujetos a las tarifas del mercado regulado y a la estructura de tarifas que es establecida por la CREG.

La gestión financiera constituye otro de los pilares para la prestación del servicio, puntualmente para el establecimiento del impuesto de alumbrado público que permite la recolección de recursos para la adecuada prestación del servicio. **La evaluación del DNP sobre el alumbrado público** (Evaluación de operaciones de la Política de prestación de servicio de alumbrado público, 2017), **concluyó que solo el 59,4 % de los municipios establece que el recaudo se debe usar exclusivamente en alumbrado público.** El 44,8 % de los municipios encuestados manifestó que los recursos recaudados alcanzan para cubrir los costos del alumbrado público mientras que para el otro 55,2 % los recursos no alcanzan; para estos últimos, en promedio los recursos del impuesto cubren el 68,5 % del valor facturado. En la mayoría de los municipios el valor recaudado es similar a los costos de suministro de energía y no hay suficiencia financiera para las inversiones.

4.3.3. Insuficiencia en el despliegue de infraestructura de digitalización, fiscalización e información en el sector minero energético

El desarrollo del componente de infraestructura de digitalización del sector minero energético comprende un proceso de actualización y adopción tecnológica que apalanca la competitividad del sector, permitiendo optimización de tiempos, recursos, mejorar acceso a la información y facilitar toma de decisiones.

Se tiene un bajo nivel de implementación y, sobre todo, de integración de tecnologías a lo largo de toda la cadena, presentando grandes desafíos y oportunidades en el país. A pesar del amplio desarrollo tecnológico de actividades de automatización, gestión de procesos de negocio (BPM), telemetría, Internet de las cosas (IoT), medición inteligente y disponibilidad de manejo de datos en tiempo real a nivel industrial, el acceso y la integración de las mismas en el sector, aún no tiene altos grados de cobertura en el territorio.

Lo anterior, debido a que se tiene alto nivel de diversidad y asimetría en las bases de datos, sistemas de comunicación, esquemas de adquisición funcional de herramientas y sistemas de información e incluso falta de disponibilidad de facilidades de transmisión de datos o acceso a redes en algunas zonas apartadas del país. Existen sitios a lo largo del territorio en donde pueden producirse volúmenes de hidrocarburos, pero en niveles que no soportan las inversiones económicas que requiere la implementación y el despliegue de estas tecnologías.

En este sentido, la ANH en el desarrollo de su función de fiscalización, ha venido avanzando en iniciativas orientadas a digitalizar algunas de las funciones permanentes

que realizan con los agentes del sector como el Informe y los balances diarios de producción. A partir de desarrollos de telemetría se ha logrado obtener la captura y carga de datos de forma automática, así mismo la agencia ha implementado un proyecto piloto de visitas técnicas remotas a las facilidades de producción como parte de su función de fiscalización.

Adicionalmente, las entidades del sector poseen y generan una gran cantidad de información que no se encuentra integrada, adicionalmente se tienen trámites que aún no se encuentran optimizados y analizados en un contexto de flujo de información sectorial para facilitar el acceso de toda esta información a las entidades del subsector de hidrocarburos, los agentes y empresas que lo integran y los usuarios de la misma. De igual manera, esta transformación digital debe beneficiar la toma de decisiones, la simplificación de trámites a lo largo de las actividades de las cadenas de exploración, producción, transporte y comercialización de los energéticos como el petróleo, gas combustible, los biocombustibles y los productos refinados.

Por su parte el sector minero presenta rezagos importantes en la digitalización de expedientes mineros que datan de años posteriores a la creación de la Agencia Nacional de minería en el 2011, generando así reprocesos en la revisión documental y las visitas de fiscalización integral. Con el Proyecto de Gestión Minera Digital se cuenta con herramientas tecnológicas como el Sistema Integral de Gestión Minera-AnnA Minería (Agencia Nacional de Minería, 2019) que facilita el seguimiento y trazabilidad de información para el equipo de fiscalización, el titular minero, y la revisión del coordinador del grupo de fiscalizadores sobre cumplimiento de actividades.

A su vez se resalta la necesidad de incorporar tecnologías que faciliten el seguimiento en línea con información en tiempo real que permita el control a las explotaciones principalmente en operaciones a cielo abierto y plataformas que disminuyan la necesidad del seguimiento presencial en campo. Es así como la ANM avanza en la innovación tecnológica con la llamada fiscalización minera 5G a partir del uso de imágenes satelitales, aplicación móvil App ANM e inteligencia de datos. Actualmente, se desarrolla la plataforma Iniciativa de Transparencia en la Industria Extractiva (EITI), para integrar el sistema minero energético en una plataforma interoperable.

Por último, se resalta la necesidad de robustecer las estrategias tecnológicas, de innovación e investigación para el control y seguimiento a la seguridad minera. La ANM, para el año 2019 atendió 114 emergencias en las cuales ocurrieron 82 fatalidades y durante el año 2020, 171 personas perdieron la vida en el sector minero nacional. Debido a lo anterior la ANM en articulación con la Universidad Nacional de Colombia, ha creado el Centro de Investigación en Seguridad Minera e Infraestructura Subterránea- CISMIS, desde

allí se están consolidando una serie de estrategias que permitan disminuir estas cifras y consolidar el desarrollo del sector minero.

4.3.4. Pocos incentivos para el desarrollo de la industria nacional de movilidad de cero y bajas emisiones

Existe una baja participación de la industria nacional en el proceso de ensamblaje de vehículos, autopartes y repuestos y otros servicios postventa, en el mercado de vehículos eléctricos e híbridos. De acuerdo con la información reportada por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) en relación con la importación de vehículos autopartes y accesorios, se encuentra que el país de mayor procedencia es México, seguido por China y Japón, este último ganando mercado en el año 2021. Las marcas que lideran el segmento de tecnologías limpias según el reporte de ANDEMOS para agosto de 2021 son Toyota (843 unidades), Suzuki (248 unidades) y Ford (214 unidades).

Este escenario demuestra que los incentivos a la importación de este tipo de tecnologías y los incentivos y beneficios a los usuarios finales han permitido que las cifras aumenten progresivamente y se esté logrando el despliegue de la movilidad de cero y bajas emisiones, principalmente en el mercado eléctrico. Pero a su vez, sugiere que existe un mercado potencial que debe ser impulsado con incentivos e inversiones que permitan a la industria nacional posicionarse como aliado en el impulso de vehículos de cero o bajas emisiones, incrementar la presencia en el segmento de tecnologías de bajas emisiones y hacer parte de los procesos de ascenso tecnológico junto con las marcas ya descritas.

4.3.5. Escasa inversión nacional en exploración de minerales estratégicos para la transición energética a nivel Nacional e Internacional

Colombia ha venido registrando menores cifras de inversión en exploración minera en los últimos años, con una caída de 75 % entre 2012 y 2019, A nivel global los recursos destinados para la exploración minera disminuyeron en 59,4 % entre 2012 y 2020 (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Es importante resaltar que el 53 % de los títulos en etapa de exploración en el país se concentran en metales preciosos seguido por los materiales de construcción con un 38 %, carbón con 4 %, otros minerales como cobre y níquel con 3 % y esmeraldas con 2 % (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Es de vital importancia atraer inversión nacional y extranjera que fomente la exploración y materialice estos proyectos, diversificando la producción y aprovechando el potencial geológico del país con minerales estratégicos como el Cobre, níquel, Platino y Oro, entre otros.

4.3.6. Impacto económico de la producción de carbón y la falta de lineamientos para la diversificación de las regiones productoras

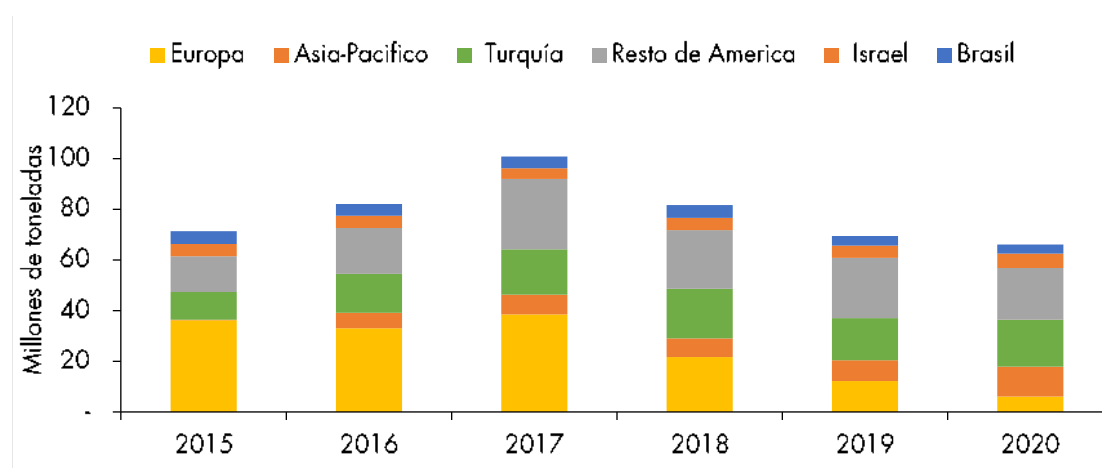
Las exportaciones de Colombia dependen en gran medida del carbón, al ser el segundo producto de exportación del país y el principal recurso minero. Una disminución en sus ventas afectaría al país reduciendo sus ingresos por exportaciones y regalías. En el 2019, de acuerdo con el Sistema de Información Minera Colombiano (SIMCO) este energético generó ingresos a nivel nacional por 1,9 billones de pesos en regalías (Sistema de Información Minero Colombiano, s.f.) y aportó 1,8 % al PIB nacional, representa el 15 % de la inversión extranjera directa y el 27 % de las exportaciones nacionales (Colombia Explorando Oportunidades, 2020). Es importante resaltar que el país cuenta con recursos carboníferos⁴⁰ estimados para los próximos 52 años, equivalentes al 53 % de las reservas probadas de carbón de Latinoamérica y el 0,6 % de las mundiales (Statistical Review of World Energy 69th edition, 2020). En este sentido, es necesario que el sector fortalezca sus procesos de producción a fin de mantener las exportaciones, niveles de inversión extranjera y aporte a las regiones con vocación extractiva.

Sin embargo, es relevante tener en cuenta que para el carbón térmico existen metas de reducción de emisiones de carbono a nivel mundial a causa de diferentes compromisos internacionales para hacer frente al cambio climático, desincentivando su uso para dar paso a nuevos energéticos. Por su parte, la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) en dos de sus tres escenarios de proyección de demanda futura, pronostica que la necesidad mundial de este energético se mantendrá con una tendencia a la baja con en niveles cercanos a los observados en 2020, por lo menos por una década (Coal 2020, Analysis and forecast to 2025, 2020).

En este sentido, las exportaciones de carbón térmico colombiano han disminuido hacia los países que tradicionalmente demandaban este recurso como los eran los mercados europeos, sumado a la pandemia del año 2020, cual disminuyendo los ingresos por exportaciones y regalías. Como se puede ver en el Gráfico 8. Cifras de exportación carbón térmico, la participación del mercado europeo ha ido disminuyendo, cayendo del 51 % de las exportaciones en el 2015 a tan solo el 9 % en 2020. Para poder diversificar las exportaciones del carbón, será necesario desarrollar nuevas estrategias logísticas que permitan generar costos competitivos a nivel internacional y así suplir demanda de regiones como sudeste asiático y competir contra países como Australia e Indonesia, bajo un esquema de explotación sostenible.

⁴⁰ Estos recursos se dividen en dos tipos, el carbón térmico y el metalúrgico.

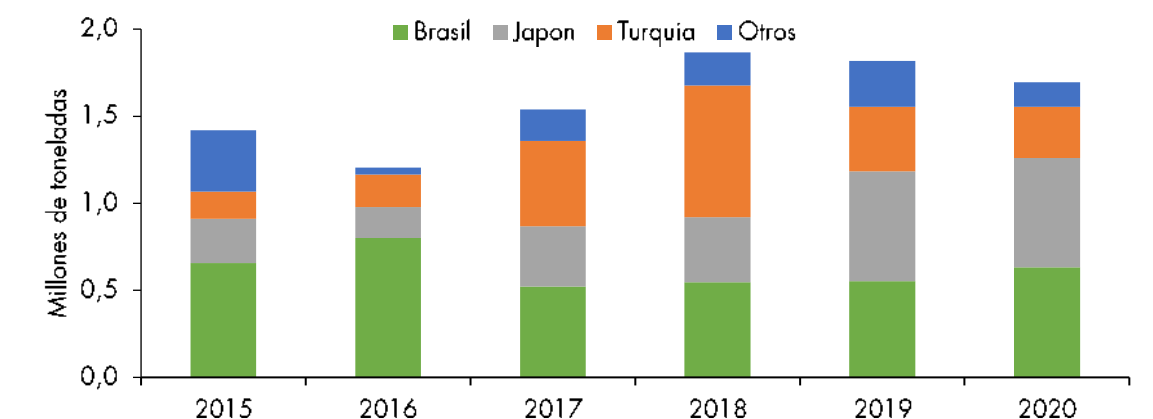
Gráfico 8. Cifras de exportación carbón térmico



Fuente: Elaboración propia basada en el documento de Minería de Carbón en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2021) (Ministerio de Minas y Energía, 2022)

En el caso de las exportaciones de carbón metalúrgico, han estado concentradas mayoritariamente en 3 países: Brasil, Japón y Turquía, representando el 92 % en 2020, como se puede observar en el Gráfico 9. Cifras de exportación carbón metalúrgico.

Gráfico 9. Cifras de exportación carbón metalúrgico



Fuente: DNP con información del Ministerio de Minas y Energía (Ministerio de Minas y Energía, 2021) (2022).

Considerando lo anterior, Colombia tiene oportunidades para incursionar en nuevos mercados de carbón térmico y metalúrgico, especialmente en Asia. No obstante, **este cambio representará sobre costos de transporte y retos asociados a la competitividad teniendo en cuenta que hay una falta de planeación logística para transportar el carbón hacia el pacífico colombiano y así exportar este producto hacia otros destinos.** Los principales puertos de exportación del carbón se encuentran en la zona norte del país, que a su vez son

los que conectan con la infraestructura férrea y carretera de los departamentos productores como el Cesar y La Guajira. Será necesario fortalecer la intermodalidad de transporte en el país para conectar los puertos en el pacífico con nuevos mercados.

Finalmente, teniendo en cuenta las iniciativas para disminuir el uso del carbón térmico a nivel nacional e internacional, es imperativo que las regiones que basan sus actividades económicas en la explotación del carbón implementen estrategias de diversificación y reconversión productiva. En el 2019, el sector minero de carbón generó 130.000 empleos de los cuales 30.000 son de minería a gran escala ubicados en departamentos como el Cesar y La Guajira. Adicionalmente, el carbón es el material de mayor importancia en las exportaciones de estos departamentos, en el caso de La Guajira representaron el 99,9 % mientras que en el departamento del Cesar fueron el 99,6 % (Minería de carbón en Colombia, 2022).

4.4. Sistema energético con altas emisiones de GEI

La transición energética debe fomentar el desarrollo de un sistema energético resiliente y de bajas emisiones de GEI, disminuyendo los impactos generados al medio ambiente y garantizando la estabilidad y confiabilidad del servicio, así como la búsqueda de la cobertura universal para toda la población. En este componente se analizan las problemáticas y retos que presenta el sector para avanzar hacia un sistema energético con bajas emisiones de GEI.

4.4.1. Retos en materia de definición de alternativas de financiación, parámetros técnicos y lineamientos de interoperabilidad en el sector transporte para el ascenso a tecnologías de cero y bajas emisiones en los diferentes segmentos

En el sector transporte más del 85 % de su consumo de energéticos corresponde a combustibles líquidos derivados del petróleo, generando pérdidas de energía correspondientes al 53,9 % del total de las pérdidas en energía del país por el uso de motores de combustión interna cuya eficiencia llega a ser máximo del 40 %. Además, este sector es responsable del 12 % de emisiones GEI que repercute directamente en la contaminación del aire; en 2015 se registraron 8.052 muertes relacionadas con la calidad del aire valoradas en \$ 12,3 billones de pesos, aproximadamente el 1,5 % del PIB para este año (Ministerio de Transporte, 2021).

Aunado a lo anterior, la falta de financiación para la operación de sistemas de transporte público de pasajeros ha dificultado la reposición de flota y la incorporación de nuevas tecnologías vehiculares. A pesar de las inversiones para la construcción de los sistemas de transporte público, al acompañamiento técnico y al fortalecimiento institucional

de los sistemas, se presentan dificultades para la financiación de su operación; los ingresos percibidos vía tarifa no han sido suficientes para cubrir estos costos, esto debido a la dificultad para alcanzar las demandas proyectadas en los sistemas (CONPES 3991 Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional, 2020) y, por ende, no son suficientes para garantizar la prestación de un servicio de transporte de calidad y para adquirir flota más limpia en su operación.

Por su parte, en términos de transporte de carga carretera, alrededor de la mitad de las emisiones de CO₂ generadas por el transporte en América Latina corresponden a este segmento. En Colombia más del 95 % de los vehículos de carga emplean diésel y gasolina como combustible (Ministerio de Minas y Energía, 2021); además, la edad del parque automotor de carga en Colombia es uno de los más elevados de la región con un promedio de 17 años, superando los 15 del promedio de América Latina y los 8 de países OCDE (Barbero & Guerrero, 2017).

A su vez, no existen actualmente lineamientos de interoperabilidad para las estaciones de carga de vehículos eléctricos que permitan un fácil acceso por parte de los usuarios finales. A pesar de que el país cuenta actualmente con más de 390 conectores para la carga de vehículos eléctricos (Electromaps, s.f.), que han aumentado la confiabilidad en este tipo de tecnologías por un aumento en la infraestructura disponible, la información, acceso y herramientas al usuario no han sido suficientes para garantizar una correcta interoperabilidad.

4.4.2. Elevados índices de emisión contaminante en la movilización por diferentes modos de transporte

Más del 80 % de la carga del país es movilizada por el modo carretero, lo que acompañado con ineficientes medidas de facilitación de comercio implica que el país tarde un promedio de 136 horas en exportar un contenedor y se traduzca en un 13,5 % en costos logísticos como porcentaje de las ventas, cuando países OCDE están a niveles de 9 % (CONPES 3982, 2020)⁴¹. Sin embargo, el uso de otros modos más eficientes en términos de costos y tiempos como el férreo o el fluvial presenta grandes retos por su composición de flota obsoleta y el uso tecnologías con alto grado de emisión.

La mayor parte de la flota fluvial a excepción de la que opera el río Magdalena tiene más de 50 años de operación y opera con tecnologías de altos grados de emisión de GEI. A pesar de que el modo fluvial presenta eficiencias energéticas y reducciones

⁴¹ Política Nacional Logística. Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ_%C3%B3micos/3982.pdf

representativas en la emisión de GEI y pese a que tiene la mayor capacidad para movilizar carga por unidad de fuerza respecto a los modos aéreo, carretero y férreo, representado menores costos de transporte⁴², no existen acciones específicas para impulsar la modernización y repotenciación de la flota fluvial, que le permitan mejorar la eficiencia de las embarcaciones, teniendo en cuenta las especificaciones más apropiadas, según las características de cada región.

De manera similar ocurre en el caso del modo férreo, en Colombia, se estima que la edad promedio del material rodante ferroviario supera los 40 años e incluye, en su mayoría, procesos de repotenciación. Si bien no existe actualmente una determinación óptima de edad para el material rodante, la vida útil en promedio se agota alrededor de los 30 a 40 años. Pese a que en los últimos años, tras el lanzamiento del Plan Maestro Ferroviario, se ha iniciado el proceso de definición de marcos institucionales y regulatorios para el modo, aún no existe una hoja de ruta clara sobre el ascenso tecnológico y la modernización de este modo en su segmento de carga, lo que genera grandes externalidades asociadas a la generación de GEI y a la afectación de la calidad del aire, al contar con un material rodante obsoleto y que, opera fundamentalmente con locomotoras diésel.

Por su parte, el transporte aéreo en Colombia representa el 10 % del total del consumo energético del sector (Unidad de Planeación Minero Energética, 2016). Las emisiones de CO₂ debidas a la quema de combustibles en la aviación (2012) se encuentran en el orden de 1,8 Mton CO₂ eq., lo que representa el 6 % de las emisiones producidas por el sector transporte en el país, cifra significativa frente a su participación modal, que solo llega a ser del 0,07 % del total de la carga movilizada. Por otra parte, si bien algunos avances se han configurado en materia de adopción de políticas y compromisos ambientales⁴³ en el sector aéreo, y se ha avanzado en la certificación ambiental de aeropuertos tras mejoras operacionales, las medidas resultan insuficientes al no contar con una hoja de ruta generalizada para el ascenso tecnológico, mejora en la eficiencia energética y mitigación de emisiones en este modo de transporte.

A su vez, no existen actualmente suficientes lineamientos regulatorios en términos de interoperabilidad para las estaciones de carga de vehículos eléctricos que permitan

⁴² En un ejercicio comparativo, mientras para el modo carretero se requieren 206 camiones para transportar 7.200 toneladas de carga, y para el modo férreo se requieren 204 vagones, en el modo fluvial se requieren solamente 6 barcasas. Pero es necesario mencionar que no todas las cargas son susceptibles de ser transportadas por este modo, dado el tiempo requerido para completar los viajes, producto de sus bajas velocidades. Por esto la carga de vocación fluvial se caracteriza por presentar altos volúmenes, por ser del tipo no perecedero, y por requerir distancias considerables de movilización entre origen y destino.

⁴³ Resolución 00274 Por la cual se actualiza la Política Ambiental de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil)

un fácil acceso por parte de los usuarios finales. A pesar de que el país cuenta actualmente con más de 390 conectores para la carga de vehículos eléctricos (Puntos de recarga en Colombia, s.f.), que han aumentado la confiabilidad en este tipo de tecnologías por un aumento en la infraestructura disponible, la información, acceso y herramientas al usuario no han sido suficientes para garantizar una correcta interoperabilidad.

4.4.3. Falta de posicionamiento y desarrollo estratégico del gas como combustible de transición

Aunque el gas combustible es una alternativa que puede aportar al desarrollo de una transición progresiva dado que integra una fuente de energía de bajas emisiones de GEI, con un aporte significativo a la mejora de las condiciones de calidad de aire, aún no se tiene un aprovechamiento masivo en el país en todos los sectores productivos en donde se puede utilizar. En el camino hacia la transición energética se busca avanzar progresivamente por el desarrollo de un sistema energético de bajas emisiones, en el que el gas combustible tiene un rol fundamental, pues al incorporar el uso de este combustible en el transporte y la generación de energía eléctrica, se reducen significativamente los niveles de material particulado, adicionalmente, se tiene un alto desarrollo tecnológico y versatilidad que permitiría garantizar confiabilidad al sistema energético nacional tanto para la generación hidráulica como para la generación a partir de fuentes como la solar o eólica. Es relevante promover el uso del gas natural y el GLP a nivel industrial, de generación en plantas térmicas, de transporte sostenible (GNC, GNL, AUTOGLP, NAUTIGLP), y de uso residencial, con el fin de aumentar su participación en la matriz energética, reduciendo las barreras que desincentivan su uso en diferentes segmentos del mercado.

La planeación eficiente de infraestructura de transporte y confiabilidad de gas combustible cobra un papel fundamental para garantizar condiciones eficientes de actividades de transporte, almacenamiento estratégico y distribución en condiciones de eficiencia económica y operativa desde las fuentes de suministro hasta los diferentes puntos de demanda. Bajo el escenario de políticas declaradas, la demanda mundial de gas aumentará para 2030 en 15 % y para 2040 en 30 % a comparación de los niveles de 2019 (International Energy Agency, 2020). Así mismo la revisión de aspectos asociados a la organización de la industria y sus impactos sobre la competencia con el mercado eléctrico representan desafíos para su posicionamiento estratégico como combustible de transición.

4.4.4. Alta utilización de la leña como energético primario en regiones rurales

Actualmente, el 10,74 % de hogares en Colombia cocinan con leña y otros combustibles sólidos, esta situación tiene altos costos en salud que superan los 3 billones de pesos debido a la exposición a material particulado. De acuerdo con el estudio

desarrollado por la UPME en el año 2019, son principalmente mujeres adultas y niños los que se exponen a contaminantes en el aire producto de la combustión incompleta e ineficiente de esta biomasa. Los principales afectados son niños menores de cinco años con un 78 % y mujeres mayores de 44 años (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019)

De otra parte, la leña es el energético con mayor demanda en el sector urbano rural con el 77 %, lo cual ha llevado a incrementar la deforestación y degradación de bosques lo que representa entre el 2 % y 20 %, respectivamente de las emisiones de CO₂ a nivel mundial (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019), convirtiendo esta actividad en una fuente importante de emisiones de GEI y en una de las causas del cambio climático.

Los fogones abiertos que utilizan leña y son empleados en el sector rural - urbano, solamente presentan eficiencias de alrededor del 10 % (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019). Por lo cual, la sustitución de este energético traería entre otros, la disminución de las emisiones de CO₂, mejoras en la calidad del aire, mejora de la calidad de vida para las personas que lo utilizan, mayores eficiencias energéticas y disminución de la deforestación.

4.4.5. Falta de un programa consolidado de aseguramiento y calidad de combustibles y biocombustibles

Aunque el país tiene establecida una hoja de ruta para la mejora en la calidad de los combustibles y se han tenido importantes avances en este sentido, aún no se tiene un programa consolidado de aseguramiento de la calidad (QA) y control de la calidad (QC) que respalde el cumplimiento, verificación y control de las metas establecidas en este aspecto. La mejora continua en los parámetros de calidad de combustibles y biocombustibles para reducir contaminantes y elementos nocivos para la calidad del aire como el azufre a nivel nacional es una medida que ha venido avanzando en energéticos como la gasolina, alcohol carburante y sus mezclas, diésel, biodiésel y sus mezclas en los que se prevé alcanzar un contenido de azufre máximo de 10 ppm, estas medidas aportan a la mitigación y adaptación al cambio climático y a disminuir sus efectos en la salud de la población.

El diésel y la gasolina, así como sus mezclas, aún no alcanzan los niveles sostenidos y generalizados, en cuanto la presencia niveles máximos de componentes nocivos para la salud y el medio ambiente para ser considerados de bajas emisiones. En 2020 el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, emitieron la definición de energéticos de cero y bajas emisiones⁴⁴, destacándose que dentro

⁴⁴ Resolución 40177 de 03 de julio de 2020 "Por la cual se definen los energéticos de bajas o cero emisiones teniendo como criterio fundamental su contenido de componentes nocivos para la salud y el medio ambiente..."

de los energéticos de bajas emisiones en el transporte terrestre se considera actualmente la gasolina, alcohol carburante, el diésel, biodiesel y sus mezclas con contenido de azufre máximo de 50 ppm.

La resolución establece una hoja de ruta para alcanzar contenidos de azufre de máximo 10 ppm en diciembre de 2025 para la gasolina, alcohol carburante y sus mezclas y en 2031 para diésel, biodiesel y sus mezclas. Por lo anterior, se hace necesario contar con el aseguramiento y control de la calidad del combustible que permita avanzar en la consolidación de esta senda de calidad.

4.4.6. Alto grado de emisiones y generación de residuos asociados a movilidad sostenible

En el mundo se genera un promedio anual de 50 millones de toneladas de residuos electrónicos mientras que la capacidad de reciclaje es de únicamente 180.000 toneladas métricas en el segmento baterías de vehículos eléctricos al año (A New Circular Vision for electronics, 2019). Si bien, en Colombia se promueve el uso de vehículos eléctricos debido a su alta eficiencia y sus considerables reducciones en GEI, no existen actualmente medidas regulatorias en materia de usos alternativos y disposición final de sus partes. El concepto de movilidad sostenible no puede concentrarse únicamente en el ascenso tecnológico, debe considerar lineamientos y estrategias para la conversión de vehículos de combustión a tecnologías de cero emisiones. Estas medidas han resultado insuficientes en términos regulatorios y han impedido que se pueda considerar una segunda vida de los vehículos que aporte a la reducción de congestión y emisión.

Por otro lado, si bien son conocidas las crecientes cifras de emisión por fuentes móviles y existen sistemas para su monitoreo, persisten carencias en la parametrización y uso de la información para la toma de decisiones de política pública en materia de movilidad. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha sido el líder en la adopción de estrategias enfocadas en el seguimiento y control de las emisiones contaminantes generadas por fuentes fijas y fuentes móviles; y ha implementado estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire y procedimientos y especificaciones técnicas requeridas para su monitoreo. Sin embargo, no se evidencia una correlación directa entre el reporte de la información y la toma de decisión, entendiendo que no son suficientes los mecanismos que permiten parametrizar y hacer un mejor uso de la información, en búsqueda de tomar decisiones informadas para la mejora de la calidad del aire y de la salud humana.

4.4.7. Ausencia de herramientas de planeación y regulación insuficientes para la implementación de buenas prácticas de economía circular en el sector minero

La industria minera es uno de los mayores productores de residuos, en 2017 se procesaron 16,9 billones de toneladas anuales de minerales y de esta producción, se generaron en promedio 3,8 Millones de toneladas de relaves. Por continentes, Asia es el mayor productor de la industria minera representado en millones de toneladas métricas con el 58,2 %, seguido de Norte América con el 14,1 %, Europa 8,5 %, Latinoamérica con el 6,9 %, Oceanía con el 6,9 % y África con el 5,4 %. en el año 2016 se produjeron 3.246,5 toneladas de oro, siendo lideradas por China, Australia, Rusia, Estados Unidos, Canadá e Indonesia.

Por otra parte, es importante mencionar que los yacimientos de minerales como el oro o níquel son polimetálicos y en el país los procesos de beneficio, en donde se separa el mineral de interés de otros geomateriales, no contemplan procesos de economía circular para el aprovechamiento de otros minerales como tierras raras, plata, platino, cobre, entre otros. Las colas⁴⁵ o residuos de las minas de oro o níquel tienen grandes posibilidades de rehusó, de acuerdo con el tipo de tecnología que se utilice para su reprocesamiento. Se han encontrado recuperaciones de metales de interés dentro de estos residuos de hasta el 70 % (Unidad de Planeación Minero Energética, 2018). En países como Perú y Chile, los relaves de mina ya están siendo utilizados como materia prima para la elaboración de materiales de construcción (ladrillos) con el fin de proponer una alternativa para la solución de la problemática ambiental (Unidad de Planeación Minero Energética, 2018).

5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA

5.1. Objetivo general

Diseñar, articular e implementar estrategias intersectoriales que fomenten la transición energética impulsando un crecimiento sostenible, eficiente, tecnológico, ambiental y social.

5.2. Objetivos específicos

OE 1. Definir estrategias y acciones para incrementar la seguridad y confiabilidad en el abastecimiento energético.

OE 2. Establecer estrategias y acciones para mejorar el conocimiento y la innovación asociados a la transición energética aplicada en los sectores de tal forma que se promueva el despliegue de nuevas tecnologías.

⁴⁵ Material resultante de procesos de lixiviación y concentración de minerales que contiene muy poco metal valioso. Pueden ser nuevamente tratadas o desechadas (Glosario Minero, 2003).

OE 3. Definir acciones, lineamientos e instrumentos orientados al desarrollo y crecimiento económico a partir de las oportunidades que ofrece la transición energética para diversificar las actividades económicas del sector energético y generar nuevos ingresos, modelos de negocio y bienestar.

OE 4. Desarrollar un sistema energético con balance cero de emisiones (Carbono neutral) de gases de efecto invernadero (GEI) para disminuir los impactos al medio ambiente y cumplir con los compromisos internacionales de reducción de emisiones.

5.3. Plan de acción

Esta sección corresponde a un trabajo preliminar que aún está en proceso de discusión y concertación entre las entidades del Gobierno, y está sujeta a cambios y ajustes que puedan derivarse de dichos diálogos. De ninguna manera expresa las decisiones del Consejo Nacional de Política Económica y Social.

Para el cumplimiento del objetivo general de la presente política, se establecen 4 objetivos específicos desarrollados a través de líneas de acción que implican la realización de actividades por parte de diferentes entidades del nivel nacional. El detalle de las acciones propuestas se describe en Anexo A. Plan de Acción y Seguimiento (PAS), el cual señala las entidades responsables, los períodos de ejecución, las metas, así como los recursos necesarios y disponibles para su implementación.

5.3.1. Estrategias y acciones para incrementar la seguridad y confiabilidad en el abastecimiento energético

Línea de acción 1.1. Promoción e incremento de la eficiencia energética

La promoción de la eficiencia energética se presenta como uno de los principales pilares para lograr una transición energética, aportando a las metas de reducción de emisiones de GEI planteadas por el Gobierno Nacional (51 % a 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050) y logrando importantes ahorros tanto económicos como energéticos en todos los sectores.

El Ministerio de Minas y Energía emitirá la **reglamentación técnica para implementar la obligatoriedad de auditorías energéticas en el sector industrial**. Para esto, el ministerio llevará a cabo espacios de trabajo con los diferentes subsectores industriales y realizará una evaluación de los mecanismos, instancias y lineamientos para realizar seguimiento a las auditorías energéticas en este sector. Finalmente, Fenoge expedirá el acto administrativo mediante el cual se defina la obligatoriedad de la realización de auditorías energéticas en el sector industrial. Esta acción se desarrollará entre el segundo semestre del

2022 y 2024. Este primer paso, dará lugar a información del consumo de energía del sector industria y su potencial de implementación de sistemas de gestión de la energía y medidas de eficiencia energética.

La CREG analizará y propondrá un cambio en la información que se presenta en las facturas de energía eléctrica en el sector residencial, terciario e industrial, una vez se establezca la regulación relacionada a la medición avanzada, buscando incentivar un cambio comportamental y una sensibilización en los usuarios finales con el fin de promover la gestión eficiente de la energía. En consecuencia, la CREG analizará la regulación actual para identificar posibles estrategias e información a incluir en las facturas de energía eléctrica en los sectores mencionados previamente para fomentar la gestión eficiente de la energía. Esta acción que se realizará entre el primer semestre de 2023 y segundo semestre de 2024, tiene como propósito incentivar cambios en el comportamiento de los usuarios para que estos tomen acciones orientadas a la disminución del consumo energético.

El Ministerio de Minas y Energía realizará una actualización del Reglamento Técnico de Etiquetado (Retiq) para incluir nuevos equipos y electrodomésticos (televisores, hornos microondas, iluminación y ventiladores, entre otros) que permita a los usuarios utilizar tecnologías más eficientes energéticamente. Esta actualización dependerá las conclusiones que surjan del Análisis de Impacto Normativo (AIN) expost del RETIQ que adelanta el Fenoge en el 2022. El Ministerio actualizará la información del reglamento técnico en relación con el etiquetado del consumo de energía en televisores, hornos microondas, iluminación, ventiladores y otros electrodomésticos que el ministerio considere pertinente. Esta acción que se llevará a cabo entre el 2023 y el 2024, pretende mejorar la información disponible sobre el consumo energético de equipos y electrodomésticos para que los usuarios tomen decisiones informadas y opten por opciones eficientes en el consumo de energía.

DNP en articulación con MME propondrá incluir en el Plan Nacional de Desarrollo, las oportunidades de gestión eficiente de la energía del sector público de orden nacional, específicamente en las edificaciones educativas, administrativas y de salud. Esto con el objetivo de establecer estrategias y objetivos de ahorro en el consumo de energía en el sector público. Esta acción se llevará a cabo en el segundo semestre del 2022.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible evaluará estrategias para la integración los distritos térmicos como alternativas urbanas energéticamente sostenibles a partir de la realización de un estudio de los escenarios de referencia y de reducción del consumo de energético y emisiones de CO₂. Para lograr esto, se diseñarán los pliegos

del estudio, se contratará su realización y se implementarán las recomendaciones. Esta acción se llevará a cabo entre el segundo semestre del 2022 y el 2024.

En Séptimo lugar, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible **promoverá la integración de los requerimientos de eficiencia energética y distritos energéticos en los procesos de compras y contratación en edificaciones públicas nacionales y territoriales.** Para esto se desarrollarán capacitaciones y sesiones informativas para incentivar el empaquetamiento de servicios energéticos en entidades públicas y entre las partes interesadas. Esta acción se llevará a cabo entre el segundo semestre del 2022 y el 2024.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible especificará los estándares mínimos ambientales y de eficiencia energética en edificaciones que puedan integrar distritos térmicos para usuarios finales. Primero se identificarán y definirán estándares mínimos ambientales y de eficiencia energética y se consultarán con expertos. Para finalizar, se definirán e implementarán indicadores en la normatividad nacional y territorial. Esta acción se llevará a cabo entre el segundo semestre del 2022 y el 2027.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá nichos de mercado estratégicos para los distritos térmicos y desarrollará casos de negocio para cada nicho. Esta acción se llevará a cabo entre el segundo semestre del 2022 y el 2027, y se tiene como propósito el desarrollo de casos de negocio de DT en diferentes nichos de mercado

El Ministerio de Educación Nacional implementará un marco nacional de calificaciones para el recurso humano requerido para la implementación de distritos energéticos. Esta acción que se realizará entre el 2022 y el 2026, pretende formar técnicamente a personas e instituciones en distritos térmicos.

El Ministerio de Minas y Energía, en colaboración con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, **promoverá la implementación del Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas (Retsit, incluyendo el desarrollo de un piloto de distritos térmicos.** Esta acción se llevará a cabo entre el 2022 y el 2026.

La CREG analizará cómo los distritos térmicos puedan convertirse en usuarios no regulados de energía y gas con el fin de promover eficiencias y competitividad en la prestación de servicios energéticos. Esta acción se llevará a cabo entre el 2022 y el 2027.

En cuanto a eficiencia energética en el sector de hidrocarburos, es importante avanzar en la introducción de medidas de optimización de procesos y operaciones, así como en la incorporación de estrategias que permitan la entrada de nuevas tecnologías y proyectos de eficiencia energética, que favorezcan la reducción de emisiones de GEI y del consumo intensivo de energía en las diferentes actividades de la cadena de producción y comercialización del sector. Para lograr lo anterior, en el 2023 la ANH en compañía del

Ministerio de Minas y Energía promoverán y asegurarán la incorporación de medidas para el uso de FNCER y la implementación progresiva de medidas de eficiencia energética en las actividades asociadas a los contratos de exploración y producción de hidrocarburos.

Con el fin de incentivar la generación con fuentes alternativas de energía y fomentar estrategias que aporten a la reducción de emisiones, desde la concepción de los contratos del sector de hidrocarburos, la ANH y el Ministerio de Minas Energía en el año 2023 promoverán desde el marco normativo del sector, incentivos para aquellas empresas que propongan realizar la inversión en proyectos de generación aislada y autogeneración con Fncer.

En el 2023 el Ministerio de Minas y Energía, en compañía de la ANM o quien haga las veces de Autoridad Minera, diseñará e implementará estrategias para mejorar la eficiencia energética y el uso de fuentes no convencionales (Fncer) en operaciones mineras. Esto estará alineado con los compromisos adquiridos en los acuerdos internacionales, con el objetivo de contribuir en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector. Así mismo, estas medidas ayudarán a los titulares mineros a, disminuir los riesgos asociados con la volatilidad de los precios de energía, optimizar los costos operativos y mejorar los rendimientos económicos en la producción. Siendo el horizonte de ejecución de esta actividad del año 2022 al 2027.

Línea de acción 1.2. Fortalecimiento de la planeación y mercados energéticos

El desarrollo de lineamientos de política pública, regulatorios y reformas institucionales para fortalecer y modernizar el sector energético, hacen parte esencial de la transición energética. La MTE ha publicado su hoja de ruta en septiembre de 2021 y en este documento CONPES se integran algunas de sus acciones de mediano y largo plazo para desarrollar un mercado energético moderno, flexible, transparente y eficiente.

En primer lugar, la CREG analizará las distintas formas de organización de la industria energética, esquemas de integración vertical y horizontal, y sus impactos sobre la competencia en los mercados eléctricos y de gas natural. Esta acción, que se realizará entre el 2022 y el 2024, tiene como propósito estimar modificaciones al reglamento de comercialización, desarrollar la regulación y establecimiento de reglas para habilitar la integración de microrredes, integración de microrredes, prosumidores⁴⁶ y agrupaciones de usuarios e incluir al agregador de recursos energéticos distribuidos en la agenda regulatoria de la CREG.

⁴⁶ Prosumidores: agentes que asumen la doble condición de productores de energía que inyectan excedentes de energía en las redes de distribución, y de consumidores que retiran faltantes de energía de la red.

El Ministerio de Minas y Energía emitirá lineamientos para fortalecer La Unidad de Monitoreo de los Mercados de Electricidad y Gas (UMMEG) que debe realizar el monitoreo en tiempo real del comportamiento del mercado mayorista de energía eléctrica y gas. Esta acción se llevará a cabo en el 2023 y tiene como objetivo fortalecer la planta de personal y las capacidades de la UMMEG, que debe existir al interior de la SSPD.

El Ministerio de Minas y Energía con asistencia de la SIC, creará un estándar con los requisitos y acciones que configuran el abuso de posición dominante, así como el de manipulación de precios. Este estándar se desarrollará entre el 2023 y 2024

En 2023 el Ministerio de Minas y Energía realizará un estudio con el fin de identificar alternativas para profundizar la independencia del Administrador del Mercado de Energía de su accionista mayoritario Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. La alternativa seleccionada será incluida en el Decreto 1073/15 (Sector de energía eléctrica) donde se incorporará una política pública para actualizar la regulación con el fin de contar con un administrador del mercado de energía eléctrica independiente.

El Ministerio de Minas y Energía emitirá los lineamientos para ajustar la regulación acorde con los objetivos de política pública para promover el desarrollo de los recursos energéticos distribuidos. Los lineamientos buscarán: (i) Señalar que la adquisición, operación y mantenimiento de los DER se realice mediante mecanismos competitivos y la participación de nuevos agentes en el mercado; (ii) indicar condiciones que garanticen la competencia y transparencia para los recursos energéticos distribuidos y; (iii) Contar con incentivos tarifarios para la incorporación de DER para la gestión de pérdidas y mejora de calidad del servicio. Esta acción se llevará a cabo en 2023.

Línea de acción 1.3. Implementación de iniciativas para la incorporación sostenida de reservas de gas y crudo

En primer lugar, con el propósito de avanzar y promover el desarrollo de proyectos de exploración y producción de hidrocarburos costa afuera, el Ministerio de Minas y Energía con el apoyo de la ANH en el año 2023 realizará la evaluación de alternativas que permitan establecer incentivos para la exploración de yacimientos profundos en áreas *offshore*.

En segundo lugar, se busca incentivar el desarrollo de proyectos de recobro mejorado para lo cual en 2023 el Ministerio de Minas y Energía elaborará con apoyo de la ANH el análisis de incentivos y formulación de criterios técnicos y operacionales para su obtención, aplicables en contratos de producción de hidrocarburos vigentes, que incorporen medidas de recobro mejorado y demuestren incrementos de producción sostenidos sobre los promedios históricos anuales anteriores.

En tercer lugar y en el marco del proceso permanente de asignación de áreas (PPAA) liderado por la ANH, a partir de 2022, la Agencia realizará la actualización permanente del mapa de tierras, identificando las áreas disponibles continentales y costa afuera y haciendo énfasis en aquellas que hayan surtido proceso de liberación por parte de contratistas de exploración y producción y reincorporación por parte de la Agencia, así mismo la actualización del mapa contará con un reporte anual de liberación e incorporación para exploración e inclusión en los respectivos ciclos del PPAA. De igual manera, a partir de 2022 el Servicio Geológico Colombiano con apoyo de la ANH identificará y definirá los nuevos corredores exploratorios en cuencas hidrocarburíferas priorizadas entre ambas entidades como aporte a los insumos entregados a posibles nuevas empresas contratistas que se habiliten en el marco de los ciclos del PPAA.

El Ministerio de Minas y Energía con apoyo de la Agencia Nacional de Hidrocarburos en el marco de los Proyectos Piloto de Investigación Integral (PPII), a través de los proyectos de seguimiento integral de los Contratos Especiales de Proyectos de Investigación (CEPI), Centro de Transparencia y Líneas Base en VMM presentará un informe de seguimiento de la etapa previa (aprestamiento), a cargo de la entidad académica que operará el Centro de Transparencia; un informe de seguimiento y absorción funcional de los conocimientos por parte de las comisiones de seguimiento y público en general durante la etapa concomitante en el período 2023-2024, a cargo de la entidad académica que operará el Centro de Transparencia; y finalmente un informe de evaluación del desarrollo integral de los PPII a cargo del comité evaluador en el período 2024-2025.

Adicionalmente, con el fin de avanzar en el aprovechamiento de recursos geotérmicos en 2022 el Ministerio de Minas y Energía elaborará y publicará los lineamientos técnicos que determinen los requisitos de los proyectos de exploración y explotación del recurso geotérmico.

El Ministerio de Minas y Energía en el año 2023 implementará una estrategia nacional de encadenamientos productivos que incorpore las actividades de desarrollo de cadenas de suministro de bienes y servicios, con especial énfasis en las necesidades asociadas al desarrollo de nuevos mercados en general, considerándose sin limitarse a otras las oportunidades de la nueva industria de exploración costa afuera y de cualquier nueva tecnología de exploración.

Línea de acción 1.4. Acceso a infraestructura de abastecimiento segura, eficiente y confiable de hidrocarburos

En primer lugar, con el fin de avanzar en el desarrollo de la ampliación de infraestructura que permita transportar y distribuir de forma segura, eficiente y confiable los

diferentes energéticos a los puntos de demanda en las condiciones de calidad y cantidad esperadas, el Ministerio de Minas y Energía en 2024 elaborará una reglamentación de los tipos, usos y manejo de los almacenamientos estratégico comercial y operativo de productos refinados (gasolina, diésel, jet) que incluye entre otros, la metodología de remuneración de los almacenamientos así como los asuntos técnicos, operativos, económicos y administrativos.

En segundo lugar, el Ministerio de Minas y Energía con el fin de mejorar la disponibilidad y calidad de combustibles requeridos, incluirá en el Plan Indicativo de Abastecimiento de Gas Natural los proyectos necesarios para la conexión al Sistema Nacional de Transporte (SNT) el gas proveniente de campos menores, siempre que sean económicamente viables de acuerdo con los análisis realizados por la UPME. Así mismo a partir de 2022 la UPME realizará el análisis de alternativas de confiabilidad para la conexión de las Refinerías de Cartagena y Barrancabermeja como solución de internación de volúmenes de importación de crudo liviano, derivados y excedentes obtenidos en Cartagena requeridos en el centro del país para atender demanda y garantizar cumplimiento de parámetros de calidad.

5.3.2. Acciones para mejorar el conocimiento y la innovación en transición energética

Línea de acción 2.1. Investigación aplicada y formación de capital humano para el despliegue de la movilidad de cero y bajas emisiones

Con el fin de fomentar las capacidades de formación orientadas a la movilidad sostenible, el Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Trabajo y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) entre el 2022 y el 2023 diseñarán e implementarán estrategias para fortalecer y actualizar los resultados del cierre de brechas de capital humano en el segmento movilidad sostenible, mediante elaboración del catálogo de cualificaciones por el Ministerio de Educación Nacional, el diseño de programas de formación profesional para el trabajo por parte del SENA y la hoja de ruta para el cierre de brechas de capital humano por parte de Ministerio de Trabajo.

En complemento a la promoción de programas de formación y en búsqueda de consolidar escenarios de investigación que incentiven el ascenso tecnológico hacia una movilidad de cero y bajas emisiones, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación con apoyo del Ministerio de Minas y Energía y del Ministerio de Transporte, entre el 2023 y 2024, estructurará un documento que contenga la hoja de ruta para la formulación de líneas de investigación específica para movilidad sostenible.

Línea de acción 2.2. Formalización institucional, fortalecimiento de capacidades regionales y socialización de los componentes de movilidad sostenible

Considerando que no existe una plataforma que permita consolidar todos los componentes de movilidad sostenible que facilite la toma de decisiones informada y el aprovechamiento de los beneficios en los usuarios finales, entre 2022 y 2023, el Ministerio de Transporte **desarrollará una plataforma unificada de acceso público que permita difundir los estudios, herramientas y avances en materia de política, planes, programas y proyectos sobre movilidad de cero y bajas emisiones, promoviendo la participación de los actores involucrados en el ascenso tecnológico.**

En este mismo contexto, entendiendo la relevancia de la información dirigida al usuario, el Ministerio de Transporte entre el 2023 y el 2025 **actualizará el manual de señalización vial, en cuanto a señales específicas para indicar elementos de interés asociados a la promoción de energéticos de cero y bajas emisiones incluyendo la propuesta de acto administrativo para su adopción.**

Así mismo, entendiendo que el despliegue efectivo de la movilidad de cero y bajas emisiones y el cumplimiento de las metas sectoriales en materia de ascenso tecnológico en el sector dependerá de la adaptabilidad y materialización de estas estrategias por parte de los territorios, en primer lugar, el Departamento Nacional de Planeación con apoyo del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en el transcurso del 2023, **incluirán dentro del Kit de Planeación Territorial (KPT) los lineamientos para la inclusión del componente de movilidad sostenible dentro los planes territoriales.** Por otra parte, el DNP entre las vigencias 2022 y 2023 **liderará la acción de desarrollar capacidades a nivel territorial, que permitan la implementación de las estrategias de movilidad de cero y bajas emisiones en las regiones,** en esta acción se realizarán capacitaciones técnicas a actores estratégicos de la planeación de transporte y estructuración de proyectos en la escala territorial y elaborará una guía de buenas prácticas de la planeación de transporte de cero y bajas emisiones en el ámbito urbano y regional.

Línea de acción 2.3. Iniciativas para el despliegue de tecnologías, herramientas de innovación, gestión de cierres y restauración de áreas intervenidas por minería.

En primer lugar, la ANM en articulación con las entidades territoriales y del orden nacional **diseñará e implementará estrategias para el aprovechamiento de la infraestructura tras la etapa de cierre minero y para la diversificación de usos de las áreas recuperadas.** Siendo así, comenzará por revisar la normatividad existente asociada a los procesos de cierre y abandono minero, estableciendo alternativas de fortalecimiento para estos procesos. La ANM con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

buscará incentivar la creación de nuevas empresas o industrias a partir del aprovechamiento de áreas recuperadas teniendo como principal visión la diversificación productiva del territorio. Esta acción se desarrollará en el entre 2022 y 2027.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, diseñará e implementará una estrategia de comunicación que permita conectar al sector minero con la oferta de instrumentos de ciencia, tecnología e innovación en el país y los beneficios tributarios de su implementación. En la actualidad las empresas de gran minería cuentan con beneficios al emplear instrumentos de ciencia, tecnología e innovación dentro de sus procesos productivos, esta acción tiene por objetivo implementar un plan de trabajo, en el cual, la pequeña y mediana minería también se vea beneficiada, buscando con ello optimizar los procesos e incrementar la competitividad del sector. Siendo el horizonte de ejecución de esta actividad del año 2022 al 2027.

Finalmente, la UPME diseñará una estrategia para la producción de cobre, oro y otros minerales necesarios para consolidar la estrategia de transición energética, con base en el potencial geológico Colombiano. Por lo anterior, realizará una revisión de las cadenas de valor, oferta y demanda de los minerales estratégicos del país, considerando el concepto de “climate-Smart Mining” identificando el potencial que tiene Colombia, así como la demanda de estos minerales como materia prima para insumos y componentes de las nuevas tecnologías. Lo anterior permitirá enfocar la inversión y ejecución de acciones de explotación minera. Esta acción se ejecutará entre 2022 y 2027.

Línea de acción 2.4. Estructuración de la aplicación de nuevas tecnologías en el sector minas, hidrocarburos y uso alternativo de biocombustibles

El país tiene actualmente una gran oportunidad de convertir las nuevas tecnologías en aliados para conseguir la descarbonización y apalancar la eficiencia energética y la optimización del uso de los recursos, entre ellos los hidrocarburos en donde su penetración aún es escasa, por lo cual se requiere desarrollar los lineamientos para su implementación y mecanismos que incentiven a la industria de hidrocarburos a implementarlas y convertirlas en nuevas líneas dentro de sus negocios y de esta manera lograr paulatinamente la transición.

Una de las nuevas tecnologías que pueden aplicarse en el sector hidrocarburos es la de la captura, uso y almacenamiento de carbono, que permite reducir los índices de emisiones a la atmósfera. Lo anterior deberá realizar avance el Ministerio de Minas y Energía, con apoyo del Servicio Geológico Colombiano, en el año 2023 a través de una identificación del potencial de almacenamiento de CO₂ en el país y sus posibles usos, incluyendo en esta identificación las recomendaciones de infraestructura y tecnologías requeridas para la puesta en operación de este almacenamiento de acuerdo con los usos

identificados, acordé a la reglamentación realizada por el Ministerio de Minas y Energía se y definirá la hoja de ruta para la implementación de la tecnología de Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono (CCUS)

De igual manera se requiere ir preparando al país para desarrollar y adoptar otras nuevas tecnologías que impactarán el sector minero y energético. Para esto, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación con el apoyo del Ministerio de Minas y Energía en el año 2023, establecerán los programas de ciencia, tecnología e innovación que promuevan la investigación y el desarrollo de conocimiento asociado a nuevas tecnologías aplicables al sector energético y a energéticos de cero y bajas emisiones entre las que se podrían incluir: i) producción de hidrógeno, ii) uso de tecnologías de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), iii) recursos y tecnologías asociadas a geotermia iv) biocombustibles de última generación. De igual forma, el Servicio Geológico Colombiano a partir de 2023 realizará la integración en modelos conceptuales descriptivos de sistemas geotérmicos de alta entalpía (hidrotermales convectivos asociados a volcanes), la implementación de la investigación de flujo de calor terrestre, como apoyo a la investigación de recursos geotérmicos de entalpía intermedia y baja asociados a hidrocarburos y la implementación de la investigación de recursos geotérmicos someros de baja entalpía, como parte del Plan Estratégico del Conocimiento Geocientífico.

Por su parte, el aprovechamiento de la biomasa, los residuos y otros elementos para producir biocombustibles también permiten diversificar la matriz energética, reducir las emisiones y generar nuevas alternativas económicas en las regiones. Con el propósito de avanzar en la identificación de energías alternativas, el Ministerio de Minas y Energía, en el año 2022-2023 establecerá una hoja de ruta que incentive adelantar proyectos piloto, en los cuales se establecerán los requisitos y criterios de aspectos relevantes para el fomento del uso alternativo de biocombustibles como el biocetano y el biojet. Adicionalmente, en el año 2022 y 2023 el Ministerio de Minas y Energía realizará la identificación de las oportunidades del Biogás como fuente de abastecimiento que aporta a la reducción de emisiones de GEI del sector, por sustitución de combustibles líquidos, generación u otros; que sirva de insumo para su futura regulación. Adicionalmente en el año 2025 la UPME presentará y socializará un nuevo plan de sustitución de leña en donde se especifique las potencialidades del aprovechamiento del Biogás como alternativa de solución eficiente para disminuir el uso de combustibles altamente contaminantes y para impulsar el aprovechamiento del biogás a nivel municipal.

Con el objetivo de asegurar el despliegue sostenido del hidrógeno como energético de diversificación de la matriz energética colombiana y de su correspondiente reducción de

GEI, el Ministerio de Minas y Energía a partir del año 2022 **realizará el diseño e implementación del *sandbox* regulatorio para promover el desarrollo de proyectos piloto de este combustible limpio** y a partir del año 2023 con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo actualizará y desarrollará el marco regulatorio técnico y ambiental para promover el mercado de oferta y demanda del hidrógeno y sus derivados.

Con el fin de preparar al país para la exportación de hidrógeno y contar con estándares de sostenibilidad del hidrógeno, el Ministerio de Minas y Energía a partir del año 2024 **diseñará e implementará el sistema de garantías y certificaciones de origen para el hidrógeno producido en el país.**

Como parte del desarrollo de las iniciativas de diversificación que puede habilitar el despliegue de la producción de hidrógeno y en articulación con las tecnologías de captura de carbono, se encuentra la posibilidad de producir combustibles sintéticos que pueden convertirse en una alternativa de diversificación del portafolio de bajas emisiones del sector de hidrocarburos. Para lo cual, el Ministerio de Minas y Energía en 2025 **desarrollará los lineamientos normativos para la producción de combustibles sintéticos y la ejecución de proyectos piloto.** Adicionalmente durante el año 2024 realizará una propuesta de reglamentación técnica para viabilizar a nivel de proyectos piloto el uso de mezclas de hidrógeno y gas natural en la movilidad sostenible, para uso en la calefacción doméstica e industrial, así como para la homologación de mezclas de hidrógeno y gas natural y para incluir el desarrollo de proyectos piloto de transporte por gasoductos de energéticos como el hidrógeno y mezclas de hidrógeno y gas natural.

Por otro lado, con el propósito de promover el ascenso tecnológico y la diversificación de los energéticos del sector transporte, a partir del año 2023 el Ministerio de Transporte con el apoyo del Ministerio de Minas y Energía **desarrollará una estrategia para implementar el hidrógeno azul⁴⁷ e hidrógeno verde⁴⁸ en el sector transporte en el país, priorizando por segmento, incluyendo una estimación de la infraestructura requerida y los puntos de ubicación más convenientes.**

Como parte del incentivo a la formación de oportunidades comerciales alrededor de la industria de producción y comercialización del hidrógeno el Ministerio de Minas y Energía

⁴⁷ Hidrógeno azul: se produce a partir de combustibles fósiles, especialmente por la descomposición del metano (CH₄) y que cuenta con un sistema de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), como parte de su proceso de producción.

⁴⁸ Hidrógeno verde: se produce mediante electrolisis a partir de electricidad proveniente de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (Fnrcer), tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros.

con apoyo del Ministerio de Trabajo a partir del año 2024 elaborará una estrategia de transformación laboral y fortalecimiento de competencias enfocadas a la fuerza laboral del sector minero y petrolero que se pueda ver impactada por la transición energética para que pueda emplearse dentro de la industria del hidrógeno.

5.3.3. Lineamientos e instrumentos para incrementar el desarrollo y crecimiento económico apalancados del sector minero- energético

Línea de acción 3.1. Iniciativas para incrementar la cobertura del servicio de energía eléctrica y mejorar la calidad del servicio en ZNI

La ampliación del servicio de energía eléctrica en las ZNI es fundamental para promover el desarrollo económico y mejorar la calidad de vida de las familias que habitan en estas regiones del país. Por esta razón, en esta política se proponen 6 acciones para desarrollar estrategias y lineamientos de política pública para ampliar y mejorar el servicio de energía eléctrica en las ZNI.

En primer lugar, el Ministerio de Minas y Energía emitirá los lineamientos para la creación e implementación del gestor de información de electrificación rural. Este gestor permitirá contar con información actualizada sobre la prestación del servicio en ZNI, información que será vital para la atracción de nuevas inversiones y la mejora de lineamientos de política pública. Esta acción se llevará a cabo en el 2023 y 2024.

En segundo lugar, el Ministerio de Minas y Energía definirá la unificación de criterios de estructuración y viabilización de proyectos de energización rural, independiente de la fuente de financiación. Se establecerá cuál será la entidad encargada de realizar la estructuración de los proyectos energéticos para ZNI y la responsable de su viabilización. Esta acción que busca facilitar el proceso de estructuración y viabilización de proyectos se llevará a cabo entre el 2023 y 2024.

En tercer lugar, el Ministerio de Minas y Energía diseñará e implementará un programa de electrificación rural para acelerar la ampliación de cobertura del servicio de energía eléctrica en las ZNI. El diseño y la puesta en marcha del programa de electrificación rural permitirá la asignación de áreas de responsabilidad vinculando capital privado para la ampliación de la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas (ZNI) integrando Fncer. Esta acción se llevará a cabo entre el 2022 y el 2023.

En cuarto lugar, el IPSE definirá e implementará un mecanismo para la centralización de la información de la georreferenciación de los usuarios en Zonas No Interconectadas y los equipos utilizados para la generación de energía eléctrica en

dichas zonas. Este mecanismo por desarrollar en el 2023 permitirá contar con información actualizada y confiable para desarrollar planes de energización rural.

En quinto lugar, el IPSE con acompañamiento de la UPME, **definirá e implementará una estrategia para que las entidades territoriales diseñen e implementen Planes de Energización Rural (PERS) a partir de los criterios establecidos por el Ministerio de Minas y Energía.** Esta estrategia buscará destinar a acelerar el cierre de brechas en cuanto a la prestación del servicio y se llevará a cabo entre el 2024 y el 2026.

Por último, el IPSE **diseñará e implementará una estrategia de modelo de medición del consumo de energía eléctrica y sus respectivos indicadores sujetos a la posible reglamentación que expida la CREG.** Esto permitirá contar con mejor información sobre la calidad en la prestación del servicio de energía eléctrica en ZNI. Esta acción se llevará a cabo en el 2024.

Línea de acción 3.2. Eficiencia en la prestación del servicio de alumbrado público

El sistema de alumbrado público demanda el 4 % de la energía eléctrica a nivel nacional, razón por la cual, incrementar la eficiencia en la prestación del servicio al igual que la eficiencia energética será importante para garantizar un servicio de calidad con los menores costos posibles.

En primer lugar, el Ministerio de Minas y Energía **evaluará si los municipios que gestionan directamente el alumbrado público se les impone la obligación de contratar una interventoría.** De esta forma, los municipios contratarán directamente la interventoría y se podrá contar con datos e información precisa sobre todos los sistemas de alumbrado público a nivel nacional. Esto permitirá contar con mayores datos para el diseño y mejora de la política pública en la materia. Esta acción se llevará a cabo entre 2022 y 2023.

En segundo lugar, el Ministerio de Minas y Energía **evaluará las variables que se deberían reportar para realizar la construcción de un sistema de información de Alumbrado Público para mejorar el diseño de la política pública y fortalecer el seguimiento y control.** La identificación de las variables a reportar permitirá posteriormente analizar estrategias para la recolección de esta información y la posibilidad de centralizar los datos en un sistema de información. Esta acción se ejecutará en el 2023.

En tercer lugar, en 2023 el Ministerio de Minas y Energía **definirá los indicadores de calidad y cobertura para los sistemas de alumbrado público y actualizará el Retilap.** La definición técnica de estos indicadores permitirá homogeneizar el cálculo en todos los municipios, plantear metas y analizar brechas en la prestación del servicio. Esta acción se llevará a cabo en 2023.

Línea de acción 3.3. Implementación de medidas de digitalización, fiscalización y gestión de la información del sector minero-energético

El despliegue de medidores inteligentes será uno de los ejes fundamentales para la transición energética y para la integración de otras tecnologías y prácticas como los recursos energéticos distribuidos, la eficiencia energética y la movilidad eléctrica. Para avanzar en el despliegue de AMI la Agencia Nacional del Espectro (ANE) con el apoyo del Ministerio de Minas y Energía, **realizará el análisis de impacto normativo en coordinación con Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para la implementación de los requerimientos de espectro electromagnético y de comunicaciones para la conexión de DER e implementación de AMI.** Esta acción, que se desarrollará entre el 2022 y el 2023, permitirá contar con un marco técnico robusto para desplegar medidores inteligentes a nivel nacional y el desarrollo de conexión de los DER.

En aras del cumplimiento de la meta establecida en la Resolución 40483 de 2019 del Ministerio de Minas y Energía, la Agencia Nacional del Espectro **definirá las bandas del espectro electromagnético para la operación el sector eléctrico, así como el mecanismo de asignación.** Esta acción, que se llevará a cabo entre el 2022 y el 2023, permitirá el desarrollo digital en el sector eléctrico.

Dada la evolución que ha tenido la transición energética, así como el desarrollo de redes inteligentes y la generación distribuida, el Ministerio de Minas y Energía a través de la CREG **definirá a partir del estudio planteado en la agenda regulatoria de 2022 los lineamientos para la inclusión de aspectos digitales requeridos que propicien la participación y operación competitiva de los DER, y que conlleven al uso de sistemas digitales en el sector eléctrico.** Esta acción iniciará y finalizará en el 2022 y con ello se pretende establecer el lineamiento futuro desde la regulación de la inclusión de los aspectos digitales en el sector eléctrico.

Para avanzar en las oportunidades de digitalización integración y optimización en la gestión de la información que permitan una transformación digital del flujo de información del sector de hidrocarburos, en sus diferentes cadenas de exploración, producción, transporte y comercialización de energéticos como el petróleo, el gas combustible, los biocombustibles y los productos refinados. Se avanzará en primer lugar desde el Ministerio de Minas y Energía con el apoyo de la ANH en el año 2023 en la **integración y simplificación de los reportes contractuales de las empresas titulares de contratos de exploración y producción (E&P) con los de fiscalización para reporte a través de formularios web.**

En segundo lugar, la Unidad de Planeación Minero Energética en el año 2024, **realizará un proceso de planeación y gestión de la información del sector de hidrocarburos, donde**

intervengan todas las entidades del sector. identificando sus necesidades, capacidades y la hoja de ruta para el flujo ordenado y coordinado de la información, su captura, integración, actualización y disponibilidad para entidades, agentes del sector y usuarios en general con el fin de establecer, entre otros, la implementación de herramientas tecnológicas que evidencien los datos reales de los volúmenes de producción tal como lo establece el artículo 17 de la Ley 2056

En tercer lugar, con el fin de avanzar en la optimización e implementación progresiva de acciones de mejora a los procesos de fiscalización de producción de hidrocarburos la ANH a partir del año 2022 **desarrollará e implementará el modelo de captura y gestión remota de información para el proceso de fiscalización de crudo y gas**, en donde se definan los requerimientos técnicos, operativos y financieros, así como los roles, responsabilidades, recursos requeridos, fuentes de financiación, condiciones de acceso, seguridad de la información y se ponga en marcha un proyecto piloto para su evaluación para centralización de información, consulta y reportes.

En cuarto lugar y con el objeto de garantizar la transparencia, confidencialidad y seguridad de la información, la ANH en el Proceso Permanente de Asignación de Áreas (PPAA) **continuará profundizando la utilización de herramientas tecnológicas probadas, disponibles, seguras y confiables como Blockchain⁴⁹** analizando diversas opciones, con el fin de asegurar la integridad, digitalización, gestión, trazabilidad y la accesibilidad a la información considerando su aplicación en los diferentes procesos misionales de la ANH, así como en las etapas del proceso de asignación de áreas y la liquidación de regalías implementando en el año 2023 un proyecto piloto.

Por su parte y con el objetivo de optimizar las labores de fiscalización y gestión de la trazabilidad en la cadena de valor de los minerales extraídos a nivel nacional, **la Agencia Nacional de Minería o quien haga las veces de Autoridad Minera, diseñará e implementará las estrategias tecnológicas que permitan optimizar las labores de fiscalización para el control a la producción minera⁵⁰**, haciendo uso de tecnologías y desarrollos que hoy permiten adelantar labores de fiscalización incluso de manera remota. Así mismo se adelantará la socialización y capacitación respecto al uso de instructivos de registro y consulta de información de las plataformas de control y seguimiento a la producción.

⁴⁹ Tecnología que facilita el proceso de registro de transacciones y de seguimiento de activos en una red de negocios, permitiendo entre otros obtener datos inmediatos, permitiendo que los usuarios compartan una única fuente fidedigna de información y hacer seguimiento a pagos, cuentas y detalles de producción entre otros.

⁵⁰ Artículo 17, parágrafo 1 Para el ejercicio de las actividades de fiscalización las autoridades correspondientes podrán exigir la implementación de herramientas tecnológicas que evidencien los datos reales de los volúmenes de producción.

Finalmente, en cabeza del grupo de Seguridad y Salvamento Minero de la ANM, se diseñará e implementará una estrategia para especializar a los actores que intervienen en el proceso de fiscalización, puntualmente en cada uno de los diferentes eslabones exigidos por la autoridad minera (ventilación, geomecánica, sostenimiento, manejo de aguas subterráneas/superficiales y planeamiento minero) y que deben ser implementados por el titular durante las etapas de un proyecto minero para su desarrollo y, posteriormente, diseñar un plan piloto de fiscalización especializada, específicamente en las unidades de producción minera (UPM) más críticas y que contenga indicadores de verificación permanentes en el corto y mediano plazo, evidenciando el adecuado cumplimiento de los estándares en el marco de la seguridad minera. Así mismo, para que esta estrategia sea completa, se realizarán capacitaciones, a fin de que el personal desarrolle habilidades y conocimientos encaminados a la identificación, mitigación y control de variables de alto riesgo que ocasionan el mayor número de fatalidades mineras.

Línea de acción 3.4. Desarrollo de instrumentos para la promoción de la industria nacional en el mercado de movilidad de cero y bajas emisiones

En el marco de la reactivación económica y con el propósito de aumentar la competitividad de la industria nacional en el mercado de movilidad de cero y bajas emisiones, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo para el año 2022 **promoverá instrumentos orientados a mejorar la productividad, calidad, encadenamientos productivos y sofisticación en las empresas del mercado de movilidad sostenible.**

Por su parte, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo con apoyo de ProColombia establecerán una estrategia de atracción de inversión extranjera en segmentos específicos de la cadena de valor global de la movilidad sostenible, buscando modernizar el sector transporte a partir de la implementación y sostenibilidad de tecnologías de cero y bajas emisiones, esta acción se desarrollará entre 2022 y 2023.

Además, con el propósito de generar un entorno de confiabilidad para los usuarios, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo entre 2023 y 2024 **definirá las garantías técnicas y los servicios posventa a cargo de las marcas comercializadores para vehículos híbridos y eléctricos.**

Línea de acción 3.5. Estrategia para incentivar la producción de minerales necesarios para la Transición energética.

La UPME diseñará una estrategia para la producción de cobre, oro y otros minerales necesarios para consolidar la estrategia de transición energética, con base en el potencial geológico colombiano. Por lo anterior, realizará una revisión de las cadenas de

valor, oferta y demanda de los minerales estratégicos del país, considerando el concepto de “climate-Smart Mining” identificando el potencial que tiene Colombia, así como la demanda de estos minerales como materia prima para insumos y componentes de las nuevas tecnologías. Lo anterior permitirá enfocar la inversión y ejecución de acciones de explotación minera. Esta acción se ejecutará entre 2022 y 2027.

Línea de acción 3.5. Estrategia para incentivar mayores producciones de carbón y promover la diversificación económica de las regiones con alta dependencia del sector extractivo.

Con el propósito de diseñar e implementar la estrategia para incentivar mayores producciones de carbón permitiendo el crecimiento económico del país y las regiones el Ministerio de Minas y Energía con el apoyo de la ANM y de la UPME identificará las restricciones normativas para la exportación e implementación de nuevas tecnologías en este sector y evaluará las cargas tributarias que tienen estas empresas y aquellas dependientes en consumo energético de este mineral. Con lo anterior, se construirá la base de la implementación de estrategias para el aprovechamiento de los recursos y reservas disponibles de carbón en el país, fortaleciendo a su vez encadenamientos productivos con la actividad minera, buscando consolidar la industria minera formalizada y normalizada, con criterios y conceptos consolidados para cada una de las etapas, que apoye sinergias productivas y competitivas a nivel regional y local que potencien el conocimiento, el desarrollo del sector y los territorios, con generación de valor social y económico. Adicionalmente, establecerán estrategias de coordinación institucional, que contribuyan al fomento y adopción de herramientas para la conversión tecnológica en los procesos extractivos de carbón y el fortalecimiento de estrategias de carbono neutralidad, aumentando la productividad en la pequeña, mediana y gran minería, siendo un aporte para generar capacidades operativas que aseguren mejores niveles de eficiencia económica, competitividad y sostenibilidad en el sector minero. Esta acción iniciará en 2022 y finalizará en 2027.

En segundo lugar, con el objetivo de establecer la estrategia para la diversificación, reconversión y transición socioeconómica gradual, progresiva y segura de las regiones con vocación extractiva de carbón, el Ministerio de Minas y Energía en conjunto con los actores estratégicos en los territorios y entidades del orden nacional elaborará un diagnóstico de condiciones de productividad en las regiones con proyectos de pequeña, mediana y gran minería, estableciendo así los grados de dependencia y estructurando la base de información para el posterior análisis de las estrategias de intervención y buscará impulsar sectores productivos para la competitividad y el desarrollo de los departamentos, aprovechando las oportunidades y beneficios que genera el sector minero-energético, así como apoyar la recuperación de las vocaciones productivas y

capacidades ambientales de los territorios intervenidos por la actividad extractiva, que estén en proceso del cierre de proyectos mineros. siendo el horizonte de ejecución de esta actividad del año 2022 al 2024.

En tercer lugar, el **Ministerio de Minas y Energía diseñará y socializará el desarrollo de un modelo de reconversión productiva con las entidades competentes para aquellos mineros pequeños y de subsistencia**, para lo cual identificará la potencialidad y vocación de las regiones donde se encuentra dicho grupo poblacional, permitiendo identificar sus principales oportunidades productivas alternas a la actividad minera, estableciendo así la hoja de ruta para su reconversión y con el apoyo del Ministerio de Trabajo identificarán estrategias que generen alternativas de desarrollo económico promoviendo herramientas que desarrollen competencias laborales, habilidades técnicas y de conocimiento con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida no solo de los mineros y su entorno familiar sino de la población en general. Así mismo, con el objetivo de afianzar lo anterior documentaran un análisis de la viabilidad para la creación de un fondo para la financiación de programas que se ejecuten en el marco de las estrategias de diversificación económica transicional en las regiones priorizadas o de vocación extractiva. Siendo el horizonte de ejecución de esta actividad del año 2022 a 2027.

Por último, el **Ministerio de Transporte y el DNP, Identificarán las brechas y principales acciones orientadas a mejorar la competitividad del transporte de carbón a través del modo férreo, teniendo en cuenta la intermodalidad que permita optimizar la movilización de este tipo de carga y beneficiarse de las fortalezas de cada modo de transporte**. Siendo así revisaran los escenarios para la producción de carbón en los departamentos con vocación extractiva, identificarán la oferta de mercado y buscarán la optimización de esquemas de transporte con alternativas como cargas compensadas de acuerdo con las realidades y dinámicas mundiales, que permitan llevar el carbón de exportación a los puertos nacionales a costos competitivos y con menor huella de carbono, articulando herramientas como el Plan Maestro Ferroviario con la Política Nacional Logística, y a su vez mejorando el transporte en los puntos de transferencia como el ferrocarril central . Esta acción se desarrollará en el periodo del año 2022 a 2027.

5.3.4. Sistema energético con bajas emisiones de GEI

Línea de acción 4.1. Definición de lineamientos técnicos, financieros y de planeación para el ascenso tecnológico en el sector transporte

En el ámbito de transporte urbano, para lograr el cumplimiento de los compromisos del Gobierno nacional de contar con sistemas de transporte sostenibles, que mejoren las condiciones ambientales de las ciudades donde operan, para consolidar nuevas inversiones

en material rodante, aprovechando economías de escala en la compra de buses, el **Ministerio de Transporte con apoyo del DNP en el 2022 estructurarán el fondo para la promoción de ascenso tecnológico que facilite la financiación o compra de flotas de cero y bajas emisiones en los segmentos de sistemas de transporte público de paseros y la carga liviana.**

Por su parte, el Ministerio de Transporte y la Agencia Nacional de Seguridad Vial definirán entre el 2022 y el 2023 los lineamientos técnicos para la conversión de vehículos de combustión interna a tecnología eléctrica, que permita definir un esquema de segundo uso de vehículos livianos empleando tecnologías limpias.

Así mismo, entendiendo la necesidad de garantizar el despliegue de infraestructura de carga para dar confiabilidad a los usuarios sobre el uso de esta tecnología y además buscando la interacción con los usuarios de las tecnologías de cero y bajas emisiones y la pertinencia de facilitar su operación, el **Ministerio de Minas y Energía entre el 2022 y el 2023 elaborará la propuesta de acto administrativo que reglamente parámetros de interoperabilidad para las estaciones de carga de vehículos eléctricos de acceso público, facilitando el acceso a los usuarios finales.**

Línea de acción 4.2. Ascenso tecnológico en los modos de transporte fluvial, férreo y aéreo

Para fomentar modos de transporte más competitivos y eficientes en materia logística, se deben promover los modos férreo y fluvial y consolidar estrategias para su ascenso tecnológico. En ese sentido, el Ministerio de Transporte con el apoyo de la Unidad de Planeación Minero Energética y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación definirán los lineamientos para el ascenso tecnológico de los modos férreo y fluvial en sus segmentos de carga y pasajeros, estimando las barreras y propuestas para su eliminación, la acción se desarrollará entre 2022 y 2023. Así mismo, el Ministerio de Transporte y el DNP definirán en el 2023 los lineamientos técnicos, legales y financieros que los operadores de transporte público terrestre de pasajeros deben seguir para incluir la operación de transporte acuático con embarcaciones de cero y bajas emisiones dentro de los sistemas de transporte público.

En línea con el ascenso tecnológico en diferentes modos de transporte, para el modo aéreo, el Ministerio de Transporte y la Aeronáutica Civil establecerán en el 2023 la hoja de ruta para el ascenso tecnológico, eficiencia energética y mitigación de emisiones en el modo aéreo.

Además, en relación con los lineamientos técnico-mecánicos, ambientales y de seguridad para la importación de vehículos, el Ministerio de Transporte con apoyo del Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible, definirá en el 2022 los parámetros mínimos de homologación para los procesos de importación, ensamble o fabricación de vehículos livianos nuevos, que incluya análisis de consumo energético, emisiones criterio y CO₂, al igual que aspectos de seguridad vehicular.

Línea de acción 4.3. Ampliación de la demanda del gas como combustible de la transición y medidas para asegurar su abastecimiento

Para cumplir los objetivos establecidos por el Gobierno nacional para la transición energética del país, es necesario que se consolide el mercado del gas combustible. Parte de la demanda actual de energéticos como los combustibles líquidos o el carbón migrará hacia el gas combustible que es un energético con un factor de emisiones mucho menor; de igual manera se espera que parte del crecimiento de la demanda en sectores como el transporte, especialmente en los sistemas masivos o el transporte de carga, sea atendida con este energético, por lo que es necesario gestionar su demanda y garantizar su oferta.

Para asegurar el abastecimiento de gas combustible, el país necesita trabajar para que el gas obtenido en los diferentes campos de producción esté disponible rápidamente en el mercado nacional, así mismo con el fin de lograr una planeación estructurada con visión de largo plazo y que abarque todos los elementos requeridos. para consolidar la infraestructura del gas combustible, el Ministerio de Minas y Energía con apoyo de la CREG en el año 2022 elaborará una propuesta de creación de un comité asesor de planeación de la infraestructura de transporte de gas natural (CAPTG), donde se incluya el análisis de su composición, funciones y gobernanza.

En cuanto a los nuevos usos del gas combustible, uno de los sectores que tiene gran potencial es el transporte; el GLP ya se encuentra habilitado en el país para ser usado como combustible en vehículos terrestres (AutoGLP) y fluviales (NautiGLP). Sin embargo, es necesario desarrollar los esquemas de información y control que hoy se tienen para los combustibles líquidos con el fin de estructurar este mercado. Para lograr este objetivo en el año 2023 la CREG con apoyo del Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Transporte realizará los análisis de impacto normativo y estudios de beneficio costo de la opción de incluir un gestor de mercado de GLP e incluir dentro de la revisión quinquenal del reglamento de comercialización mayorista de GLP los resultados de dicha evaluación. Así mismo, en el 2022 el Ministerio de Minas y Energía implementará un módulo en el Sistema de Información de Combustibles Líquidos (Sicom) para AutoGLP, incluyendo información de AutoGLP y NautiGLP.

Adicionalmente, el transporte de carga se ha identificado como un gran potencial demandante de gas combustible. Así pues, es necesario avanzar en el desarrollo de las

tecnologías de Gas Natural Licuado que son usadas en muchas partes del mundo como combustibles para el transporte de carga. en este sentido, en el año 2023 el Ministerio de Minas y Energía con el apoyo de la UPME definirá los lineamientos técnicos y normativos para el desarrollo de pruebas piloto de GNL en transporte de carga pesada.

Línea de acción 4.4. Fortalecer el programa de sustitución de leña por gas combustible e integrar soluciones energéticas en los esquemas de sustitución de leña

En primer lugar, se requiere disponer de los recursos para ejecutar el programa de sustitución, para esto, el Ministerio de Minas y Energía, elaborará en el año 2022 una propuesta de modificación de lineamientos de política que permita habilitar al Fenoge u otros actores para realizar programas de sensibilización a las comunidades y gobiernos locales para el acceso a la sustitución de combustibles sólidos (leña, carbón, residuos) por gas combustible de esta manera se puede contar con otras fuentes de financiación para que el programa logre ampliar la cobertura y alcanzar sus objetivos en un plazo menor.

En segundo lugar, el Ministerio de Minas y Energía en el año 2023 reglamentará la priorización de inversiones y proyectos de sustitución de leña por gas combustible y energía eléctrica a través del mecanismo de obras por impuestos, obras por regalías u otros instrumentos de inversión privada.

En tercer lugar, es necesario monitorear los resultados que se obtienen con el programa de sustitución, lo anterior con el fin de focalizar los esfuerzos y establecer aquellas áreas donde se siguen utilizando como energéticos primarios no solo la leña, sino también el carbón, los residuos, el kerosene, la gasolina o el alcohol, para esto, el Ministerio de Minas y Energía aplicará a partir del año 2023 una evaluación bianual de los resultados del programa piloto de sustitución de combustibles sólidos para cocción, con el fin de definir las áreas a priorizar para la siguiente vigencia y sugerir modificaciones para lograr mayores coberturas.

Línea de acción 4.5. Desarrollo del programa de aseguramiento y control de la calidad de combustibles y biocombustibles

Para el avance en la consolidación y el mejoramiento continuo de la calidad de los combustibles del país, el Ministerio de Minas y Energía en conjunto con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, realizarán en el año 2023 el análisis para determinar qué inversiones asociadas a la mejora en la calidad de los combustibles deben ser objeto de reconocimiento y cuál es la metodología o instrumento apropiado

para realizarlo. De igual manera, se requiere un programa de aseguramiento y control de la calidad de combustibles y biocombustibles que integre los diferentes agentes del sector público y privado que actúan en los distintos procesos a lo largo de la cadena de abastecimiento, distribución y comercialización de estos combustibles, y que aseguren su cumplimiento de los parámetros exigidos por la normatividad y las metas establecidas en los diferentes instrumentos de política, así como la trazabilidad y uso de la información relacionada, para lo cual, el Ministerio de Minas y Energía a partir del año 2022 implementará y hará seguimiento al programa de aseguramiento de la calidad (QA) y control de la calidad (QC) para los combustibles, biocombustibles y sus mezclas, a lo largo del territorio nacional.

Línea de acción 4.6. Establecer lineamientos de política de buenas prácticas de proyectos de economía circular en los sectores minero energético y transporte y promover su puesta en marcha

En primer lugar, teniendo en cuenta los residuos que se generan por las baterías de los vehículos eléctricos y en línea con implementar estrategias de economía circular, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo definirá los parámetros técnicos para el segundo y tercer uso de baterías de vehículos eléctricos, así como su disposición final en el año 2023.

En segundo lugar, considerando los avances que se han tenido en materia de medición de emisiones y disposición de puntos de control, e identificando la necesidad de contar con parámetros unificados de emisión y con metodologías que permitan tomar decisiones de política a partir de los datos recolectados, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el 2024 elaborará una guía de buenas prácticas para el uso de información derivada de la medición de emisiones en fuentes móviles.

En tercer lugar, el Ministerio de Transporte junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en 2023, estandarizarán a través de un acto administrativo la información correspondiente al reporte de emisiones por parte de los CDA.

En cuarto lugar, el Ministerio de Minas y Energía establecerá lineamientos de política de buenas prácticas para proyectos de economía circular en el sector minero colombiano para lo cual, identificará con el apoyo de los diferentes entes gubernamentales los componentes principales, brechas legales, tecnológicas, operativas y económicas, existentes para el desarrollo e implementación en el país, establecerá lineamientos técnicos de buenas prácticas para , reutilizar, transformar y hacer uso racional de los residuos y generar nuevas alternativas de materias primas, energías limpias y productos con diversos

usos, rentables y económicamente sostenibles, en pro del cumplimiento de los ODS Siendo el horizonte de ejecución de esta actividad del año 2022 a 2026.

5.4. Seguimiento

El seguimiento al cumplimiento de las acciones propuestas para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este documento se realizará a través del Plan de Acción y Seguimiento (PAS; Anexo A). En este anexo se presenta el listado completo de las acciones de la política de transición energética, las entidades responsables de su implementación, los indicadores de cumplimiento junto con los hitos, así como las respectivas metas de avance por año. El reporte de avance de la implementación de cada acción se realizará por parte de las entidades correspondientes a través de la plataforma del DNP SisCONPES.

Las acciones previstas en esta política se materializarán en 6 años de ejecución (2022 – 2028). Su seguimiento se realizará de forma semestral, iniciando en diciembre de 2022 y finalizando el 31 de diciembre de 2028.

Tabla 3. Cronograma de seguimiento

Corte	Fecha
Primer corte	Diciembre de 2022
Segundo corte	Junio de 2023
Tercer corte	Diciembre de 2023
Cuarto corte	Junio de 2024
Quinto corte	Diciembre de 2024
Sexto corte	Junio de 2025
Séptimo corte	Diciembre de 2025
Octavo corte	Junio de 2026
Noveno corte	Diciembre de 2026
Décimo corte	Junio de 2027
Décimo primer corte	Diciembre de 2027
Décimo segundo corte	Junio de 2028
Informe de cierre	Diciembre de 2028

Fuente: DNP (2022).

5.5. Financiamiento

Para efectos del cumplimiento de los objetivos de la política de transición energética, las entidades responsables de su implementación gestionarán y priorizarán, en el marco de sus competencias, recursos para la financiación de las actividades que se proponen en el

PAS. Lo anterior se realizará teniendo en cuenta el Marco de Gasto de Mediano Plazo del respectivo sector (Tabla 4. Costos indicativos por fuentes y usos).

Tabla 4. Costos indicativos por fuentes y usos

Entidad	Costo
Agencia Nacional de Hidrocarburos	
Agencia Nacional de Minería	
Agencia Nacional del Espectro	
Colombia Productiva	
Comisión de Regulación de Energía y Gas	
Departamento Administrativo de la Presidencia de la República	
Departamento Nacional de Planeación	
Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas	
Unidad de Planeación Minero Energética	

Fuente: DNP 2022

RECOMENDACIONES

El Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Transporte, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Ministerio del Trabajo, recomiendan al Consejo Nacional de Política Económica y Social:

1. Aprobar la política de transición energética planteada en este documento CONPES, incluyendo el Plan de Acción y Seguimiento (PAS) contenido en el Anexo A.
2. Solicitar a las entidades del Gobierno nacional priorizar recursos para la implementación de las acciones y estrategias contenidas en este documento CONPES, acorde con el Marco de Gasto de Mediano Plazo del respectivo sector.
3. Solicitar al Departamento Nacional de Planeación:
 - a. Coordinar la implementación de la política de transición energética.
 - b. Consolidar y divulgar la información del avance de las acciones según lo planteado en el Plan de Acción y Seguimiento.
 - c. Incluir dentro del próximo Plan Nacional de Desarrollo las oportunidades de gestión eficiente de la energía que tiene el sector público de orden nacional, específicamente en las edificaciones educativas, administrativas y de salud.
 - d. Incluir dentro del Kit de Planeación Territorial (KPT) los lineamientos para la inclusión del componente de movilidad sostenible dentro los planes territoriales.
 - e. Desarrollar capacidades territoriales para la implementación de estrategias de movilidad de cero y bajas emisiones.
4. Solicitar al Ministerio de Minas y Energía:
 - a. Emitir la reglamentación técnica para implementar la obligatoriedad de auditorías energéticas en el sector industrial, así como realizar una actualización del Retiq para incluir nuevos equipos y electrodomésticos que permita a la demanda utilizar tecnologías más eficientes energéticamente.
 - b. Promover la implementación del Reglamento Técnico de Sistemas e Instalaciones Térmicas en Colombia (RETSIT) en coordinación con las entidades territoriales.
 - c. Emitir lineamientos para fortalecer La Unidad de Monitoreo de los Mercados de Electricidad y Gas (UMMEG) que debe realizar el monitoreo en tiempo real del comportamiento del mercado mayorista de energía eléctrica y gas.

- d. Realizar un estudio con el fin de identificar alternativas para profundizar la independencia del Administrador del Mercado de Energía.
- e. Analizar las distintas formas de organización de la industria y esquemas de integración vertical y horizontal, y sus impactos sobre la competencia en los mercados eléctricos y de gas natural.
- f. Elaborar y publicar los lineamientos técnicos que determinen los requisitos de los proyectos de exploración y explotación del recurso geotérmico.
- g. Generar los espacios de concertación para consolidar la estrategia de diversificación, reconversión y transición socioeconómica gradual, progresiva y segura en las regiones con vocación extractiva de carbón, y el desarrollo de un modelo de reconversión productiva para mineros pequeños y de subsistencia, con el análisis de la viabilidad y fuentes de financiación.
- h. Elaborar el documento con la estrategia para el aprovechamiento de las reservas de carbón existentes, incentivando mayores producciones de carbón y la diversificación de sus usos.
- i. Establecer los lineamientos de política de buenas prácticas para la puesta en marcha de proyectos de economía circular en los sectores de movilidad sostenible, minería e hidrocarburos.
- j. Realizar estrategias para el fortalecimiento de los lineamientos vigentes que conlleven al aprovechamiento de la infraestructura tras la etapa de cierre minero y diversificación de usos de las áreas recuperadas.
- k. Elaborar el documento que identifique las acciones de electrificación y autogeneración a partir de FNCER en el sector minero, así como su promoción y ejecución de la estrategia, por medio de acuerdos voluntarios.
- l. Propiciar escenarios para identificar y evaluar las áreas de interés de cobre, oro y otros minerales con potencial geológico en el país, para la exploración y explotación de minerales estratégicos necesarios para la transición energética.
- m. Elaborar un documento de estandarización de los modelos de producción de minerales y desarrollos tecnológicos implementados que defina las variables para el control a la producción.
- n. Elaborar la estrategia para la gestión de especialización de los diferentes actores que intervienen en el proceso de fiscalización y un plan piloto que evidencie su ejecución, así como definir indicadores de verificación de estándares de seguridad minera.
- o. Promover el intercambio de conocimientos y formación de capital humano en el uso de nuevas tecnologías para el desarrollo de nuevos proyectos basados en energías alternativas.

- p. Elaborar la propuesta de acto administrativo que reglamente parámetros de interoperabilidad para las estaciones de carga de vehículos eléctricos de acceso público, facilitando el acceso a los usuarios finales.
- q. Realizar la evaluación de alternativas que permitan establecer incentivos para la exploración de yacimientos profundos en áreas costa afuera (offshore).
- r. Realizar un informe de seguimiento de la etapa previa (aprestamiento), a cargo de la entidad académica que operará el Centro de Transparencia; un informe de seguimiento y absorción funcional de los conocimientos por parte de las comisiones de seguimiento y público en general durante la etapa concomitante a cargo de la entidad académica que operará el Centro de Transparencia; y finalmente un informe de evaluación del desarrollo integral de los PPII a cargo del comité evaluador.
- s. Elaborar una propuesta de reglamentación de los tipos, usos y manejo de los almacenamientos estratégico comercial y operativo de productos refinados (gasolina, diésel, jet) y los requerimientos regulatorios de niveles de inventarios.
- t. Realizar una identificación del potencial de almacenamiento de CO₂ en el país y sus posibles usos, incluyendo en esta identificación las recomendaciones de infraestructura y tecnologías requeridas para la puesta en operación de este almacenamiento de acuerdo con los usos identificados, definirá la hoja de ruta para la implementación de la tecnología de Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono (CCUS).
- u. Establecer la reglamentación para adelantar proyectos piloto, de carácter temporal, en los cuales se establecerán los requisitos o exigencias de aspectos relevantes para el fomento del uso alternativo de biocombustibles como el biocetano y el biojet.
- v. Realizar la identificación de las oportunidades del biogás como fuente de abastecimiento que aporta a la reducción de emisiones de GEI del sector, por sustitución de combustibles líquidos, generación u otros; que sirva de insumo para su futura regulación.
- w. Realizar el diseño e implementación del sandbox regulatorio para el sector energético.
- x. Actualizar y desarrollar el marco regulatorio técnico y ambiental para promover el mercado del hidrógeno.
- y. Diseñar e implementará el sistema de garantías y certificaciones de origen para el hidrógeno producido en el país.
- z. Desarrollar los lineamientos normativos para la producción de combustibles sintéticos y la ejecución de proyectos piloto.
- aa. Realizar una propuesta de reglamentación técnica para viabilizar a nivel de proyectos piloto el uso de mezclas de hidrógeno y gas natural en la movilidad sostenible, para

- uso en la calefacción doméstica e industrial, así como para la homologación de las mezclas de combustibles y para incluir el desarrollo de proyectos piloto de transporte por gasoductos de energéticos como el hidrógeno y mezclas de combustibles.
- bb. Elaborar propuesta de creación de un comité asesor de planeación de la infraestructura de transporte de gas natural (CAPTG), donde se incluya el análisis de su composición, funciones y gobernanza.
 - cc. Implementar el módulo Sistema de Información de la Cadena de Distribución de Combustibles Líquidos (SICOM) para AutoGLP, incluyendo información de AutoGLP y NautiGLP.
 - dd. Definir los lineamientos técnicos y normativos para el desarrollo de pruebas piloto de GNL en transporte de carga pesada.
 - ee. Elaborar un análisis jurídico de una propuesta de modificación de lineamientos de política que permitan habilitar al FENOGÉ u otros actores para realizar programas de sustitución de combustibles sólidos (leña, carbón, residuos) por gas combustible.
 - ff. Proponer el ajuste en la reglamentación de tal manera que los proyectos de sustitución de leña por gas combustible y energía eléctrica puedan ser financiados a través del mecanismo de obras por impuestos y obras por regalías.
 - gg. Evaluar el establecimiento áreas de servicio exclusivo para la distribución y comercialización de GLP mediante cilindros en áreas rurales en articulación con los programas de sustitución de leña o áreas en ZNI en las que puedan aplicar modelos de generación o cogeneración mediante GLP.
 - hh. Aplicar una evaluación bianual de los resultados del programa piloto de sustitución de combustibles sólidos para cocción con el fin de definir los sectores a priorizar para la siguiente vigencia y sugerir modificaciones con el fin de lograr mayores coberturas.
 - ii. Realizar el análisis para determinar qué inversiones asociadas a la mejora en la calidad de los combustibles deben ser objeto de reconocimiento y cuál es la metodología o instrumento apropiado para realizarlo.
 - jj. Implementar y hacer seguimiento al plan de trabajo para el establecimiento del programa de aseguramiento de la calidad (QA) y control de la calidad (QC) para los combustibles y biocombustibles del país.

A través de la Agencia Nacional de Hidrocarburos:

- a. Promover y asegurar la incorporación de medidas para el uso de FNCER y la implementación progresiva de medidas de eficiencia energética en las actividades asociadas a los contratos de exploración y producción de hidrocarburos. Así como promover desde el marco normativo del sector,

incentivos para aquellas empresas que propongan realizar la inversión en proyectos de generación aislada con FNCER.

- b. Elaborar el análisis de incentivos y formulación de criterios técnicos y operacionales para su obtención, aplicables en contratos de producción de hidrocarburos vigentes, que incorporen medidas de recobro mejorado.
- c. Realizar la actualización permanente del mapa de tierras, identificando las áreas disponibles continentales y costa afuera y haciendo énfasis en aquellas que hayan surtido proceso de liberación por parte de contratistas de exploración y producción y reincorporación por parte de la ANH, así mismo la actualización del mapa deberá contar con un reporte anual de liberación e incorporación para exploración e inclusión en los respectivos ciclos del PPAA.
- d. Integrar y simplificar los reportes contractuales de las empresas titulares de contratos E & P con los de fiscalización para reporte a través de formularios web.
- e. Diseñar e implementar un modelo de captura y gestión remota de información para el proceso de fiscalización de crudo y gas, en donde se definan los requerimientos técnicos, operativos y financieros, así como los roles, responsabilidades, recursos requeridos, fuentes de financiación, condiciones de acceso, seguridad de la información y se ponga en marcha un proyecto piloto para su evaluación.
- f. Profundizar la utilización de herramientas tecnológicas probadas, disponibles, seguras y confiables como el Blockchain sin limitarse a analizar otras opciones, con el fin de asegurar la integridad, digitalización, gestión, trazabilidad y la accesibilidad a la información considerando su aplicación en los diferentes procesos misionales de la ANH, así como en las etapas del proceso de asignación de áreas y la liquidación de regalías.

A través de la Unidad de Planeación Minero Energética:

- a. Incluir en el Plan Indicativo de Abastecimiento de Gas Natural los proyectos necesarios para la conexión al Sistema Nacional de Transporte - SNT del gas proveniente de campos menores siempre que sean económicamente viables de acuerdo con los análisis realizados por la UPME dentro del plan indicativo de abastecimiento.
- b. Realizar el análisis de alternativas para una solución de confiabilidad para la conexión de las Refinerías de Cartagena y Barrancabermeja.

- c. Presentar y socializar el plan de sustitución de leña en donde se especifique las potencialidades del aprovechamiento del Biogás como alternativa de solución eficiente para disminuir el uso de combustibles altamente contaminantes y para impulsar el aprovechamiento del biogás a nivel municipal.
- d. Realizar un proceso de planeación y gestión de la información del sector de hidrocarburos, donde intervengan todas las entidades del sector, identificando sus necesidades, capacidades y la hoja de ruta para el flujo ordenado y coordinado de la información, su captura, su integración, actualización y disponibilidad para entidades, agentes del sector y usuarios en general con el fin de establecer entre otros la implementación de herramientas tecnológicas

A través del Servicio Geológico Colombiano:

- a. Identificar y definir los nuevos corredores exploratorios en cuencas hidrocarburíferas priorizadas entre ambas entidades.
- b. Realizar la integración en modelos conceptuales descriptivos de sistemas geotérmicos de alta entalpía (hidrotermales convectivos asociados a volcanes), la implementación de la investigación de flujo de calor terrestre, como apoyo a la investigación de recursos geotérmicos de entalpía intermedia y baja asociados a hidrocarburos y la implementación de la investigación de recursos geotérmicos someros de baja entalpía.

A través de la Comisión de Regulación de Energía y Gas

- a. Analizar cómo los distritos térmicos puedan convertirse en usuarios no regulado de energía y gas con el fin de promover eficiencias y competitividad en la prestación de servicios energéticos.
- b. Crear un estándar para poder configurar el abuso de posición dominante, así como el de manipulación de precios.
- c. Realizar los análisis de impacto normativo y estudios de beneficio costo de la opción de incluir un gestor de mercado de GLP e incluir dentro de la revisión quinquenal del reglamento de comercialización mayorista de GLP.

5. Solicitar al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación:

- a. Priorizar los recursos establecidos en el PAS para diseñar e implementar la estrategia de comunicación que permita conectar al sector minero con la oferta de instrumentos de ciencia, tecnología e innovación y los beneficios tributarios de su implementación en el país.

- b. Formular e implementar convocatoria para los programas de ciencia, tecnología e innovación que promuevan la investigación y el desarrollo de conocimiento asociado a nuevas tecnologías aplicables al sector energético y energéticos de cero y bajas emisiones entre las que se podrían incluir: (i) producción de hidrógeno; (ii) uso de tecnologías de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS); (iii) recursos y tecnologías asociadas a geotermia y; (iv) biocombustibles de última generación, o aquellas adicionales identificadas desde el Ministerio de Minas y Energía.
 - c. Estructurar la hoja de ruta y un plan de seguimiento para la formulación de líneas de investigación específica para movilidad sostenible.
- 6. Solicitar al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
 - a. Promover instrumentos orientados a mejorar la productividad, calidad, encadenamientos productivos y sofisticación en las empresas del mercado de movilidad sostenible.
 - b. Establecer una estrategia de atracción de inversión extranjera en segmentos específicos de la cadena de valor global de la movilidad sostenible, buscando modernizar el sector transporte a partir de la implementación y sostenibilidad de tecnologías de cero y bajas emisiones.
 - c. Definir las garantías técnicas y los servicios posventa a cargo de las marcas comercializadores para vehículos híbridos y eléctricos.
 - d. Implementar una estrategia nacional de encadenamientos productivos que incorpore las actividades de desarrollo de cadenas de suministro de bienes y servicios del sector de hidrocarburos, con especial énfasis en las necesidades asociadas al desarrollo de nuevos mercados en general, considerándose sin limitarse a otras las oportunidades de la nueva industria de exploración costa afuera y de cualquier nueva tecnología de exploración.
- 7. Solicitar al Ministerio de Educación Nacional y al Servicio Nacional de Aprendizaje diseñar e implementar estrategias para fortalecer y actualizar los resultados del cierre de brechas de capital humano en las temáticas asociadas a la transición energética, incorporando lo relacionado con FNCER, hidrógeno, distritos térmicos y captura uso y almacenamiento de carbono y movilidad de cero y bajas emisiones.
- 8. Solicitar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:
 - a. Avanzar en el desarrollo de estudios para la implementación de distritos térmicos y desarrollar un proyecto piloto

- b. Especificar los estándares mínimos ambientales y eficiencia energética de los distritos térmicos
- c. Evaluar estrategias para integrar a los distritos térmicos como alternativas urbanas energéticamente sostenible y establecer nichos de mercado estratégicos para los distritos térmicos.
- d. Definir los parámetros técnicos para el segundo y tercer uso de baterías de vehículos eléctricos, así como su disposición final.
- e. Elaborar una guía de buenas prácticas para el uso de información derivada de la medición de emisiones en fuentes móviles.

9. Solicitar al Ministerio de Transporte:

- a. Identificar estrategias para el fortalecimiento y actualización de técnicas para la movilización de carga bajo el modo férreo, así como la oferta de nuevos mercados y la optimización de esquemas de transporte intermodal que permitan llevar el carbón de exportación a los puertos nacionales a costos competitivos, promoviendo la producción de carbón especialmente en regiones con vocación extractiva.
- b. Desarrollar una plataforma unificada de acceso público que permita difundir los estudios, herramientas y avances en materia de política, planes, programas y proyectos sobre movilidad de cero y bajas emisiones, promoviendo la participación de los actores involucrados en el ascenso tecnológico.
- c. Actualizar el manual de señalización vial, en cuanto a señales específicas para indicar elementos de interés asociados a la promoción de energéticos de cero y bajas emisiones incluyendo la propuesta de acto administrativo para su adopción.
- d. Estructurar el fondo para la promoción de ascenso tecnológico que facilite la financiación o compra de flotas de cero y bajas emisiones en los segmentos de sistemas de transporte público de paseros y la carga liviana.
- e. Definir los lineamientos técnicos para la conversión de vehículos de combustión interna a tecnología eléctrica.
- f. Definir los lineamientos para el ascenso tecnológico de los modos férreo y fluvial en sus segmentos de carga y pasajeros, estimando las barreras y propuestas para su eliminación.
- g. Definir los lineamientos técnicos, legales y financieros que los operadores de transporte público terrestre de pasajeros deben seguir para incluir la operación de transporte acuático con embarcaciones de cero y bajas emisiones dentro de los sistemas de transporte público.

- h. Establecer la hoja de ruta para el ascenso tecnológico, eficiencia energética y mitigación de emisiones en el modo aéreo.
- i. Definir los parámetros mínimos de homologación para los procesos de importación, ensamble o fabricación de vehículos livianos nuevos, que incluya análisis de consumo energético, emisiones criterio y CO₂, al igual que aspectos de seguridad vehicular.
- j. Estandarizar a través de un acto administrativo la información correspondiente al reporte de emisiones por parte de los Centros de Diagnóstico Automotriz.
- k. Desarrollar la hoja de ruta para implementar el hidrógeno azul y verde en el sector transporte en el país, priorizando por cada segmento cuáles son aquellos en donde se deben enfocar los esfuerzos, incluyendo una estimación de la infraestructura requerida para abastecer los segmentos priorizados y los puntos de ubicación más convenientes.

10. Solicitar al Ministerio del Trabajo:

- a. Priorizar los recursos establecidos en el PAS para elaborar una estrategia de transformación laboral y fortalecimiento de competencias enfocadas a la fuerza laboral del sector minero y petrolero que se pueda ver impactada por la transición energética para que pueda emplearse dentro de la industria del hidrógeno.

ANEXO A. PLAN DE ACCIÓN Y SEGUIMIENTO (PAS)

Ver archivo en Excel.

BORRADOR

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Colombiana del Petróleo. (2021). Informe Económico. Tendencias de inversión en E&P en Colombia 2020 y perspectiva 2021.
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2020). Informe de recursos y reservas. Bogotá.
- Agencia Nacional de Minería. (2003). Glosario Minero. Bogotá.
- Agencia Nacional de Minería. (2019). Resolución No. 505 del 02 de agosto de 2019. Bogotá D.C.: ANM.
- Agencia Nacional de Minería. (2020). Colombia Explorando Oportunidades. Bogotá. Obtenido de <https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2020/02/Cartilla-ANM-2020.pdf>
- Asociación Colombiana del Petróleo. (2020). Tendencias de inversión E&P en Colombia 2019 y Perspectivas 2020. Informe Económico 1 - 2020.
- Banco Mundial. (2017). Movilidad sostenible para el siglo XXI. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/07/10/sustainable-mobility-for-the-21st-century>
- Barbero, J., & Guerrero, P. (2017). El Transporte Automotor de Carga en América Latina Soporte Logístico de la Producción y el Comercio. Obtenido de BID: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-transporte-automotor-de-carga-en-Am%C3%A9rica-Latina-Soporte-log%C3%ADstico-de-la-producci%C3%B3n-y-el-comercio.pdf>
- BP. (2020). Statistical Review of World Energy 69th edition. Obtenido de BP: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>
- C. REICHL, M. S. (2018). World Mining data. Obtenido de <http://www.worldmining-data.info/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (septiembre de 2014). Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable. La problemática en torno a los pasivos ambientales mineros en Australia, el Canadá. Chile, Colombia, los Estados Unidos, México y el Perú. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37106-buenas-practicas-que-favorezcan-mineria-sustentable-la-problematika-torno>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (agosto de 2016). Estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), incluyendo cierre de faenas mineras: Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40475-estudio-lineamientos-incentivos-regulacion-manejo-pasivos-ambientales-mineros>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). Informe Nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México. Ciudad de México. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43612-informe-nacional-monitoreo-la-eficiencia-energetica-mexico-2018>
- Corte Constitucional. (2021). Demanda de inconstitucionalidad en contra del artículo 296 de la Ley 1955 de 2019, por la cual se expide el "Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 'Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad'". Bogotá.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., . . . Vignati, E. (2020). Emisiones fósiles de CO₂ de todos los países del mundo - Informe 2020. Luxembourg: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Departamento Nacional de Planeación. (1976). CONPES 1353 Alternativas para el Abastecimiento de Hidrocarburos. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/1353.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (1991). CONPES 2571 Programa para la Masificación del Consumo de Gas. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/2571.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (1993). CONPES 2646 Plan de Gas. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/CONPES/Econ%C3%B3micos/2646.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (1997). CONPES 2898 Estrategias para el fortalecimiento del sector Minero Colombiano. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/2898.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (1997). CONPES 2933 Seguimiento a la situación de abastecimiento de electricidad en el corto y mediano plazo y del plan de masificación de Gas. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/2933.pdf>

- Departamento Nacional de Planeación. (2002). CONPES 3190 Balance y estrategias a seguir para impulsar el plan de masificación de gas. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3190.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2003). CONPES 3244 Estrategias para la dinamización y consolidación de la industria del gas natural. Bogotá. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/203715/CONPES+3244.pdf/3f3ec649-7e79-4712-9bda-e0b6fe9b2d24>
- Departamento Nacional de Planeación. (23 de Junio de 2008). CONPES 3527 Política Nacional de Competitividad y Productividad. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3527.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2011). CONPES 3700 Estrategia institucional para la articulación de Políticas y acciones en materia de Cambio Climático en Colombia. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3700.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (6 de Agosto de 2013). CONPES 3758 Plan para Restablecer la Navegabilidad del Río Magdalena. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3758.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2017). Evaluación de operaciones de la Política de prestación de servicio de alumbrado público. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). CONPES 3919 Política Nacional de Edificaciones Sostenibles. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). CONPES 3934 Política de Crecimiento Verde. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). CONPES 3943 Política para el mejoramiento de la calidad del Aire. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/CONPES/Econ%C3%B3micos/3943.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (10 de Julio de 2018). CONPES Económicos. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/CONPES/documentos-conpes/conpes-economicos/Paginas/conpes-economicos.aspx#Default={%22k%22:%22ConpesNumero:3934%20OR%20Title:3934%22}>

- Departamento Nacional de Planeación. (2019). CONPES 3963 Política para la modernización del sector transporte automotor de carga. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3963.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). CONPES 3963 POLÍTICA PARA LA MODERNIZACIÓN DEL SECTOR TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGA. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3963.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-Resumen-2018-2022.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). CONPES 3982. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). CONPES 3990 Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3990.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (14 de abril de 2020). CONPES 3991 Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3991.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). CONPES 4021 Política Nacional para el control de la deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4021.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2021). CONPES 4023 Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente. Bogotá. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4023.pdf>
- Ecopetrol. (2019). Energía Renovables en el Grupo Empresarial de Ecopetrol (GEE). Bogotá.
- El Congreso de Colombia. (2001). Ley 697. Bogotá.
- El Congreso de Colombia. (2018). Ley 1931. Bogotá.
- Electromaps. (s.f.). Puntos de recarga en Colombia. Obtenido de <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>
- Federación Nacional de Biocombustibles. (2018). El Programa Nacional de Biocombustibles: Una Política de Estado que debe estar en los planes de Gobierno de los candidatos a la Presidencia.
- Fornillo, B. (2017). Hacia una definicion de transicion energetica para Sudamerica: Antropoceno, geopolitica y posdesarrollo. Practicas de oficio, 46-53.

- Friedrich-Ebert-Stiftung. (Noviembre de 2014). Requisitos para una transición energética global. Obtenido de FES Sustainability: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00361.pdf>
- Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo). (2021). Transición Energética y Retos del sector energético en Colombia. Bogotá.
- GIZ. (2020). Implementación de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER) en el sector minero colombiano. Colombia.
- Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas. (2017). Marco Normativo del Sector Minero. Obtenido de EITI Colombia: <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2077/marco-legal-y-regimen-fiscal/marco-normativo-del-sector-minero/>
- Instituto Vasco de Competitividad. (2019). Oportunidades de la transición energética en la Economía EL CASO DE LA CAPV. Cuadernos Orkestra, núm. 62. Obtenido de <https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/oportunidades-transicion-energetica-capv.pdf>
- Internacional Energy Agency. (2020). Coal 2020, Analysis and forecast to 2025.
- International Energy Agency. (2020). The Oil and Gas Industry in Energy Transitions.
- International Energy Agency. (2020). World Energy Outlook 2020. París: IEA.
- Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. (2021). ¿Estamos avanzando en la transición energética en América Latina?: Análisis y Consideraciones. Lima Perú: Boletín Política Comercial y Ambiental N° 13.
- McKinsey & Company. (2021). The big choices for oil and gas in navigating the energy transition. Oil & Gas Practice. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-big-choices-for-oil-and-gas-in-navigating-the-energy-transition#>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Norma Nacional de calidad de combustibles Diesel y Biodiesel. Bogotá.
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (1 de julio de 2021). Beneficios tributarios en CTel. Obtenido de Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación: https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/beneficios-tributarios
- Ministerio de Minas y Energía. (2015). Diagnóstico Minero Ambiental de los Pasivos en el Territorio Nacional. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía.

- Ministerio de Minas y Energía. (9 de febrero de 2021). Caracterización Energética del Transporte Automotor Carretero de Carga de Colombia. Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Resumen_caracterizacion_energetica.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). Cartilla Misión de Transformación Energética. Bogotá.
- Ministerio de Minas y Energía. (Octubre de 2021). Exploración Minera en Colombia. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/mineriaco>
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). Transición Energética: un legado para el presente y futuro de Colombia. Bogotá.
- Ministerio de Minas y Energía. (2022). Minería de carbón en Colombia. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24311177/documento+carbon+%284+%29.pdf>
- Ministerio de Transporte. (2021). ABECÉ Vigésima Sexta Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - COP26. Bogotá D.C.: MinTransporte.
- Ministerio de Transporte. (2021). En tres años, Colombia logra histórico avance en movilidad sostenible. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/10504/en-tres-anos-colombia-logra-historico-avance-en-movilidad-sostenible/>
- Ministerio de Transporte. (2021). Movilidad ambientalmente sostenible. Obtenido de <https://especiales.mintransporte.gov.co/SemanaMovilidadCO/movilidad-ambientalmente-sostenible.php>
- NUMBEO. (2021). América: Índice de Tráfico 2021 Mitad de año. Obtenido de <https://es.numbeo.com/tr%C3%A1fico/clasificaciones-por-regi%C3%B3n?region=019&title=2021-mid>
- Organización de Aviación Civil Internacional . (1 de Febrero de 2019). Resoluciones adoptadas por la asamblea-40º Periodo de sesiones. Obtenido de https://www.icao.int/Meetings/A40/Documents/WP/wp_001_es.pdf
- Organización Latinoamericana de Energía. (2017). Manual de Balances Energía Útil. Quito.
- Promigas. (2020). Informe del sector del gas natural .

- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2021). SENA-Blanco y Negro Masivo S.A., le apuestan a la movilidad eléctrica de los vallecaucanos. Obtenido de <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=4799>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2020). Informe sectorial de la prestación del servicio de energía eléctrica en Zonas No Interconectadas. Bogotá.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2016). PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2017 - 2022. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. (diciembre de 2017). Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte A 2025. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética. Obtenido de SIMCO: https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNDM_Dic2017.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2017). Resolución UPME 585 - 2017. Bogotá.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). Plan Indicativo de Abastecimiento de Combustibles Líquidos, versión Diciembre 2018.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/_Documento %20An %C3%A1lisis %20Internacional.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2019). Estudio que permita formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con los componentes necesarios para su ejecución.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2019). Índice de Cobertura de Energía Eléctrica - ICEE 2018. Bogotá D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (Marzo de 2019). Plan indicativo de Abastecimiento de combustibles Líquidos. Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Plan_abastecimiento_de_combustibles_liquidios_Final2019.pdf

- Unidad de Planeación Minero Energética. (2019). Plan indicativo de abastecimiento de gas licuado del petróleo (GLP). Bogotá.
- Unidad de planeación minero energética. (Julio de 2020). Estudio técnico para el plan de abastecimiento de Gas Natural. Obtenido de Unidad de Planeación Minero-Energética: https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/PAGN_2019-2028.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2020). Estudio Técnico para el Plan de Abstecimiento de Gas Natural.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2020). Plan Energético Nacional 2020 - 2050. Bogotá.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2021). Plan de Acción Indicativo - Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía PAI-PROURE. Bogotá.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (s.f.). Sistema de Información Minero Colombiano. Obtenido de <https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/carbon.aspx>
- Universidad Nacional De Colombia; TECSOL. (2018). Estimación del potencial de conversión a biogás de la biomasa en Colombia y su aprovechamiento. Bogotá.
- UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.
- UPME. (Julio de 2020). Estudio técnico para el plan de abastecimiento de Gas Natural. Obtenido de Unidad de Planeación Minero-Energética: https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/PAGN_2019-2028.pdf
- UPME. (2020). Estudio Técnico para el Plan de Abstecimiento de Gas Natural.
- Word Energy Council. (2021). Economista de Transición: La Raza Humana y La Carrera Hacia Cero. Transition Economist, 3.
- WordOil. (2021). PE lanza los servicios de economista de transición y economista de hidrógeno. Obtenido de WordOil.com: <https://www.worldoil.com/news/2021/1/11/pe-launches-transition-economist-and-hydrogen-economist-services>
- World Economic Forum. (Abril de 2021). Fostering Effective Energy Transition. Obtenido de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2021.pdf
- World Energy Forum. (2019). A New Circular Vision for electronics. Ginebra.

XM. {Diciembre de 2020}. XM- Sumando Energías. Obtenido de <https://www.xm.com.co/Paginas/Consumo/pronostico-de-demanda.aspx>

XM. (2022). Sinergox. Obtenido de <https://sinergox.xm.com.co/Paginas/Home.aspx>

BORRADOR